



S.I.S.S.
SOCIETÀ ITALIANA
DELLA SCIENZA DEL SUOLO



REGION VALLÉE D'AOSTE



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI TORINO
DI.VA.P.P.A. CHIMICA AGRARIA

Riassunto delle comunicazioni

Convegno Annuale 1999

LA SCIENZA DEL SUOLO IN ITALIA
Bilancio di fine secolo

GRESSONEY SAINT JEAN 22-25 giugno 1999
RESIDENZA DEL SOLE

IO
E DIFESA SUOLO
ZE

STUDIO
Misc.
S.I.S.S.
1999
ISTITUTO SPERIMENTALE
FIRENZE
E DIFESA SUOLO



**Società Italiana della Scienza del
Suolo**



**Università degli Studi
di Torino**

CONVEGNO ANNUALE

Gressoney Saint Jean, 22 - 25 Giugno 1999

“LA SCIENZA DEL SUOLO IN ITALIA: BILANCIO DI FINE SECOLO”

Con il sostegno di:
Regione Autonoma Valle d'Aosta
Comunità Montana Walser Alta Valle del Lys
Comune di Gressoney Saint Jean
Comune di Gressoney La Trinité
Monterosaski, APT-Monterosa-Walser
Banca CRT, Barricalla S.p.A., Montepaone s.a.s.
AUSIMONT S.p.A., BIBBY Sterlin s.r.l.

KEYNOTE PAPERS

<i>Blaser P.</i> Long-term trends in soil acidification in southern Switzerland and its possible consequences for tree growth.	13
<i>Bollag J. M.</i> Catalytic effects of mineral colloids and enzymes on the transformation of xenobiotic compounds in the soil.	14
<i>Bouma J.</i> New approaches for land evaluation.	15
<i>Wilson M. J.</i> Minerals and their interactions within the environment.	16

I COMMISSIONE

FISICA DEL SUOLO

PRESIDENTE

MARCELLO PAGLIAI

ISTITUTO SPERIMENTALE PER LO STUDIO E LA DIFESA DEL SUOLO, FIRENZE

- Cavazza L., Patruno A., Cacchi D. e Gaspari N.*
Alterazione del campione di terreno prelevato per carotaggio. Osservazioni. 34
- Costantini E.A.C., Iori M., Castelli F., Raimondi S. e Lorenzoni P.*
Regime termico del suolo in alcuni campi sperimentali del Nord, Centro e Sud Italia. 37
- Marchetti R. e Spallacci P.*
Ruscellamento sub-superficiale in pianura. 53
- Mecella G., Francaviglia R., Scandella P. e Marchetti A.*
Confronto di modelli matematici nella gestione dell'irrigazione. 57
- Santoni S., Bonifacio E., Orecchia P. e Zanini E.*
Influenza della roccia madre sulla stabilità degli aggregati in suoli aridi dell'Africa meridionale. 72
- Vignozzi N., Pellegrini S. e Pagliai M.*
Dinamica della struttura in un suolo franco argilloso investito a vigneto e sottoposto a diverse modalità di gestione. 81

II COMMISSIONE

CHIMICA DEL SUOLO

PRESIDENTE

ANTONIO VIOLANTE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICO-AGRARIE

UNIVERSITÀ DI NAPOLI

- Beone G.M., Baffi C. e Silva S.*
Interferenze nella determinazione di cadmio in campioni di suolo e sedimento con la tecnica ICP-AES. 26
- Biondi F.A., Di Dio C., Socciarelli S. e Figliolia A.*
Effetto della lisciviazione di un suolo agrario con acque acidulate (piogge acide). 28
- Fan L., De Cristofaro A. e Violante A.*
Adsorbimento di fosfato e arseniato su goethite. 41
- Leone P., Nègre M., Gennari M. e Boero V.*
Adsorbimento di erbicidi imidazolinonici su un acido umico e su una ferridrite. 52
- Martin M., Celi L. e Barberis E.*
Rilascio e disponibilità per i vegetali del fosfato adsorbito su goethite. 54
- Silva S., Beone G.M. e Baffi C.*
Determinazione delle quantità di K^+ e NH_4^+ fissate in un suolo a seguito di diversi cicli di umettamento-essiccamento. 76
- Spadoni M., Panusa A., Blasi G., Lorenzoni P. e De Simone C.*
Distribuzione di Cu, Fe, Mn e Zn nei suoli alluvionali della piana di Rieti e confronto tra la loro concentrazione negli orizzonti superficiali e sottosuperficiali. 78

III COMMISSIONE

BIOLOGIA DEL SUOLO

PRESIDENTE

LILIANA GIANFREDA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE CHIMICO-AGRARIE

UNIVERSITÀ DI NAPOLI

<i>Allievi L., Gigliotti C. e Ferrari F.</i> Comportamento della comunità microbica di un suolo in presenza di un erbicida sulfonilureico, il Cinosulfuron.	22
<i>Ambrosoli R. e Guasco C.</i> Bio-pedotattamento di reflui zootecnici in ambiente alpino: aspetti microbiologici dell'efficienza depurativa.	23
<i>Ferraris S., Dotta A. e Scalenghe R.</i> Applicazione di un modello numerico per valutare l'influenza delle caratteristiche dei suoli negli interventi di ingegneria naturalistica.	43
<i>Ferrazza P., Beni C., Aromolo R., Marcucci A. e Figliolia A.</i> Biodisponibilità del Cd in un suolo inquinato con diverse dosi di cadmio e inoculato con micorrize selezionate.	44
<i>Filippi C., Bagnoli G. e Bedini S.</i> Valutazione in campo di <i>Bacillus subtilis</i> M51 come agente di biocontrollo: persistenza e diffusione del batterio.	46
<i>Gigliotti C. e Farini A.</i> Effetti dei metalli pesanti sulla biomassa microbica.	50
<i>Mazzoncini M., Risaliti R., Coli A. e Ginanni M.</i> Effetto della non lavorazione su alcune caratteristiche microbiologiche del terreno.	55
<i>Pennelli B., Rossi G., Giacomi V. e Figliolia A.</i> Dinamica del Cd nel sistema suolo-pianta in un terreno inoculato con micorrize selezionate: esperienza su orzo coltivato in vasche lisimetriche.	62
<i>Pizzeghello D., Nicolini G. e Nardi S.</i> Turnover della sostanza organica ed attività biologica di sostanze umiche provenienti da faggete diverse.	63
<i>Quiquampoix H., Abadie J., Servagent-Noinville S., Baron M., Rao M.A., Gianfreda L. e Violante A.</i> Hard and soft proteins: an useful concept to understand soil enzyme activity.	64
<i>Rao M.A., Sannino F., Filazzola M.T. e Gianfreda L.</i> Gli enzimi ed il suolo: problematiche e potenzialità.	68
<i>Saccomandi F., Filazzola M.T. e Gianfreda L.</i> Nuove tecniche per Vecchi Problemi. Una risposta microbiologica all'inquinamento di suoli da liquidi in fase non acquosa (NAPLS).	71
<i>Sessi E., Pizzeghello D., De Siena C., Tomasi M., Nicolini G., Frosi P. e Nardi S.</i> Caratterizzazione del turnover della sostanza organica del suolo e studio dell'attività biologica di sostanze umiche in ecosistemi montani sottoposti a cambiamento d'uso del suolo.	75

IV COMMISSIONE

FERTILITÀ DEL SUOLO E NUTRIZIONE DELLE PIANTE

PRESIDENTE

ANNA BENEDETTI

ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA NUTRIZIONE DELLE PIANTE

<i>Agnelli A., Celi L., Degli Innocenti A., Corti G. e Ugolini F.C.</i> Le sostanze umiche nello scheletro del suolo.	20
<i>Ajmone Marsan F., Facchinelli A., Celi L. e Barberis E.</i> Valutazione del rischio di perdita di fosforo dal suolo mediante indici semplici.	21
<i>Convertini G., Ferri D. e Maiorana M.</i> Bruciatura ed interrimento dei residui colturali: influenza sul contenuto di azoto minerale e sulla biomassa microbica del suolo.	35
<i>Convertini G., Maiorana M. e Ferri D.</i> Effetti di modalità di lavorazione del terreno e di gestione dei residui colturali sul contenuto di azoto minerale e sulla biomassa microbica.	36
<i>Micciulla O., Dell'Abate M.T. e Alianello A.</i> Comparazione dei flussi di mineralizzazione di azoto e carbonio in due suoli forestali a <i>Quercus cerris</i>	59
<i>Papini R., Panichi A., Bazzoffi P., Pellegrini S., Montagna G. e Natarelli L.</i> Influenza del diverso uso del suolo sull'impatto ambientale e sull'evoluzione della fertilità in una zona collinare del centro Italia.	61
<i>Rea E., Di Monte G., Bragaloni M., Tullio M. e Pierandrei F.</i> Impatto del cadmio sulla micorrizosfera e sul ciclo produttivo di una coltura di orzo.	69
<i>Zaccheo P., Crippa L. e Ricca L.</i> Messa a punto e prime applicazioni di un sistema sperimentale per lo studio delle trasformazioni di materiali organici nel sistema suolo-pianta.	82

V COMMISSIONE

GENESI, CLASSIFICAZIONE E CARTOGRAFIA DEL SUOLO

PRESIDENTE
SERGIO VACCA

**ENTE AUTONOMO DEL FLUMENDOSA, SETTORE SALVAGUARDIA DEL TERRITORIO E DEI CORPI IDRICI,
CAGLIARI**

<i>Adamo P., Pigna M., Vacca A. e Violante P.</i> I suoli della caldera del vulcano Roccamonfina.	18
<i>Castelli F., Costantini E. A.C. e Perini L.</i> Use of the EPIC model for the classification and qualification of Italian Pedoclimates.	32
<i>Castrignanò A., Colucci, R., Convertini, G., Ferri, D., La Cava, P. e Mastrorilli M.</i> Valutazione e descrizione della fertilità di terreni meridionali mediante mappe realizzate con la geostatistica multivariata, per l'impiego razionale di concimi azotati.	33
<i>Costantini E.A.C., Iori M., Castelli F., Raimondi S. e Lorenzoni P.</i> Validazione di alcuni modelli tradizionali ed innovativi per la classificazione del regime idrico del suolo: cinque anni di esperienze nel Nord, Centro e Sud Italia.	38
<i>Fernàndez-Sanjurjo M.J., Corti G. e Ugolini F.C.</i> Contributo allo studio della rizosfera in suoli vulcanici.	42
<i>Gardi C. e Vianello G.</i> Valutazione dell'approccio pedometrico per il calcolo del bilancio idrico a livello territoriale.	48
<i>Gherardi M., Rosetti P. e Vianello G.</i> L'utilizzazione dei sistemi informativi geografici per l'applicazione delle normative allo spargimento dei liquami zootecnici nei suoli del Veneto.	49
<i>Mecella G., Scandella P. e Raspa G.</i> La geostatistica applicata allo studio della variabilità territoriale della permeabilità dei suoli: Alta Valle del Tevere.	58
<i>Raimondi S. e Lupo M.</i> Il clima ed il pedoclima dei monti di Palermo.	65
<i>Raimondi S., Lupo M. e Tusa D.</i> Su una toposequenza nel complesso boscato di Piazza Armerina (EN).	66
<i>Raimondi S., Mirabella A. e Screpis S.</i> La serie dei suoli Floresta nei Monti Nebrodi in Sicilia.	67
<i>Rosetti P., Gherardi M., Staffilani F. e Vianello G.</i> I sistemi informativi geografici e l'applicazione delle normative regionali in materia di ambiente.	70
<i>Scalenghe R., Certini G., Corti G. Ugolini F.C. e Zanini E.</i> Ipotesi sulla genesi ed evoluzione del carattere fragico.	73
<i>Sulli L., Costantini E. e Gardin L.</i> Versione 1999 del software ISSDS per l'archiviazione dei dati pedologici e del relativo manuale di rilevamento: sintesi delle nuove caratteristiche e funzionalità.	80

VI COMMISSIONE

TECNOLOGIA E CONSERVAZIONE DEL SUOLO

PRESIDENTE

DINO TORRI

ISTITUTO PER LA GENESI E L'ECOLOGIA DEL SUOLO -CNR, FIRENZE

- Canali S., Dell'Orco S., Rocuzzo G. e Benedetti A.*
Effetto di differenti sovesci sulla fertilità azotata di suoli condotti con metodo biologico. 31
- De Giorgio D., Convertini G., Ferri D., La Cava P. e Montemurro F.*
Modifiche delle caratteristiche del sistema pianta -suolo indotte dalla riduzione delle lavorazioni del terreno in frumento e fava in rotazione. 39
- De Giorgio D., La Cava P., Montemurro F., Convertini, G. e Ferri D.*
No-tillage, pacciamatura vegetale e sovescio: effetti combinati rilevati in un dodicennio su di un terreno meridionale coltivato a mandorlo. 40
- Ferri D., Convertini G., La Cava P., Mastrorilli M. e Montemurro, F.*
Influenza del sovescio di leguminose su alcune caratteristiche del terreno e sulla produttività del frumento in ambiente meridionale. 45
- Freppaz M., Acutis M., Scalenghe R. e Zanini E.*
Bio-pedotrattamento dei reflui zootecnici in ambiente alpino: primi risultati sperimentali in campo e loro modellizzazione. 47
- Ibrahim M. S., Boero V. e Franchini-Angela M.*
Ritenzione dell'ammonio in colonne di suolo trattate con tufi zeolitici e bentonite. 51
- Scandella P., Piccini C., Di Blasi N. e Lauciani R.*
Il rapporto acqua-terreno: indice di qualità per il recupero e la salvaguardia di suoli non agricoli. 74

VII COMMISSIONE

MINERALOGIA DEL SUOLO

PRESIDENTE

VALTER BOERO

DIPARTIMENTO DI VALORIZZAZIONE E PROTEZIONE DELLE RISORSE AGROFORESTALI
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO

- Adamo P., Vingiani S. e Violante P.*
Bioalterazione di tefriti fonolitiche dell'Etna (Sicilia) operata dai licheni *Stereocaulon vesuvianum* (Pers.) e *Lecidea fuscoatra* (L.) Ach. e dal muschio *Grimmia pulvinata*. 19
- Boero V., Crosa M. e Franchini-Angela M.*
Determinazione delle dimensioni medie della goethite mediante analisi dei profili di diffrazione: influenza delle riflessioni e dei parametri dell'allargamento. 29
- Boero V. e Franchini A.*
Spinelli magnetitico-cromitici di una serpentinite e arricchimento di Cr, Ni, e Mn nei suoli su essa sviluppati. 30

VIII COMMISSIONE

SUOLO E AMBIENTE

PRESIDENTE

GUIDO SANESI

**DIPARTIMENTO DI SCIENZA DEL SUOLO E NUTRIZIONE DELLA PIANTA
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE**

- Barberis R. e Pugliese A.*
Le attività del centro tematico nazionale "Suolo e siti contaminati" (CTN SSC). 24
- Beccaloni E. e Musmeci L.*
Suoli contaminati: biodisponibilità di elementi tossici accertata tramite test di eluizione in colonna e in batch. 25
- Bertolino F., Buondonno A., Chersich S., Comolli R., Coppola E., Moia F., Patrini B., Previtali F., Salvi M. e Solaro S.*
I suoli dell'Alta Valchienna (Sondrio) e il loro significato quali indicatori di contaminazione in ambiente alpino. 27
- Mulè P., Castaldi P. e Melis P.*
Possibilità di impiego del compost nel risanamento delle discariche. 60
- Soprano M., Terribile F., Colombo C. e Violante A.*
Contenuto e distribuzione di metalli pesanti in suoli vulcanici di due ambienti campani a rischio ambientale. 77
- Staunton S.*
The fate of radiocaesium in soils: classical theory and recent surprises. 79

INDICE PER AUTORI

A

Abadie J.	64
Acutis M.	47
Adamo P.	18; 19
Agnelli A.	20
Ajmone Marsan F.	21
Alianello A.	59
Allievi L.	22
Ambrosoli R.	23
Aromolo R.	44

B

Baffi C.	26; 76
Bagnoli G.	46
Barberis E.	21; 54
Barberis R.	24
Baron M.H.	64
Bazzoffi P.	61
Beccaloni E.	25
Bedini S.	46
Benedetti A.	31
Beni C.	44
Beone G.M.	26; 76
Bertolino F.	27
Biondi F.A.	28
Blaser P.	13
Blasi G.	78
Boero V.	29; 30; 51; 52
Bollag J.M.	14
Bonifacio E.	72
Bouma J.	15
Bragaloni M.	69
Buondonno A.	27

C

Cacchi D.	34
Canali S.	31
Castaldi P.	60
Castelli F.	32; 37; 38
Castrignanò A.	33
Cavazza L.	34
Celi L.	20; 21; 54
Certini G.	73
Chersich S.	27
Coli A.	55
Colombo C.	77
Colucci R.	33
Comolli R.	27
Convertini G.	33; 35; 36; 39; 40; 45
Coppola E.	27
Corti G.	20; 42; 73
Costantini E.A.C.	32; 37; 38; 80
Crippa L.	82
Crosa M.	29

D

De Cristofaro A.	41
De Giorgio D.	39; 40
De Siena C.	75
De Simone C.	78

Degli Innocenti A.	20
Dell' Abate M.T.	59
Dell' Orco S.	31
Di Blasi N.	74
Di Dio C.	28
Di Monte G.	69
Dotta A.	43

F

Facchinelli A.	21
Fan L.	41
Farini A.	50
Fernández-Sanjurjo M.J.	42
Ferrari F.	22
Ferraris S.	43
Ferrazza P.	44
Ferri D.	33; 35; 36; 39; 40; 45
Figliolia A.	28; 44; 62
Filazzola M.T.	68; 71
Filippi C.	46
Francaviglia R.	57
Franchini-Angela M.	29; 30; 51
Freppaz M.	47
Frosi P.	75

G

Gardi C.	48
Gardin L.	80
Gaspari N.	34
Gennari M.	52
Gherardi M.	49; 70
Giacomi V.	62
Gianfreda L.	64; 68; 71
Gigliotti C.	22; 50
Ginanni M.	55
Guasco C.	23

I

Ibrahim M.S.	51
Iori M.	37; 38

L

La Cava P.	33; 40; 45
Lauciani R.	74
Leone P.	52
Lorenzoni P.	37; 38; 78
Lupo M.	65; 66

M

Maiorana M.	35; 36
Marchetti A.	57
Marchetti R.	53
Marcucci A.	44
Martin M.	54
Mastrorilli M.	33; 45
Mazzoncini M.	55
Mecella G.	57; 58
Melis P.	60
Micciulla O.	59
Mirabella A.	67
Moia F.	27
Montagna G.	61

Montemurro F.	39; 40; 45
Mulè P.	60
Musmeci L.	25
<i>N</i>	
Nardi S.	63; 75
Natarelli L.	61
Nègre M.	52
Nicolini G.	63; 75
<i>O</i>	
Orecchia P.	72
<i>P</i>	
Pagliai M.	81
Panichi A.	61
Panusa A.	78
Papini R.	61
Patrini B.	27
Patruno A.	34
Pellegrini S.	61; 81
Pennelli B.	62
Perini L.	32
Piccini C.	74
Pierandrei F.	69
Pigna M.	18
Pizzeghello D.	63; 75
Previtali F.	27
Pugliese A.	24
<i>Q</i>	
Quiquampoix H.	64
<i>R</i>	
Raimondi S.	37; 38; 65; 66; 67
Rao M.A.	64; 68
Raspa G.	58
Rea E.	69
Ricca G.	82
Risaliti R.	55
Rocuzzo G.	31
Rosetti P.	49; 70
Rossi G.	62
<i>S</i>	
Saccomandi F.	71
Salvi M.	27
Sannino F.	68
Santoni S.	72
Scalenghe R.	43; 47; 73
Scandella P.	57; 58; 74
Screpis S.	67
Servagent-Noinville S.	64
Sessi E.	75
Silva S.	26; 76
Socciarelli S.	28
Solaro S.	27
Soprano M.	77
Spadoni M.	78
Spallacci P.	53
Staffilani F.	70
Sulli L.	80

T

Terribile F.	77
Tomasi M.	75
Tullio M.	69
Tusa D.	66

U

Ugolini F.C.	20; 42; 73
-------------------	------------

V

Vacca A.	18
Vianello G.	48; 49; 70
Vignozzi N.	81
Vingiani S.	19
Violante A.	41; 64; 77
Violante P.	18; 19

W

Wilson M.J.	16
------------------	----

Z

Zaccheo P.	82
Zanini E.	47; 72; 73

KEYNOTE PAPERS

Long-term trends in soil acidification in southern Switzerland and its possible consequences for tree growth

Blaser P.

Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Zurcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf, Switzerland

Long-term soil acidification has been of concern in Europe over the last few decades, particularly within the context of acidic deposition. Various studies have suggested that on sensitive soils, there has been a progressive acidification of the upper horizons. However, many such studies are difficult to interpret because of sampling difficulties. In Ticino, southern Switzerland, soil solution chemistry in a former chestnut coppice forest has been investigated in a case study.

Sampling took place fortnightly for the past 10 years using suction lysimeters placed below the litter layer, in 30 cm, 60 cm and 110 cm depths. Over this period, the molar BC/Al ratios have shown a progressive and significant decline in all mineral horizons, indicate that the extent of the decline in the BC/Al ratio differs with the depth. At 60 cm and 110 cm depths, the acidity is currently most intensively buffered by strong aluminium release. Experimental work has shown that chestnut has significantly reduced biomass increment when the soil solution BC/Al ratio is less than 1. Over the last 10 years, there are indications that the nutritional status of the soil solution sampled immediately under the litter layer. The reductions are likely to cause long-term changes in the growth of trees at the site. Future investigations will concentrate on the physiological status of tree roots at the site and will replicate the study in other sensitive soils in Switzerland.

Catalytic effects of mineral colloids and enzymes on the transformation of xenobiotic compounds in the soil

Bollag J.M.

Laboratory of Soil Biochemistry The Pennsylvania State University

The presence of abiotic (e.g. clay minerals, metal oxides) and biotic (enzymes) catalysts is the major reason that naturally-occurring and xenobiotic chemicals are transformed in the soil. However, in the natural environment, it is often difficult to determine which catalyst has generated a transformation reaction. In addition, often it is not obvious if a participant in a reaction is a catalyst or a reactant. In our investigations we showed that enzymes and clay minerals behaved similarly in their capacity to catalyze the oxidation of various organic compounds, but their reaction mechanism was different. For instance, transformation of 2,6-dimethoxyphenol could clearly be detected after incubation with either birnessite or a phenoloxidase, but oxygen uptake could usually be demonstrated only with the enzyme. It appeared that birnessite acted as an oxidizing agent, rather than as a true catalyst such as the phenoloxidase. The enzymes were found to be more effective oxidative agents than abiotic compounds, but because of their abundance in nature the role of abiotic agents may be significant.

Incubation of chlorinated phenols and anilines with oxidoreductive catalysts (peroxidase, laccase, tyrosinase, and birnessite) in the presence of humic acid led to oligomerization of the substrates or to their binding to organic matter. The effect of humic acid on the overall transformation depended on the substrate, type of catalyst, the concentration and source of the humic acid. In experiments with ¹⁴C-labeled substrates, for instance, 4-chlorophenol was mainly bound to humic acid and formed few oligomers, whereas 4-chloroaniline was largely subject to oligomerization with less binding to humic acid.

Future research must address the question of how to apply enzymes or abiotic catalysts (oxidizing agents) in the natural habitat. In nature it is very likely that biotic and abiotic catalysts interact in the transformation of natural and anthropogenic compounds. Consequently, considering the use of catalysts for environmental cleanup purposes, it will be of particular interest to study the simultaneous activities of various catalysts in nature and to investigate their combined effect on the oxidation of xenobiotics in the soil.

New approaches for land evaluation

Bouma J.

Member Scientific Council for Government Policy and Professor, Dept. Soil Science and Geology, Agricultural University, Wageningen, Netherlands

Land evaluation should reach out from being a pedocentric, top-down activity at expert level to become a contributor to interdisciplinary projects at different spatial scales, which are, increasingly, executed interactively with various stakeholders. It can do so with confidence since several new tools have come of age.

New remote sensing techniques enable complete, detailed multitemporal observation of the surface of the earth and its vegetative cover; and a whole range of new *in-situ* monitoring methods provide excellent future opportunities for land evaluation. New forms of management on farm level, summarized as precision agriculture, are crucial to develop sustainable production systems. Automated farm machinery allows site-specific fertilization, planting and crop protection. Soil sampling based on a landscape and geostatistical analysis of spatial patterns increasingly support practical management and feeds dynamic simulation models of crop growth and solute fluxes. Such models allow expressions of variability as a function of space and time and are, therefore, particularly suitable to define land quality indicators. Pedotransferfunctions are developed to use existing soil data for predicting necessary, but unavailable, parameters to be used in land evaluation. Digital Terrain Models allow distinction of two and three-dimensional processes in landscapes. Interactive GIS systems are increasingly important as learning tools allowing interaction between researchers, land users and policy makers and other soil-data users by generating alternative management scenarios, using both back- and forecasting techniques. On a regional scale, the stakeholders are usually planners and politicians and interest is focused on defining alternative land use options, from which a choice has to be made. Land-use negotiations are facilitated by procedures using interactive multiple goal planning techniques. Case studies are presented.

Selection of methods with the proper degree of detail is very important, as often mistakes are made using a detailed model without proper data or an expert approach which does not provide results of sufficient specificity. More attention should be paid to analysing any particular problem to be studied before the work is started.

Minerals and their interactions within the environment

Wilson M.J.

Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, AB15 8QH, UK

Soil mineralogy plays an essential role in the determination of soil properties and behaviour, particularly with respect to the natural fertility status of soils as well as the degradative changes that may occur under the impact of various forms of pollution. This point will be illustrated by reference to case studies involving soil acidification following acid deposition from the atmosphere, heavy metal pollution arising from man's industrial activities, and radionuclide pollution from the aftermath of the Chernobyl accident.

It is now widely accepted that anthropogenic acid deposition can exacerbate the natural acidification processes of soil, but the rate at which this occurs depends crucially upon the buffering capacity of the soil minerals. The critical load concept describes the susceptibility of soils to anthropogenic acidification leading to ecological damage, and has been extensively used to develop strategies aimed at abatement of acidic emissions. The concept is fundamentally based upon the rates of weathering (release of base cations) from soil minerals. Although attempts to quantify mineral weathering rates in the soil have not met with uniform success, the critical load concept itself remains a valid approach to the problem of global acidification and does at least serve to highlight areas at greatest potential risk. This will be illustrated by attempts to classify The FAO soil taxonomic system in terms of mineralogy, critical load and weathering rates and to identify areas in the developing world which may be most seriously affected by acid deposition.

Degradation of soil quality through heavy metal contamination is becoming a matter of serious concern in many countries, although in most instances the problem is of a localized nature. This is true even in central and eastern European countries which are often portrayed in the west as being extensively polluted. Assessment of the extent of heavy metal pollution is frequently based upon total heavy metal content, although it has long been realized that the availability and mobility of the metals are more significant factors. These factors are influenced to a large extent by the mineral forms with which the heavy metals are associated and several examples will illustrate this point. Minerals may also be important in the remediation of heavy metal contaminated soils as will be shown by examples involving zeolites and iron oxides.

The radioactive fallout resulting from the Chernobyl accident resulted in the contamination of large areas of highly organic soils in upland Britain. It transpires that the mineral content of these soils, even though present at very low levels is a key factor in influencing the movement of radiocaesium to the wider environment.

It is concluded that these examples show that soil mineralogy contributes significantly to our understanding of soil properties and behaviour in the broad context of the environment, as well as in agriculture. One of the challenges of twenty-first century soil science will be to integrate soil mineralogy more closely with the other major disciplines of soil science so as to achieve a more complete and holistic understanding of soils in the environment.

RIASSUNTI DELLE
COMUNICAZIONI

I suoli della caldera del vulcano Roccamonfina

Adamo P., Pigna M., Vacca A. e Violante P.

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"

Il vulcano Roccamonfina emerge isolato da una vasta depressione tettonica, circondata da formazioni calcaree del Mesozoico, nella fascia tirrenica della Campania nord-occidentale, a circa 60 km a NNW da Napoli.

L'attuale edificio costituisce il residuo a recinto dell'originario vulcano-strato formato da lave e piroclastiti di varia composizione, appartenenti a due cicli, di età compresa tra 1.54 ± 0.06 e 0.25 ± 0.04 milioni di anni. I materiali del primo ciclo sono costituiti da lave e piroclastiti leucititiche, leucitico-tefritiche, leucitico-fonolitiche e trachitico-fonolitiche. Quelli del secondo ciclo risultano definiti da lave con composizione trachi-andesitica o latitica e da un'ignimbrite grigia di composizione trachitica.

Nella regione del Roccamonfina si accertano condizioni climatiche definite, in media, da apporto meteorico annuale di 1320 mm di pioggia, con distribuzione stagionale di 454 mm in autunno, 502 mm in inverno, 282 mm in primavera e 82 mm in estate.

La temperatura media annuale è di $13,7^{\circ}\text{C}$ variabile intorno a $15,0^{\circ}\text{C}$ da ottobre a dicembre, a $6,2^{\circ}\text{C}$ da gennaio a marzo, a $11,8^{\circ}\text{C}$ da aprile a giugno e a $21,6^{\circ}\text{C}$ da luglio a settembre.

Il popolamento vegetale della caldera è costituito dal prevalente consorzio Castagno e Nocciolo e dalla frequente presenza di *Cistus salvifolius* L., *Cytisus scoparius* (L.) Link e *Pteridium aquilinum* (L.) Kühn in Decken.

In questa Nota vengono riportati i primi risultati di uno studio finalizzato alla caratterizzazione, con particolare attenzione agli aspetti pedogenetici, dei suoli derivati dall'alterazione di litotipi vulcanici diversi affioranti nell'area del vulcano.

All'interno della caldera, la cui morfologia è resa peculiare dalla doppia cupola di lava latitica costituita da Monte S. Croce (1006 m, s.l.m.) e da Monte Lattani (810 m, s.l.m.), sono stati identificati, descritti e campionati sette suoli rappresentativi, originatisi dall'alterazione di piroclastiti leucitico-tefritiche, lave trachi-andesitiche, ignimbrite alcalitrachitica, scorie trachi-andesitiche, cineriti trachi-basaltiche, tufi trachitici e piroclastiti trachitiche. I suoli, presenti a quote comprese tra 865 e 550 m, s.l.m., sono caratterizzati, sempre, da profilo A1-A2-Bw-C, di spessore variabile, con orizzonti di superficie ricchi di sostanza organica, soffici e non elevata densità apparente. Le principali differenze morfologiche riscontrate sono riferibili al diverso sviluppo degli orizzonti. I suoli più profondi, con spessore superiore al metro, sono quelli derivati dalle piroclastiti leucitico-tefritiche, dalle lave trachi-andesitiche, dall'ignimbrite alcalitrachitica e dalle scorie trachi-andesitiche. I suoli derivati dagli altri materiali hanno invece il limite superiore dell'orizzonte C a meno di mezzo metro di profondità.

Sui campioni prelevati dagli orizzonti dei diversi profili sono state condotte indagini analitiche fisiche, chimiche e mineralogiche. Risultano confermati, in particolare nei suoli derivati dall'alterazione delle piroclastiti leucitico-tefritiche i caratteri andici, già evidenziati in lavori precedenti, determinati dalla presenza di costituenti allofanici. L'analisi diffrattometrica (XRD) della frazione argillosa ha evidenziato, negli orizzonti più profondi, presenza prevalente dell'hallowite a 1,000 nm e diminuzione dell'intensità degli effetti di diffrazione riferibili all'illite e a minerali a 1,400 nm. L'accertamento di quarzo nella parte più superficiale dei profili costituisce indicazione di apporto eolico.

Le osservazioni al microscopio elettronico a trasmissione (TEM) e a scansione (SEM) hanno consentito l'identificazione della morfologia tubolare e sferoidale dell'hallowite e di quella tipica dell'imogolite, definita da filamenti tubolari, morbidi ed incurvati, spesso disposti in parallelo.

I risultati delle indagini condotte con l'impiego dell'analisi termodifferenziale e della spettroscopia infrarossa hanno fornito ulteriori indicazioni della neogenesi, in alcuni orizzonti, di imogolite e di proto-imogolite.

Bioalterazione di tefriti fonolitiche dell'Etna (Sicilia) operata dai licheni *Stereocaulon vesuvianum* (Pers.) e *Lecidea fuscoatra* (L.) Ach. e dal muschio *Grimmia pulvinata*

Adamo P., Vingiani S. e Violante P.

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"

Licheni e muschi sono organismi vegetali in grado, per primi, di colonizzare le superfici rocciose, avviandone la bioalterazione.

E' stato messo in evidenza che i litotipi ricoperti da licheni o da muschi costituiscono sistemi ideali per lo studio e la valutazione dei processi biogeofisici e biogeochimici di *weathering* che possono definire le fasi iniziali della pedogenesi.

E' stata notata, altresì, stretta relazione fra composizione del substrato litico e natura dei composti organici insolubili, in particolare ossalati, che si accumulano nel tallo lichenico e nel muschio.

Vengono presentati i risultati di un'indagine condotta per l'accertamento del processo di alterazione di una tefrite fonolitica colonizzata da *Stereocaulon vesuvianum* (Pers.), lichene fruticoso, da *Lecidea fuscoatra* (L.) Ach., lichene crostoso, e dal muschio *Grimmia pulvinata*.

Numerosi campioni della roccia lichenizzata e del suolo 'litomorfo' coperto dal muschio sono stati raccolti sulle pendici dell'Etna (Sicilia orientale), ad un'altitudine di circa 1550 m s.l.m., sulle colate di lava del 1669. La roccia è composta prevalentemente da una massa vetrosa caratterizzata dalla presenza di abbondanti fenocristalli o microfenocristalli di plagioclasio calcico, clinopirosseno, olivina e titanomagnetite.

Sono stati separati e sottoposti ad indagine analitica: frammenti di roccia non alterata, parti della superficie litica immediatamente sottostante gli organismi vegetali, costituenti minerali residuati dopo trattamento con H_2O_2 dal materiale roccioso amminutato e dal suolo, intimamente associati al tallo lichenico o al cuscinetto muscinale.

La composizione chimica delle diverse frazioni è stata determinata con l'impiego della spettroscopia a fluorescenza (XRF).

Il calcolo del fattore di arricchimento (Enrichment Factor = $[C_x/C_{Al}(\text{organismi vegetali})]/[C_x/C_{Al}(\text{roccia})]$; dove C_x = concentrazione di ciascun metallo; C_{Al} = Concentrazione dell'Al, uno dei metalli più rappresentati nella composizione della crosta terrestre e di limitato significato metabolico negli organismi vegetali) ha consentito di accertare accumulo preferenziale, nei licheni e nel muschio, dei metalli che caratterizzano la composizione chimica del substrato e di mettere in evidenza possibili fenomeni di inquinamento.

I valori dell'E.F. di poco superiori all'unità suggeriscono accumulo preferenziale di Fe e Mg nei tessuti di *Grimmia pulvinata* e di Ca in quelli di *Lecidea fuscoatra*. La determinazione di valori molto elevati di E.F. per il Na e il K inducono a non escludere apporto di aerosol marino.

Per avere informazioni più dettagliate sulla natura e la composizione della matrice minerale alterata, presente all'interfaccia roccia - entità vegetali, dai diversi materiali raccolti sono state separate, dopo rimozione dei costituenti organici, le frazioni granulometriche con diametro delle particelle: 200-20 μm , 20-2 μm e < 2 μm .

Con l'impiego della diffrattometria a raggi X (XRD), nei preparati orientati, ottenuti per sedimentazione di campioni di limo e argilla, sono stati identificate riflessioni a 1.430, 1.002 e 0.717 nm, riferibili alla presenza di minerali argillosi, e a 0.424 e 0.334 nm, diagnostiche di quarzo di sicuro apporto eolico.

Nel tallo di *Lecidea fuscoatra* e di *Stereocaulon vesuvianum* e nei tessuti di *Grimmia pulvinata*, sono stati individuati gli effetti di diffrazione a 0.596, 0.366 e 0.297 nm, caratteristici dell'ossalato di calcio monoidrato (whewellite)

Le osservazioni al microscopio elettronico (SEM) hanno evidenziato notevole disgregazione dei frammenti di tefrite fonolitica separati dall'interfaccia roccia-organismi vegetali o dal tallo dei licheni.

Le superfici dei minerali che caratterizzano la roccia sono risultate profondamente alterate.

E' stata messa in evidenza la morfologia piana dei cristalli di whewellite.

Con particolare attenzione sono state definite la composizione e le proprietà fisico-chimiche del suolo litomorfo coperto dal muschio.

Le sostanze umiche nello scheletro del suolo

Agnelli. A.¹, Celi L.², Degli Innocenti A.³, Corti G.¹ e Ugolini F.C.¹

¹Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione delle Piante, Firenze

²DI.VA.P.R.A., Chimica Agraria, Torino

³Dipartimento di Chimica Organica, Firenze.

La sostanza organica rappresenta nel suolo una fonte di energia e di nutrienti per i microrganismi e per le piante. La frazione umificata ha effetti sul pH e sulla capacità di scambio cationico, nonché su proprietà fisiche del suolo quali la stabilità degli aggregati, la capacità di ritenzione idrica e la permeabilità. I composti organici del suolo, tramite complessazione di ioni metallici, possono inoltre aumentare la biodisponibilità di alcuni nutrienti e ridurre gli effetti tossici di altri ioni.

Come per altre caratteristiche chimico-fisiche del suolo, gli studi sulla sostanza organica sono generalmente rivolti alla terra fine, mentre la frazione grossolana o scheletro (> 2 mm), non è mai stata studiata sotto questo aspetto. Recenti studi hanno però evidenziato che questa frazione presenta proprietà paragonabili a quelle della terra fine (Ugolini et al., 1996; Corti et al., 1998).

In questo lavoro si è inteso caratterizzare gli acidi umici (AU) e fulvici (AF) estratti dallo scheletro al fine di valutare le dinamiche del C organico e avanzare ipotesi sui processi di umificazione che avvengono in questa frazione del suolo. A tale scopo sono stati presi in considerazione lo scheletro e la terra fine degli orizzonti A1 e A2 di un suolo forestale (Humic Dystrudept). Lo scheletro è stato suddiviso in base al grado di alterazione in due classi: alterato e scarsamente alterato (Corti et al., 1998). Sui campioni di terra fine e delle due classi di scheletro sono stati determinati il contenuto in N totale e C organico e la distribuzione di quest'ultimo in C umico, C costituente l'umina e C non umico. Gli AU e AF sono stati caratterizzati per la loro composizione elementare e per i gruppi funzionali attraverso analisi chimiche e spettroscopiche (UV-vis, FT-IR, ¹³C NMR).

Gli AU dello scheletro sono caratterizzati da un più alto contenuto di N e H, di gruppi paraffinici, OH alifatici di carboidrati e gruppi aromatici molto sostituiti. Queste caratteristiche sono più marcate nei clasti meno alterati. Gli AF delle tre frazioni presentano una maggiore omogeneità rispetto agli AU sebbene il contenuto di COOH e OH-acidi tenda ad aumentare andando dalla terra fine allo scheletro alterato, a quello scarsamente alterato.

Lo scheletro del suolo non costituisce quindi solo una riserva di C e N, ma un sistema dove la sostanza organica è presente in forma umica e non-umica. Gli AU e AF presenti nei clasti si differenziano sia per composizione che per struttura da quelli della terra fine. Le caratteristiche strutturali degli AU dello scheletro indicherebbero la presenza di residui di materiali biologici scarsamente degradati. La minor degradazione, ancora più evidente nei clasti meno alterati, potrebbe essere dovuta ad una protezione fisica nei confronti dell'attacco microbico, offerta dai clasti stessi. Gli AF, di dimensioni minori rispetto agli AU, presentano caratteristiche strutturali simili nella terra fine e nello scheletro grazie alla maggiore mobilità che permette loro di raggiungere tutte le frazioni presenti nel suolo. L'elevato contenuto di COOH e OH-acidi degli AF dello scheletro potrebbe però indicare che solo quelli relativamente più polari sono in grado di penetrare all'interno dei clasti, caratterizzati da una porosità meno accessibile rispetto alla terra fine. Si potrebbe avanzare l'ipotesi che gli AU, data la loro scarsa mobilità, vengano sintetizzati all'interno dei clasti, mentre gli AF, almeno in parte, penetrino nello scheletro tramite la soluzione del suolo.

BIBLIOGRAFIA

Corti, G., F.C. Ugolini and A. Agnelli. 1998. Classing the soil skeleton (greater than two millimeters): proposed approach and procedure. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62: 1620-1629.

Ugolini, F.C., G. Corti, A. Agnelli and F. Piccardi. 1996. Mineralogical, physical, and chemical properties of rock fragments in soil. *Soil Sci.* 161: 521-542.

Valutazione del rischio di perdita di fosforo dal suolo mediante indici semplici

Ajmone Marsan F.¹, Facchinelli A.², Celi L.¹ e Barberis E.¹

¹Università di Torino, Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali – Chimica Agraria.

²Università di Torino, Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche

L'aggiunta di fosforo attraverso fertilizzanti o reflui ha portato il suolo ad uno stato di sovralfertilizzazione che ne fa una importante sorgente diffusa di eutrofizzazione. E' necessario dunque disporre di metodi che permettano di valutare il potenziale rilascio di fosforo verso la falda.

Attualmente vengono impiegati approcci diversi: (i) la valutazione diretta della saturazione fosfatica; (ii) l'uso di indici specifici (disponibilità per le alghe, cartine impregnate con ossidi di Fe); (iii) l'uso indiretto dei dati di P disponibile (P_{olsen}). Mentre i primi due appaiono laboriosi e di difficile adozione su vasta scala, l'uso dei dati di P_{olsen} sembra più promettente poiché permette di utilizzare i numerosissimi dati già esistenti. Occorre tuttavia trovare una relazione tra questi dati ed il P solubile in acqua (WSP) o in elettroliti diluiti. Mentre per alcuni suoli è stata proposta una relazione lineare tra i dati di P_{olsen} e il WSP ($WSP = 0.009 \cdot P_{\text{olsen}} + 0.006$ $r^2 = 0.63^{**}$), per altri questo non è stato possibile ma si è indicato che esiste un valore di P_{olsen} (*break point*) al di sopra del quale il P solubile cresce in modo esponenziale. Il *break point* è specifico per ciascun suolo poiché è influenzato sia dalla sua capacità adsorbente, sia dalle fertilizzazioni pregresse per cui non è possibile prevederlo con facilità.

Scopo di questo lavoro è trovare, attraverso l'uso di metodologie statistiche, quali parametri, descrittivi rispettivamente della capacità di adsorbimento e della saturazione fosfatica dei suoli, correlino meglio i valori di P Olsen a quelli di P estraibile in KCl.

Per questo studio sono stati utilizzati 37 suoli coltivati provenienti da diverse località del Piemonte. Oltre alle proprietà chimico fisiche di base, sono stati determinati il P estraibile secondo il metodo Olsen e con resine anioniche, il P estraibile in KCl nonché il P, il Fe e l'Al estraibili in ossalato, da cui si è calcolato l'indice $P_{\text{ox}} / ((Fe_{\text{ox}} + Al_{\text{ox}}) \cdot 0.5)$ che è utilizzato come indice di saturazione in Olanda e Belgio. Sono stati anche determinati i parametri dell'adsorbimento e l'indice di Bache e Williams (B&W), calcolato in base all'adsorbimento di P per aggiunte di 1.5 mg per g di suolo nonché i valori di adsorbimento a 0.16, 0.24 e 0.32 mg di P aggiunto per g di suolo (*single point*).

I risultati mostrano come sia possibile mettere in relazione i valori di P_{olsen} e i valori di P solubile tramite la relazione:

$$P_{\text{KCl}} = -0.03 P_{\text{olsen}} - 1.93B\&W + 0.181 P_{\text{res}} + 5.78 \quad r^2 = 0.67^{**}$$

La quale, se vengono considerati i soli suoli calcarei (n=12), diventa:

$$P_{\text{KCl}} = -0.02 P_{\text{olsen}} - 1.67B\&W + 0.141 P_{\text{res}} + 4.60 \quad r^2 = 0.93^{**}$$

Appare dunque possibile prevedere la quantità di P solubile a partire da parametri già comunemente misurati o facilmente misurabili quali P_{olsen} , un *single point* di adsorbimento e il fosforo estraibile con le resine. Tale modello andrà ovviamente verificato estendendo l'indagine ad altre tipologie di suoli.

Comportamento della comunità microbica di un suolo in presenza di un erbicida solfonilureico, il cinosulfuron

Allievi L.¹, Gigliotti C.² e Ferrari F.¹

¹Dip. Scienze e Tecnologie Alimentari e Microbiologiche, Università di Milano.

²Dip. Fisiologia delle Piante Coltivate e Chimica Agraria, Università di Milano.

Il cinosulfuron è una delle circa trenta sulfoniluree, nuova classe di erbicidi entrata nell'impiego agricolo negli anni '80 e caratterizzata da basse dosi d'impiego. Questi erbicidi bloccano nelle piante, ed anche nei microrganismi, la sintesi dei tre aminoacidi ramificati valina, leucina ed isoleucina: la diretta disponibilità di tali aminoacidi può tuttavia evitare gli effetti di tale blocco. Sono stati reperiti in letteratura una cinquantina di lavori sulla tossicità delle sulfoniluree nei confronti di microrganismi ambientali, ma riguardano solo undici principi attivi e comunque non il cinosulfuron. Gli Autori che hanno studiato più molecole hanno comunque rilevato un comportamento differenziato. Col presente lavoro si è studiata la tossicità del cinosulfuron sulla comunità microbica di un suolo, dapprima considerata nel suo insieme e poi, per interpretare meglio i risultati, separata nei suoi componenti in coltura pura.

Aliquote di un suolo franco sabbioso con pH 6,8 e C org. 2,8% sono state incubate in laboratorio a 25°C e 60% della capacità idrica massima, trattate con 0, 0,04 (dose agronomica) e 4 ppm di cinosulfuron standard analitico. Dopo 1 e 4 settimane, in dipendenza della scarsa persistenza delle sulfoniluree, sono state determinate le cariche dei batteri aerobi ed anaerobi e dei nitrificanti autotrofi; sono state altresì valutate su subcampioni l'attività respiratoria (produzione di CO₂) e quella nitrificante potenziale dopo addizione di ammonio.

Dallo stesso suolo sono stati inoltre isolati i ceppi microbici preponderanti nei due gruppi fondamentali dei batteri e degli eumiceti (una ventina di batteri aerobi ed altrettanti di "muffe") nonché due ceppi di *Azotobacter* (azotofissatori aerobi). I batteri generici sono stati anche sottoposti a test biochimico-culturali per una miglior definizione della loro biodiversità. Tutti i ceppi sono stati sottoposti a test di tossicità *in vitro* in coltura pura in presenza di 100 ppm di cinosulfuron, in terreni di coltura agarizzati sia privi dei tre aminoacidi ramificati che contenenti gli stessi a 1 mM. Nel solo caso dei batteri generici è stato impiegato, come terzo terreno colturale, il mezzo risultato migliore per la loro coltura cioè l'estratto di terra agarizzato, che risulta contenere già una certa quantità dei tre aminoacidi citati. Oltre ai microrganismi isolati dal suolo, per confronto sono stati testati con la stessa procedura anche dei ceppi di collezione ma tipici del suolo: una decina di batteri, una muffa ed un lievito.

Nel test di incubazione del suolo in laboratorio, definibile di ecotossicità microbica, né le tre cariche né le due attività microbiche saggiate sono risultate alterate in modo statisticamente significativo dal trattamento con cinosulfuron, anche all'alta concentrazione di 4 ppm e sia dopo una settimana che dopo un mese. Nel tentativo di chiarire se tale risultato fosse dovuto a totale mancanza di influenza dell'erbicida, oppure ad un effetto o generalizzato ma molto lieve o consistente ma limitato a poche forme microbiche, è stata saggiata separatamente in coltura pura la possibilità ed entità di crescita dei ceppi rappresentativi dell'intera comunità microbica, in presenza di cinosulfuron a dosi molto alte: in base a test preliminari si è scelto 100 ppm. In assenza pressoché completa dei tre aminoacidi che consentono di aggirare il blocco della loro sintesi, quasi tutti i batteri generici ed un *Azotobacter* hanno avuto la crescita bloccata, mentre solo due delle muffe hanno avuto rallentata la crescita. In presenza degli aminoacidi liberi ad 1 mM, i ceppi risultati sensibili all'erbicida sono diminuiti a due batteri generici, oltre all'*Azotobacter* ed alle due muffe rivelatesi sensibili; il grado di inibizione era inoltre più sfumato (inibizione parziale e temporanea). Nel caso dei batteri generici la crescita su estratto di terra, a contenuto intermedio dei tre aminoacidi, ha dato un risultato intermedio: cinque ceppi sensibili. Gli stessi test effettuati su ceppi di collezione hanno fornito risultati di poco diversi: i quattro sensibili in assenza degli aminoacidi (su sette testati) si sono ridotti ad uno su estratto di terra, con o senza aggiunta degli aminoacidi; la muffa si è rivelata insensibile, il lievito sensibile in ogni condizione.

Dall'insieme dei risultati si evidenzerebbe quindi che: 1) il non emergere di alterazioni a carico dei microrganismi e delle loro attività nel test ecotossicologico sarebbe da imputare non solo alle differenze fra test *in vitro* e non, ed alla maggiore o minore dose di cinosulfuron impiegata, ma essenzialmente all'influenza negativa solo su poche forme microbiche, nelle condizioni chimiche più simili; 2) l'inibizione è maggiore nei batteri che nelle muffe ed aumenta vistosamente con la diminuzione della disponibilità di aminoacidi liberi; 3) il meccanismo di tossicità potrebbe essere anche solo quello già conosciuto per le sulfoniluree. Sembra quindi di poter concludere che il cinosulfuron possa avere solo trascurabili effetti sui microrganismi del suolo, alle dosi d'impiego o poco superiori, e che tali effetti possano comunque variare con le condizioni chimiche presenti.

Bio-pedotrattamento di reflui zootecnici in ambiente alpino: aspetti microbiologici dell'efficienza depurativa

Ambrosoli R. e Guasco C.

Università di Torino, DIVAPRA, Microbiologia e Industrie agrarie

Nell'ambito di una ricerca promossa dall'amministrazione regionale della Valle d'Aosta per attenuare l'impatto ambientale degli allevamenti zootecnici intensivi, è stata messa a punto una area umida artificiale per il trattamento dei reflui di stalla, in cui la capacità biodepurativa tradizionale è stata integrata con l'impiego di materiali adsorbenti quali ossido di ferro, zeolite e l'orizzonte A1 di un suolo tipico della zona. I principi informatori e le caratteristiche costruttive dell'impianto sono descritte altrove (Freppaz *et al.*, 1999).

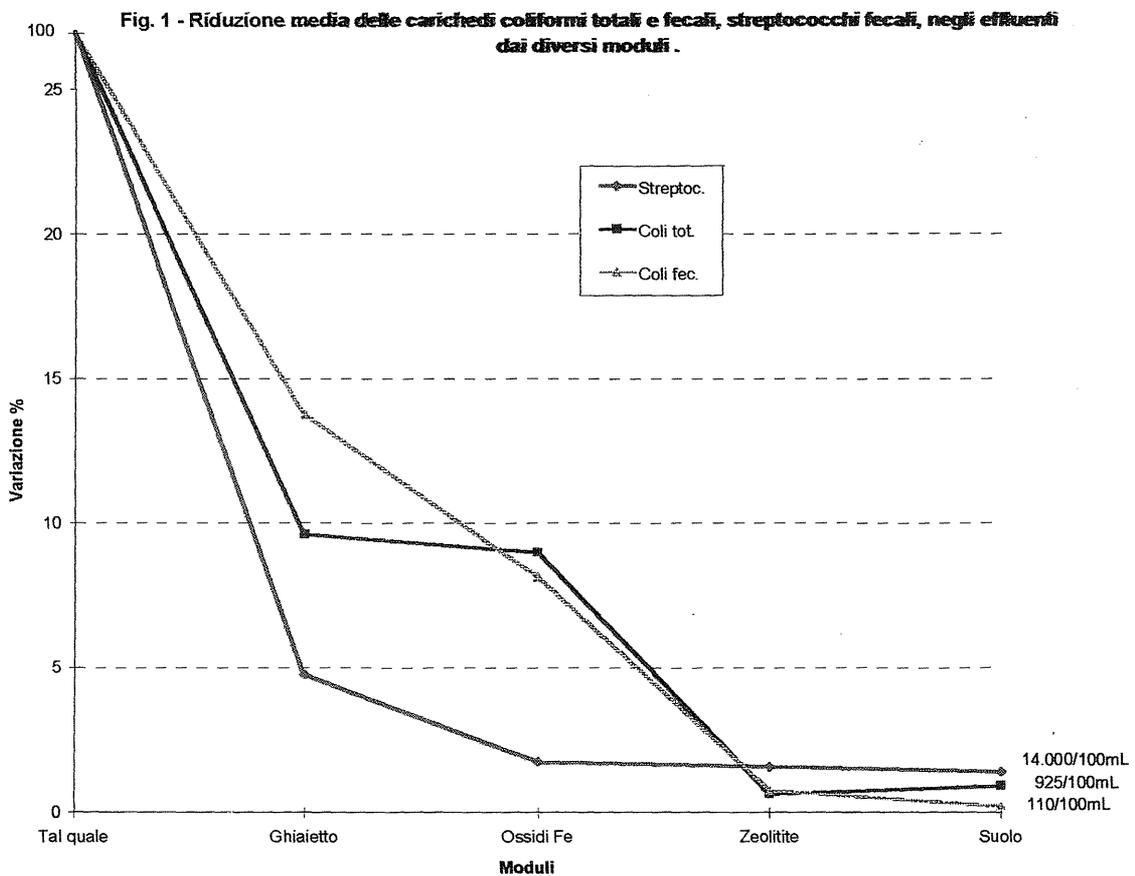
La presente ricerca si è prefissa l'obiettivo di verificare l'influenza dei materiali impiegati sulla qualità microbiologica degli effluenti e sullo svolgimento dei processi microbici coinvolti nel trattamento.

A tal fine, nel corso del 1998 sono stati prelevati periodicamente campioni degli effluenti dei diversi settori, sui quali sono state effettuate le seguenti determinazioni analitiche:

parametri igienico-sanitari (coliformi totali e fecali, streptococchi fecali) previsti dalla legge 319/76 per lo smaltimento di reflui in acque superficiali;

parametri per la valutazione dell'attività microbica nel suo complesso (carica batterica totale e livelli di ATP microbico);

indici chimico-microbiologici (forme di azoto, microflora denitrificante) atti a dar conto dell'entità dei fenomeni di nitrificazione e denitrificazione, cui è legata la mineralizzazione e successiva rimozione dell'azoto organico, e quindi la depurazione dei reflui.



I risultati ottenuti sembrano indicare una buona attitudine del sistema all'abbattimento delle cariche dei microrganismi indici di contaminazione fecale, che al termine del trattamento (Fig. 1) rientrano nei limiti previsti dalla tabella A della legge sopra citata. L'analisi delle forme di azoto indica una progressiva riduzione tanto dell'azoto organico quanto dell'azoto ammoniacale e nitrico negli effluenti dai diversi moduli, soprattutto quelli con ossido di Ferro e zeolite.

Le attività del centro tematico nazionale "Suolo e siti contaminati" (CTN SSC)

Barberis R.¹ e Pugliese A.²

¹ ARPA Piemonte

² ANPA Roma

Il CTN SSC si propone la definizione, la raccolta e l'organizzazione dei dati e delle informazioni sul suolo che sono ritenuti utili per descrivere questa matrice ambientale a livello nazionale e per indirizzare correttamente le politiche di salvaguardia ambientale ed utilizzo del territorio secondo i criteri dello sviluppo sostenibile.

Le attività del CTN comprendono dunque l'esame della domanda di conoscenza sul suolo derivante da atti di indirizzo, convenzioni, leggi e norme a livello europeo e nazionale, l'individuazione di indicatori e indici utili a descrivere la matrice suolo, le linee guida per la costruzione di questi indicatori e indici, il censimento delle sorgenti dei dati necessari per la formulazione di indicatori e indici e l'acquisizione dei dati disponibili, la qualificazione e l'integrazione di questi dati; il CTN si occupa inoltre di molte altre attività correlate, legate ad esempio agli standard di qualità ambientale o alle guide tecniche sui metodi di analisi.

Per facilitare l'approccio ad una matrice così complessa come il suolo, pur essendo perfettamente consci della unicità della matrice stessa, sono state definite quattro diverse tematiche che vogliono rappresentare quattro aspetti particolari, ampiamente correlati tra di loro, del suolo:

qualità dei suoli (Tema 18) – riguarda la rappresentazione del suolo attraverso le sue caratteristiche intrinseche, che meglio lo caratterizzano come matrice naturale in grado di svolgere le numerose funzioni precedentemente indicate;

degradazione fisica e biologica del suolo (Tema 19) – considera gli aspetti di degradazione della matrice suolo che, soprattutto nell'ultimo secolo, hanno portato o rischiano di portare ad una perdita di parte del suolo o delle sue funzionalità a causa del verificarsi di fenomeni degradativi o di utilizzo del suolo che possono considerarsi irreversibili, almeno nella scala temporale umana;

contaminazione dei suoli da fonti diffuse (Tema 20) – considera quegli aspetti qualitativi del suolo che possono risultare progressivamente compromessi da un utilizzo dello stesso, soprattutto da parte dell'uomo, con modalità tali da non rispettare i naturali tempi di riequilibrio, ovvero tali da compromettere la funzione del suolo come filtro biologico;

contaminazione puntuale del suolo e siti contaminati (Tema 21) – considera uno dei fenomeni più preoccupanti degli ultimi decenni, cioè il moltiplicarsi di situazioni di forte contaminazione di superfici ben definite di suolo da parte di attività antropiche, con necessità di interventi di bonifica che spesso non sono in grado di restituire al suolo la sua piena funzionalità.

La definizione di indicatori ed indici che siano in grado di rappresentare una determinata matrice ambientale, sia nell'ambito di processi di valutazione della matrice stessa, sia come reporting dello stato dell'ambiente, avviene attraverso l'utilizzo dello schema siglato DPSIR, cioè *Driving forces, Pressure, State, Impact e Response*.

Nella prima fase di lavoro sono stati individuati gli indicatori e gli indici prioritari per tutte le tematiche considerate, ed è stato svolto un capillare lavoro di ricerca delle informazioni esistenti a livello nazionale. Il CTN sta inoltre contribuendo alla redazione di linee guida e guide tecniche che afferiscono al problema dei siti contaminati, con particolare riferimento alle modalità di organizzazione e gestione dell'Anagrafe prevista dall'art. 17 del d. lgs. 22/1997 ed ai metodi di analisi del suolo.

Il lavoro verrà completato nei mesi successivi, unitamente alla elaborazione di criteri per lo sviluppo di banche dati e per la qualificazione dei dati, alla definizione di criteri ed organizzazione di sistemi di raccolta dei dati al fine di integrare quelli già disponibili, al censimento delle reti di monitoraggio e ad altre attività indispensabili per fornire un quadro sufficientemente completo del livello di conoscenza della matrice studiata.

Il lavoro del CTN SSC si svolge in stretta correlazione con gli altri CTN e con i corrispondenti ETC (European Topic Center) dell'Agenzia Ambientale Europea.

Suoli contaminati: biodisponibilità di elementi tossici accertata tramite test di eluizione in colonna e in batch

Beccaloni E. e Musmeci L.

Laboratorio Igiene Ambientale – Reparto Igiene Suolo
Istituto Superiore di Sanità, Roma

Il problema dei siti dismessi o in generale dei siti da bonificare, in quanto inquinati o da attività industriali, o da smaltimento abusivo di rifiuti, da sversamenti accidentali, o da altre cause, è esploso in tutta la sua gravità in Italia solo nell'ultimo decennio. In altri paesi europei ed extraeuropei tale problematica è stata già affrontata da molti anni, elaborando specifiche normative/linee guida tecniche tese sia all'individuazione dei criteri di valutazione dei suoli contaminati, sia all'individuazione delle migliori tecniche di bonifica e risanamento.

Tuttavia attualmente anche in Italia è in corso di definitiva stesura un Regolamento che in base all'art. 17 del D.Lgs5/02/97 n. 22, fissa i criteri di valutazione dei suoli contaminati, di campionamento ed analisi, di valutazione del rischio ed in ultimo di bonifica. Uno dei problemi che sono ancora di non facile risoluzione sia a livello nazionale che internazionale, è la messa a punto di idonei sistemi atti a valutare non tanto il contenuto totale dei microinquinanti, in special modo quelli inorganici e metallici, bensì la frazione "biodisponibile" degli stessi.

Il presente lavoro si prefigge l'obiettivo di portare un contributo in tal senso. E' stato esaminato un suolo agricolo contaminato da Piombo per cause non perfettamente note, sottoponendolo sia a prove in colonna (lisimetro di diametro di 20 cm) sia in batch sotto agitazione. Come eluente è stata utilizzata sia acqua deionizzata, sia acqua deionizzata acidula per acido nitrico e solforico (pH circa 4), al fine di riprodurre le condizioni di dilavamento delle acque piovane definite "acide".

Interferenze nella determinazione di cadmio in campioni di suolo e sedimento con la tecnica ICP-AES

Beone G.M., Baffi C. e Silva S.

Istituto di Chimica Agraria ed Ambientale, Facoltà di Agraria, Università Cattolica del Sacro Cuore

Nella determinazione degli elementi in traccia in campioni ambientali di tipo geologico (suoli, sedimenti, etc.) si ricorre sempre più frequentemente all'impiego della digestione con forno a microonde associata a tecniche spettroscopiche (ICP-AES, GF-AAS) le quali permettono di ottenere migliori livelli di "recovery", accuratezza e precisione rispetto a sistemi tradizionali meno innovativi. Scopo del presente lavoro è stato quello di indagare e stimare possibili interferenti durante la determinazione del cadmio in matrici di suolo e sedimenti con la tecnica ICP-AES, per evitare artefatti nelle valutazioni analitiche successive.

I campioni utilizzati per il presente lavoro, della Community Bureau de Reference (BCR), sono a) suoli: Calcareous Loam Soil CRM 141 R, Sewage Sludge Amended Soil CRM 143 e b) sedimento: Estuarine Sediment CRM 277. I campioni sono stati essiccati e omogeneizzati come indicati nelle specifiche allegate ai materiali certificati. Nella mineralizzazione dei campioni si è utilizzato un forno a microonde, CEM 2000, e sono state impiegate due differenti miscele acide ottenute da acidi superpuri: 8 mL di acqua regia e 8 mL di acqua regia addizionati di 2 mL di acido fluoridrico. Tutte le digestioni sono avvenute con 250 mg di campione portati ad un volume finale di 50 mL. La determinazione del cadmio è avvenuta utilizzando ICP-AES modello Jobin Yvon 24 con nebulizzatore cross-flow (camera Scott) o ultrasuoni (Cetac U-5000 AT). Lo studio degli interferenti è stato condotto su tre lunghezze d'onda di emissione fra quelle normalmente più utilizzate per la determinazione del cadmio (214,438 nm, 226,502 nm e 228,802 nm).

Nella determinazione del cadmio nei suoli e nel sedimento sono state osservate interferenze di tipo additivo alle lunghezze d'onda di 214,438 nm e 226,502 nm da parte di Fe e Al e, alla lunghezza d'onda di 228,802 nm, da parte di Co e As. L'interferenza da Fe, eliminabile solo con la laboriosa "correzione dell'elemento interferente", è stata stimata essere per CRM 141 R di circa il 13% a $\lambda=214,438$ nm e del 30% circa a $\lambda=226,505$ nm. Per il CRM 143 l'interferenza da Fe è risultata essere del 4% per la $\lambda=214,438$ e dell' 11% per la $\lambda=226,505$ nm. Per il CRM 277 l'interferenza da Fe è stata stimata del 26% circa a $\lambda=214,438$ e del 64% a $\lambda=226,505$ nm.

L'interferenza da Al sui predetti campioni, a tali lunghezze d'onda, è di natura diversa da quella osservata per il Fe e può essere eliminata quasi totalmente con la "correzione di background".

A $\lambda=228,802$ nm la stima di interferenza, sulla misura del Cd, è sempre stata minore dello 0,1% per il Co, mentre per l'As è stata intorno a 1,3% (suolo) e del 9% (sedimento) per l'As.

A seguito dello studio eseguito, per la determinazione di cadmio in campioni di suoli e sedimento, la $\lambda=228,802$ nm è risultata essere la meno interferita. I risultati ottenuti a seguito sia di digestioni con acqua regia che con acqua regia e HF, mostrano valori di recovery per il Cd compresi fra il 87% e il 109%, con un livello di precisione, espresso come RSD%, migliore del 7%.

I suoli dell'alta Valchiavenna (Sondrio) e il loro significato quali indicatori di contaminazione in ambiente alpino

Bertolino F.¹, Buondonno A.², Chersich S.¹, Comolli R.¹, Coppola E.², Moia F.¹, Patrini B.¹, Previtali F.¹, Salvi M.¹, Solaro S.¹

¹ Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio, Università di Milano-Bicocca

² Facoltà di Scienze Ambientali, Università di Caserta

La ricerca ha due obiettivi fondamentali: a) la identificazione delle principali tipologie di suolo in Val S. Giacomo (Valchiavenna, Sondrio); b) la verifica di un possibile stato di contaminazione ambientale, conseguente alla deposizione atmosferica di inquinanti.

L'indagine sui suoli, integrata dal campionamento mirato e dalle analisi di laboratorio, si propone d'identificare il ciclo biogeochimico di alcuni elementi in traccia, evidenziati per tipi di suolo caratteristici dell'area, in stazioni dotate di elevata rappresentatività geografica, geomorfologica, geologica, vegetazionale e climatica.

Lo studio pedologico fa parte di una serie articolata di ricerche geologiche, idrologiche e idrogeologiche, climatiche, vegetazionali e geochimiche, incentrate sulla Valchiavenna e coordinate dal Centro di Studio per la Geodinamica Alpina e Quaternaria del CNR di Milano. La valle, aperta verso la pianura Padana e suscettibile a sistemi aperti di circolazione idrica e atmosferica, è stata scelta come bacino-pilota per lo studio e il controllo della qualità dell'ambiente nell'arco alpino.

In ambiente montano e alpino le caratteristiche pedologiche e vegetazionali sono legate in modo significativo, oltreché alla composizione petrografica dei substrati litologici, anche alla quota della stazione. Sono stati, pertanto, definiti alcuni transetti topografici, estesi in senso nord-sud ed est-ovest, lungo il solco vallivo principale e le vallate secondarie. Lungo tali transetti sono state individuate 45 stazioni di osservazione e campionamento, collocate a intervalli di circa 300 m di dislivello altimetrico, con l'obiettivo di garantire un sufficiente grado di rappresentatività, anche di tipo spaziale, dei regimi climatici e dunque delle deposizioni atmosferiche. La ripartizione altitudinale dei siti studiati ha quindi consentito - alla conclusione della prima fase dei rilevamenti e delle analisi - di evidenziare la variabilità dei suoli e della vegetazione, in termini tipologici piuttosto che cartografici.

Ogni stazione - georeferenziata e descritta negli aspetti topografici, geolitologici e geomorfologici - è stata contrassegnata in loco, così da poterne rintracciare in futuro l'ubicazione, per un previsto monitoraggio. I profili pedologici descritti sono stati campionati nell'intero spessore degli orizzonti, curando anche la rappresentatività del campione in termini di variabilità laterale. In totale, sono stati prelevati 157 campioni di terreno, sottoposti alle usuali determinazioni fisiche e chimiche: composizione granulometrica, pH, carbonati totali, sostanza organica, capacità di scambio cationico, cationi di scambio, frazionamento di ferro e alluminio. Sugli stessi campioni, inoltre, è in corso la determinazione degli elementi in traccia, con alcune prime risultanze.

Nelle stazioni pedologiche è stato eseguito anche uno studio floristico-vegetazionale, seguito dal campionamento della flora presente (per singole specie e complessivo) e della lettiera. Sono stati prelevati in totale 170 campioni: su di essi, come per i suoli, verrà analizzato il contenuto di elementi in traccia.

I suoli sono stati classificati secondo il sistema WRBSR (1998). Le tipologie riscontrate risultano riconducibili ai seguenti gruppi: Leptosols, Regosols, Umbrisols, Cambisols, Podzols.

Vengono mostrati i primi risultati, relativi ad alcuni aspetti pedologici e pedochimici. In particolare, viene presentata la toposequenza altitudinale Campodolcino-Val Rabbiosa-Angeloga-Pizzo Stella, tracciata in una diramazione laterale della Valchiavenna, ad orientamento NO-SE e ad estensione altitudinale compresa fra 1100 e 3150 m s.l.m. Le tipologie pedologiche sono risultate comprendere l'intera gamma dei suoli dell'intera area di studio: Cambisols e Umbrisols sui bassi e medi versanti, Podzols sugli alti versanti, Leptosols e Regosols in posizioni sommitali.

Viene illustrato l'andamento, posto in relazione alla quota di campionamento e alla profondità entro il suolo, di alcuni elementi in traccia presenti negli orizzonti di 8 profili pedologici.

La seconda fase dello studio verterà sull'analisi delle relazioni fra suolo e vegetazione soprastante (accumulo di elementi in traccia nei tessuti vegetali, di provenienza geo-pedologica o atmosferica), nonché fra suolo e altri comparti ambientali, anche allo scopo di definire livelli di concentrazione biogeochimica di fondo per i vari elementi considerati.

L'insieme delle stazioni pedologico-vegetazionali studiate verrà a costituire una prima rete di punti di controllo, da verificare a cadenza fissa, nell'ambito del programma di monitoraggio ambientale della Valchiavenna.

Effetto della lisciviazione di un suolo agrario con acque acidulate (piogge acide). Nota I

Biondi F.A., Di Dio C., Socciarelli S. e Figliolia A.

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante -Roma

Il presente lavoro si propone di verificare la lisciviazione da parte di piogge acide delle principali basi di scambio del suolo, che costituiscono i macronutrienti, nonché di alcuni metalli pesanti. A tale scopo è stato sottoposto un suolo agrario a lavaggi mensili con due tipi di soluzioni acquose acidulate.

Per questo studio è stato preso in esame un suolo agrario della provincia di Roma, formatosi su detrito di falda di rocce calcaree con apporto di materiale vulcanico, classificato secondo la FAO come *Mollic Calcic Cambisol* e le cui caratteristiche principali vengono riportate di seguito:

pH (H ₂ O)	7,8	CSC (me100g ⁻¹)	23,57	Na ⁺ (me100g ⁻¹)	0,07	sabbia (%)	27,5
Sost. org. (%)	2,3	Ca ⁺⁺ (me100g ⁻¹)	21,90	K ⁺ (me100g ⁻¹)	0,10	limo (%)	45,0
CaCO ₃ (%)	2,0	Mg ⁺⁺ (me100g ⁻¹)	1,50	Tessitura	F.A.	argilla (%)	27,5

Tabella 1: caratteristiche dell'orizzonte Ap

Mediante l'analisi termodifferenziale è stata definita la qualità delle argille presenti, che risultano essere delle "smectiti", più precisamente una miscela di "montmorillonite" e di "nontronite". Nella prima l'alluminio, che si trova nella posizione ottaedrica, è stato sostituito dal magnesio, mentre nella seconda è stato sostituito dal ferro bivalente. La presenza di questi tipi di argille smectitiche in zone con morfologia di pendio è giustificata dall'apporto di materiale ferro-magnesifero da parte delle ceneri vulcaniche; inoltre la loro presenza giustifica i valori di CSC piuttosto elevati che sono stati riscontrati.

Il pedoclima presenta condizioni di temperatura di tipo "termico" e di umidità di tipo "xerico" proprio delle regioni mediterranee, ovvero caratterizzato da una stagione estiva arida, da un inverno piuttosto mite e da massimi di piovosità autunnali.

Con l'orizzonte Ap di tale suolo, sono state allestite due serie di colonne di "lisciviazione" dotate di rubinetto per la percolazione. La prima serie è stata sottoposta a lavaggi mensili con 100 ml di H₂O + CO₂ a pH 4,5 (soluzione A); la seconda serie è stata sottoposta a lavaggi effettuati con la medesima frequenza, con 100 ml di H₂SO₄ 0,005N (soluzione B).

Nei percolati, ottenuti dalla lisciviazione con le due soluzioni considerate, è stato determinato il contenuto di Ca, Mg, Na e K, nonché di Cu e Zn. Le concentrazioni dei cationi alcalino ed alcalino-terrosi sono state determinate mediante lettura allo spettrofotometro ad assorbimento atomico, mentre quelle degli ioni metallici Cu e Zn, mediante spettrofotometria al plasma (ICP).

Considerando la sommatoria dei cationi rilasciata alla fine dei lavaggi, la soluzione A è risultata essere di poco più liscivante rispetto alla B. Nonostante ciò è importante rilevare che il coefficiente angolare della retta di regressione del trend di lisciviazione della sommatoria dei cationi è minore per i lavaggi con la soluzione B rispetto all'altra soluzione. Da ciò si può ipotizzare che nel tempo, in questo tipo di suolo, la soluzione B è in grado di lisciviare meno i cationi rispetto alla soluzione A. Ciò è spiegabile per l'effetto che ha l'acido carbonico sui carbonati che tende a spostare l'equilibrio verso le forma più solubili dello ione calcio nella soluzione circolante.

In generale per quanto riguarda i cationi Ca, Mg, Na e K, i coefficienti angolari dei trend di lisciviazione per le colonne trattate con la soluzione B risultano positivi, rivelando quindi un aumento delle perdite nel tempo. Tale fenomeno si può spiegare con un possibile effetto "modificante" della soluzione adoperata, che nel corso delle somministrazioni, tende a alterare il "sistema" di adsorbimento della fase argillosa.

Valutando inoltre il rilascio di Cu e Zn in seguito alla lisciviazione con le due soluzioni, è stato rilevato che per entrambi i metalli si hanno rette di regressione praticamente orizzontali. Tuttavia lo Zn, nei valori dei percolati ottenuti con la soluzione A, presenta un trend dei rilasci con andamento sinusoidale, che tende ad aprirsi.

Determinazione delle dimensioni medie della goethite mediante analisi dei profili di diffrazione: influenza delle riflessioni e dei parametri dell'allargamento

Boero V.¹, Crosa M.¹ e Franchini-Angela M.²

¹Chimica Agraria – Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università degli Studi di Torino.

²Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche, Università degli Studi di Torino.

La determinazione diffrattometrica delle dimensioni medie apparenti D della goethite (α -FeOOH g.s. Pbnm) del suolo è di interesse non solo cristallografico, ma anche per il ruolo che questo minerale svolge nell'interazione con nutritivi, metalli pesanti, xenobiotici.

Poiché i processi coinvolti nelle interazioni si svolgono sulla superficie dei cristalli, risulta essenziale misurarne l'area superficiale con procedimenti che portino a risultati affidabili, non influenzati da interferenze con altre fasi, come si verifica ad esempio con il metodo dell'adsorbimento molecolare (N_2 -BET); per contro la diffrattometria a raggi X (XRD), consentendo la misura delle dimensioni dei cristalli lungo gli assi cristallografici, ossia D_a , D_b e D_c , conduce a una stima dell'area, nell'ipotesi che la forma dei cristalli sia un parallelepipedo; la stima sarà poi tanto più realistica, quanto più sarà stato possibile conoscere in dettaglio, attraverso la microscopia elettronica (TEM e HRTEM), la morfologia dei cristalli.

I valori di D vengono determinati per via diffrattometrica in base a diverse riflessioni hkl , utilizzando parametri dell'allargamento dei picchi quali l'ampiezza a metà altezza (FWHM), l'ampiezza integrale (β) e l'ampiezza integrale della componente Cauchy (β_c). Questi parametri sono influenzati in modo differente da *strain*, morfologia e *habitus* e correntemente da essi si ottengono i valori D_{hkl} da cui si possono derivare D_a , D_b e D_c .

Scopo di questo lavoro è stato valutare come la scelta a) delle riflessioni e b) del parametro di espressione dell'allargamento possano influenzare i valori di D_a , D_b e D_c e la conseguente stima dell'area superficiale.

Il profilo diffrattometrico di 6 campioni di goethite sintetica, con cristallinità paragonabile a quella del suolo, è stato analizzato relativamente a 9 riflessioni. I parametri dell'allargamento sono stati ottenuti mediante fitting con funzione pseudo-Voigt e successiva elaborazione matematica, comprendente l'eliminazione della componente strumentale.

Per quanto concerne l'obiettivo a) ove esistono riflessi specifici lungo gli assi cristallografici, la scelta è ovvia: così per D_b è opportuno utilizzare le riflessioni 020 e 040. Per D_a , non essendo disponibili riflessioni $h00$, è possibile derivare questo valore dalla 110, in quanto meno influenzata dalla componente b , rispetto ad altre (come 120, 130, 140). Per D_c , per motivi analoghi, risulta preferibile la 021; mentre i valori ottenuti come media dell'insieme di tutte le riflessioni comportano un grado di incertezza molto più elevato.

I risultati relativi allo scopo b) indicano che i valori di D ottenuti con β sono sempre inferiori rispetto a quelli ottenuti da FWHM e β_c . La loro variabilità sembra dipendere anche dai riflessi XRD considerati, con differenze significative nelle 6 goethiti studiate. Per tutte le goethiti i maggiori valori di area superficiale ricavata dalle riflessioni sopraindicate, sono ottenute con β , seguono i valori ottenuti con β_c e FWHM. Tali differenze si possono verosimilmente attribuire sia alla presenza di *strain*, sia ad irregolarità morfologiche.

Tabella: Valori dell'area superficiale (m^2/g) delle 6 goethiti (Gt) dedotta per via diffrattometrica

Parametri picco XRD usati	Gt 1	Gt 2	Gt 3	Gt 4	Gt 5	Gt 6
FWHM	50.4	65.3	55.4	34.0	107.3	45.1
β	65.1	82.8	73.3	43.3	147.2	62.2
β_c	52.5	63.1	62.1	33.1	137.6	58.9

Spinelli magnetitico-cromitici di una serpentinite e arricchimento di Cr, Ni e Mn nei suoli su essa sviluppati

Boero V.¹ e Franchini-Angela M.²

¹Chimica Agraria – Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle risorse Agroforestali, Università degli Studi di Torino.

²Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche, Università degli Studi di Torino.

In suoli sviluppati su serpentinite (Pontinvrea, Savona), verosimilmente con giacitura non rimaneggiata né da cause naturali né da interventi antropici, sono stati riscontrati tenori considerevoli di Mn, Ni, e Cr. La loro evidente provenienza dalla serpentinite e il loro arricchimento nel suolo sono stati studiati con specifico riferimento ai minerali della roccia più ricchi di tali metalli, cioè alcune fasi del gruppo degli spinelli, soluzioni solide di metalli bivalenti e trivalenti, qui genericamente indicati come "opachi" a prevalente magnetite-cromite. L'indagine è stata suggerita anche in relazione al fatto che la roccia è costituita quasi interamente da serpentino - crisotilo e antigorite, pressoché privi di tali metalli - con rari relitti pirossenici e, appunto, opachi.

Il presente lavoro è stato eseguito con lo scopo di caratterizzare dal punto di vista mineralogico e chimico gli spinelli, rilevandone l'eventuale stato di alterazione, in funzione del rilascio di metalli nel suolo.

Roccia madre e porzioni di scheletro di due suoli di tipo AC, sono stati analizzati mineralogicamente e chimicamente con microscopia ottica e microscopia elettronica (microsonda SEM-EDS), anche mediante mappe di distribuzione dei componenti chimici.

La percentuale media (in peso) degli ossidi metallici è molto simile nei 2 suoli per quanto riguarda Ni e Cr (0,36 e 0,56 rispettivamente) mentre è assai diversa per il Mn (0,22 vs 0,63). Tutti i valori sono sensibilmente superiori ai corrispondenti della roccia madre, con fattori di arricchimento (contenuto nel suolo/ contenuto nella roccia madre) nel suolo da 1.6 a 4.5 per MnO, da 1.1 a 1.3 per NiO e da 2.1 a 2.3 per Cr₂O₃.

Osservazioni al SEM di numerosi granuli di spinelli della roccia e dello scheletro e relative analisi alla microsonda ne mostrano di norma la *struttura zonata* a composizione variabile, riconducibile a dominanti: cromite ferriera, magnetite cromifera e Mg-cromite (MgCr₂O₄), minori ercinite (FeAl₂O₄), galaxite (MnAl₂O₄) e jacobsite (MnFe₂O₄). In alcuni casi è stata riconosciuta la trasformazione della cromite-ercinite con arricchimento verso l'interno di Fe e conseguentemente mobilizzazione di Cr espresso anche dalla presenza ai margini di granati cromiferi.

Processi di alterazione più o meno avanzata sono espressi dall'aspetto spugnoso dei granuli, dalla variabilità di composizione chimica dal nucleo alla periferia, dalla presenza ai margini anche di sporadiche fasi a solfuri.

Il Mn riscontrato nella roccia e diversamente incrementato nei suoli potrebbe essere ricondotto alla presenza negli spinelli di componenti jacobsite-galaxite, molto variabili, fino al 12 %. Anche la quantità di Ni negli opachi varia nei settori, ma è sempre modesta e non esprimibile in termini di trevorite (NiFe₂O₄). Poiché tale metallo risulta essere solo in tracce nei minerali del serpentino esaminati, il suo tenore totale, per altro molto simile nella roccia e nei suoli, potrebbe essere ricondotto in gran parte alla sua funzione di vicariante del Mg nelle componenti magnesio-cromite e spinello.

Effetto di differenti sovesci sulla fertilità azotata di suoli condotti con metodo biologico

Canali S., Dell'Orco S., Rocuzzo G. e Benedetti A.

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

La conservazione ed il miglioramento della fertilità globale dei suoli è uno dei principali obiettivi che vengono perseguiti con l'applicazione del metodo agricolo biologico. Tale obiettivo può essere raggiunto promuovendo tutte le pratiche che concorrono al mantenimento o all'aumento del tenore in sostanza organica dei terreni. Nello specifico contesto un ruolo strategico riveste la pratica del sovescio, definita in passato da alcuni Autori come la "concimazione verde". Il sovescio è realizzato con il fine principale di arricchire il terreno in sostanza organica e in elementi della fertilità. Inoltre, le colture da sovescio possono svolgere anche il ruolo di colture di copertura per la riduzione dei rischi di inquinamento delle acque di falda da nitrati (*catch crops*) o di erosione (*cover crops*): Talvolta vengono coltivate al fine di controllare lo sviluppo di erbe infestanti, insetti e crittogame dannose.

Durante il proprio ciclo vegetativo la coltura da sovescio immagazzina elementi della fertilità, tra i quali il più importante è certamente l'azoto, per restituirli al terreno dopo che la biomassa prodotta viene interrata. Nel caso delle specie leguminose, a seguito dell'azotofissazione, si ottiene un guadagno netto di azoto del sistema suolo-pianta.

Con l'interramento i residui della coltura da sovescio vengono mineralizzati, contribuendo alla formazione delle sostanze umiche del suolo. Appare rilevante prevedere quale potrà essere la dinamica nel suolo della trasformazione dei residui della coltura da sovescio. Da tale dinamica dipende come ed in quale quantità l'azoto verrà reso disponibile per la coltura principale seguente e per quelle successive.

Scopo del lavoro è stato quello di determinare l'effetto di differenti specie da sovescio sulla fertilità di suoli situati in zone interne del Lazio, con particolare attenzione alla dinamica delle forme minerali dell'azoto e all'effetto sulla successiva coltura del girasole (*Helianthus annuus*).

La prova è stata effettuata in due differenti aziende agricole biologiche del Lazio. Lo schema sperimentale adottato è stato il blocco randomizzato con tre replicazioni. Le tesi a confronto sono state: sovescio di favino (*Vicia faba* var. *minor*), sovescio di veccia (*Vicia sativa*) e avena (*Avena sativa*), sovescio di colza (*Brassica napus* var. *oleifera*), sovescio di favino con aggiunta di un concime organico azotato in copertura su girasole. E' stata poi realizzata una tesi in cui il girasole è stato concimato con urea in copertura ed una tesi non concimata. Le colture da sovescio sono state seminate nell'autunno 1997, sono state sfalciate nella primavera del 1998 e successivamente interrate. Allo sfalcio sono stati prelevati campioni per la determinazione della biomassa prodotta e della sua composizione. Dopo la preparazione del terreno è stato seminato il girasole, che è stato raccolto nell'estate del 1998. Anche in questo caso è stata determinata la biomassa totale prodotta.

Per seguire la dinamica delle forme minerali dell'azoto nel terreno sono stati effettuati prelievi dello strato 0-25 cm prima della semina delle colture da sovescio e ogni 15 giorni a partire dalla data di interramento.

I dati sono stati elaborati e sottoposti all'analisi della varianza (test multiplo di Duncan).

I risultati relativi alla produzione di biomassa e al contenuto in N delle specie da sovescio sono stati differenti nelle due aziende. Nell'azienda 1 la produzione di sostanza secca è stata maggiore per le due tesi di favino e per il miscuglio veccia + avena rispetto a quella del colza. Il contenuto in azoto totale delle biomasse (favino > colza > veccia + avena) ha portato alla differenziazione degli apporti stimati di N secondo l'ordine decrescente favino (130 kg ha⁻¹ di N), veccia + avena (79 kg ha⁻¹ di N) e colza (19 kg ha⁻¹ di N), con differenze significative per p ≤ 0,05. Nell'azienda 2 si è registrata una produzione di sostanza secca significativamente maggiore per il miscuglio veccia + avena rispetto alle altre tesi, mentre il contenuto in azoto totale ha avuto andamento apposto. Gli apporti stimati di N sono stati maggiori per veccia + avena (159 kg ha⁻¹ di N) rispetto a quelli del colza (43 kg ha⁻¹ di N), mentre sono stati registrati valori intermedi per il favino (86-96 kg ha⁻¹ di N). In entrambi i campi non sono state registrate differenze sulla produzione di biomassa della coltura principale del girasole, né sono stati evidenziati effetti dovuti alla presenza o al tipo di sovescio in precessione culturale.

Per quanto riguarda il contenuto medio delle forme minerali dell'N le uniche differenze significative sono state rilevate nel campo 1, nel quale i contenuti medi di N-NO₃ nelle parcelle in cui erano stati sovesciati colza e veccia + avena sono risultati inferiori.

Use of the EPIC model for the classification and qualification of Italian pedoclimates

Castelli F., Costantini E.A.C. e Perini L.

Istituto Sperimentale Difesa Suolo, Firenze.

The EPIC model (Erosion-Productivity Impact Calculator) has been utilised to estimate and classify pedoclimate. Estimations have been validated with the results of five years field data gathered in four experimental farms sited in north, centre and south Italy. The first validations confirm EPIC usefulness in pedoclimate classification and permitted the extending of hydrological simulations so as to obtain a more generalised information.

Estimation have been extended to 30 Italian representative sites, running EPIC on standard soils, permanent grass cover and long-term climatic data.

Besides pedoclimatic classification, EPIC permitted to qualify soils in terms of number of days of water stress and surplus.

Utilising a combined deterministic and geostatistical approach, a first contribution to the geographical definition of Italian pedoclimates has been elaborated, which gave useful elements to single out areas with potential risk of groundwater pollution due to agricultural practices and/or risk of drought for cultivation.

Valutazione e descrizione della fertilità di terreni meridionali mediante mappe realizzate con la geostatistica multivariata, per l'impiego razionale di concimi azotati

Castrignanò A., Colucci R., Convertini, G., Ferri D., La Cava P. e Mastrorilli M.

Istituto Sperimentale Agronomico, MiPA, Bari

L'agricoltura sostenibile si fonda sulla conservazione delle risorse naturali, sulla protezione dell'ambiente e sulla riduzione dei costi di produzione, salvaguardando però il reddito aziendale.

La variazione spaziale delle proprietà del suolo determina una mancanza di omogeneità nello stato di fertilità per cui, un livello accettabile di produttività può essere ottenuto solo adattando le pratiche agronomiche alle situazioni locali del suolo e della coltura. Una gestione più accurata dell'agricoltura non può quindi prescindere dalla conoscenza delle proprietà di base del suolo.

In questo lavoro viene presentato un nuovo approccio, basato sulle più recenti tecniche geostatistiche multivariate, finalizzato alla valutazione e alla descrizione (mediante mappe) della fertilità del suolo. Esso inoltre risulta particolarmente idoneo a suddividere il territorio in aree sufficientemente differenziate che, pur destinate alla stessa coltivazione, necessitano di una diversa conduzione agronomica.

L'area in studio ha riguardato una superficie di ~ 10000 ha, sita nell'agro di Foggia e vocata tradizionalmente alla coltivazione del frumento duro, che è stata fatta oggetto di un campionamento di suolo secondo una griglia a maglie approssimativamente quadrate di lato pari a ~ 1000 m. Al centro delle celle della griglia sono stati prelevati sia campioni indisturbati che disturbati, a due profondità 0-25 cm e 25-50 cm. I punti di prelievo sono stati georeferenziati utilizzando un sistema GPS palmare, per un tempo di registrazione sufficientemente lungo (~ 15 minuti) in modo da garantire un livello di precisione accettabile (~ 150 m).

I campioni sono stati quindi analizzati in laboratorio al fine di determinare i seguenti parametri: densità apparente, scheletro, tessitura, capacità di campo, punto di appassimento, conducibilità elettrica, pH, N-NO₃, N-NH₄ scambiabile, C organico, P assimilabile, K, Na, Mg e Ca scambiabili.

I dati analitici sono stati elaborati secondo le procedure della statistica classica per la caratterizzazione della variazione campionaria. Per determinare e modellizzare la correlazione spaziale alcune variabili (scheletro, argilla, limo, riserva d'acqua disponibile, pH, C, N-NO₃, P, K e Ca), ritenute più influenti nel determinare la fertilità del terreno, sono state elaborate con la geostatistica multivariata. In particolare un modello lineare di coregionalizzazione, comprendente un nugget (componente casuale della variabilità spaziale, per distanze < 800 m), una struttura spaziale sferica (per distanze comprese fra 800 m e 4700 m) e un'altra struttura spaziale anch'essa sferica (per distanze comprese fra 4700 m e 7500 m), è stato adattato a tutti i semivariogrammi diretti e incrociati delle precedenti 10 variabili, opportunamente standardizzate a media 0 e varianza unitaria.

Il Factor kriging, che agisce come una sorta di filtro spaziale, è stato quindi applicato al fine di separare le diverse cause di variabilità della fertilità in funzione della scala spaziale.

Il metodo precedente ha consentito di stimare un indice multivariato (I fattore regionalizzato), sufficiente a descrivere circa il 90% della variabilità spaziale complessiva per distanze superiori ai 4700 m. Alla definizione di questo indice concorrono significativamente e positivamente l'argilla, la riserva idrica disponibile, il C, il pH e il Ca e negativamente lo scheletro, il P e il K.

La rappresentazione grafica sotto forma di mappe dell'indice ha permesso di evidenziare 3 strutture spaziali differenti:

Una prima zona ad EST dell'area, caratterizzata da valori elevati di scheletro, P e K e da quantità minime in argilla, riserva idrica, pH e Ca.

Una seconda zona frammentata in diverse areole localizzate essenzialmente a NORD e nelle parti centrali e occidentali e caratterizzate da valori molto elevati di argilla, riserva idrica, carbonio organico e Ca e, per contro, da contenuti minimi di scheletro, P e K.

La terza, intermedia alle due precedenti, si estende essenzialmente nelle parti centrali e occidentali complementari alla zona precedente.

I risultati di questo studio sembrano quindi di particolare interesse per le importanti implicazioni sulle strategie di conservazione della fertilità del suolo da adottare nelle aziende agricole ricadenti nelle tre macro zone individuate con caratteristiche idrologiche e strutturali diverse e livelli variabili di nutrienti nel suolo.

Alterazione del campione di terreno prelevato per carotaggio. Osservazioni

Cavazza L. , Patruno A. , Cacchi D. e Gaspari N.

Dipartimento di Agronomia dell'Università di Bologna

Il metodo di campionamento più diffuso , per praticità e costi, è quello del carotaggio mediante cilindro metallico (il cosiddetto campione indisturbato); esso presenta anche il vantaggio di prestarsi, oltre che alle determinazioni di umidità e massa volumica apparente, a varie altre determinazioni (curva di ritenzione dell'acqua, conducibilità idrica sia satura che in funzione dell'umidità). Malgrado i numerosi accorgimenti proposti ed eventualmente adottati, questo metodo, a differenza di quello della zolla, altera in varia misura il campione con conseguenze male accertabili su quasi tutte le grandezze misurate (è normalmente valida la determinazione dell'umidità, ma dubbia quella della massa volumica apparente, che è invece valida col metodo dell'escavazione). Ricerche ormai antiche misero in evidenza l'influenza che, per differenze nell'azione di costipamento, il diametro del cilindretto metallico esercita sulle caratteristiche del campione prelevato (Blake e Hartge, 1986). Con questa nota si è voluto approfondire l'esame di alcuni effetti che in terreni diversi si manifestano dopo essiccamento dei campioni in funzione del diametro del cilindro.

Si sono ripresi in esame i dati di un precedente esperimento interrotto per l'immaturo decesso di uno degli autori. Dallo strato superficiale (orizzonte A_p) di 20 suoli delle province di Bologna e Ravenna, molto differenti per composizione granulometrica (contenuto di argilla variante dal 15 al 65%), dopo avervi scavato una buca di $1 \times 0,5$ m² profonda 0,15 m, sul fondo accuratamente spianato furono prelevati campioni di terreno con cilindretti di ottone a bordo inferiore tagliente aventi diametri interni di 48-72-96-135 mm ed altezza di 55 mm. I cilindri, disposti tra loro distanziati sul fondo della buca e ricoperti da un'unica tavoletta di legno, vennero simultaneamente inseriti nel suolo lentamente con l'uso di un crick inserito tra la detta tavoletta e, superiormente, una sbarra di ferro a T poggiante su mattoni al di fuori della buca; la sbarra era tenuta ferma da un uomo in piedi su di essa. La base inferiore dei cilindretti, estratti dopo avervi scavato lateralmente, fu delicatamente livellata con l'uso di un coltello. In ogni suolo il campionamento fu ripetuto due volte.

I campioni contenuti nei vari cilindri furono lasciati essiccare all'aria in laboratorio fino a peso costante. Al termine di questo processo essi mostravano una contrazione diversa secondo i suoli ed il diametro del cilindro. Sulle carote contratte furono misurati mediante calibro i diametri e le altezze; le misure dei diametri risultarono molto più precise di quelle delle altezze delle carote a motivo delle inevitabili irregolarità delle superfici.

In questa nota si riferisce sulla contrazione che i campioni di terreno subiscono successivamente al prelevamento per effetto di essiccamento. Più esattamente, dati i diametri delle carote appena prelevate (esattamente pari ai diametri interni dei cilindri) ed il loro valore dopo essiccamento (misure in generale accurate, anche nei 3 casi su 40 in cui si erano manifestate fessurazioni longitudinali dei campioni, che tuttavia combaciavano molto bene), ipotizzando una contrazione isotropica si sono calcolati i rapporti tra il volume del campione contratto e quello del campione appena prelevato (volume relativo).

I risultati sono stati sottoposti prima a comune analisi della varianza e poi a regressione multipla, considerando come variabili una opportuna funzione del diametro dei cilindretti (relazione iperbolica), il contenuto in argilla e l'umidità all'atto del prelevamento (funzioni quadratiche).

La contrazione dei campioni per essiccamento successivo al prelevamento mostra di risentire del diametro dei cilindretti, ma ancora di più varia con l'umidità del terreno all'atto del prelevamento e col contenuto di argilla; gli effetti di umidità ed argilla sono parabolici. L'effetto del diametro mostra interazione con l'umidità e con l'argilla. In linea di massima più piccolo è il diametro, minore è la contrazione da essiccamento (verosimilmente per maggiore precedente compressione all'atto del prelevamento); ma ciò è tanto più evidente quanto più il terreno è argilloso ed umido.

Un'equazione generale, statisticamente molto significativa, è stata calcolata per esprimere il volume relativo da essiccamento in funzione dei fattori prima menzionati ($R=0,7666^{***}$).

Bruciatura ed interrimento dei residui colturali: influenza sul contenuto di azoto minerale e sulla biomassa microbica del suolo

Convertini G., Ferri D. e Maiorana M.

Istituto Sperimentale Agronomico, Bari

L'incremento della produttività agricola in sistemi colturali intensivi contrasta spesso con la necessità di salvaguardare la qualità dell'ambiente (terreno, acque sotterranee, atmosfera) e può incidere negativamente sulla fertilità del suolo.

Per raggiungere un giusto equilibrio tra esigenze così contrapposte, un contributo potrebbe venire dall'utilizzazione degli enormi quantitativi di residui colturali che annualmente sono prodotti dall'agricoltura nel mondo, individuando la più corretta tra le seguenti modalità di impiego: bruciatura, interrimento, pacciamatura. Ognuna di queste tecniche, infatti, può influire in modo diverso su alcune caratteristiche del terreno (temperatura, aerazione, contenuto di acqua, disponibilità di nutrienti), che regolano la crescita delle piante e l'attività biologica dell'ecosistema.

Con queste premesse, nel 1977 l'Istituto Sperimentale Agronomico di Bari ha avviato una ricerca a lungo termine, tuttora in corso, con lo scopo di valutare gli effetti determinati da diverse modalità di interrimento dei residui vegetali (paglie e stoppie) di una monocultura di frumento duro sulle rese di granella, sulla qualità della produzione e sui principali parametri chimico-fisico-idrologici del terreno.

Lo studio è condotto a Foggia nell'azienda sperimentale dell'Istituto e prevede il confronto tra i seguenti trattamenti, applicati in campo su parcelle di 80 m² l'una, distribuite secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati, con cinque ripetizioni:

T1 = bruciatura dei residui vegetali del frumento

T2 = interrimento dei residui colturali del frumento

T3 = interrimento + 50 kg ha⁻¹ di azoto sui residui

T4 = interrimento + 100 kg ha⁻¹ di azoto sui residui

T5 = interrimento + 150 kg ha⁻¹ di azoto sui residui

T6 = come T3 + 500 m³ ha⁻¹ di acqua sui residui

T7 = come T4 + 500 m³ ha⁻¹ di acqua sui residui

T8 = come T5 + 500 m³ ha⁻¹ di acqua sui residui

T9 = interrimento dei residui senza azoto sui residui e sul frumento (test).

Oltre ai rilievi agronomici, annualmente vengono anche effettuati controlli sul terreno sede della prova, mediante prelievi parcellari realizzati a due profondità, tra 0-10 e 11-30 cm.

In questa nota sono considerati gli effetti determinati da quattro delle nove tesi in esame (T1, T5, T8 e T9) sulla biomassa microbica (carbonio ed azoto - metodo Jenkinson) e sull'azoto minerale (N-NO₃ + N-NH₄ - estrazione in KCl 2M e determinazione colorimetrica).

L'esame dei risultati ottenuti nel periodo 1992-1997 ha evidenziato che, tra le tesi considerate, T1 ha presentato i valori più alti di carbonio ed azoto della biomassa microbica, che sono poi man mano diminuiti nel passare a T9, T8 e T5. Per l'azoto minerale, i contenuti maggiori sono stati, invece, rilevati nel trattamento T5, quelli più bassi in T9.

Facendo riferimento alle due profondità di campionamento del terreno, è emerso che, per i quattro trattamenti, i valori statisticamente più elevati di C ed N della biomassa e per l'azoto minerale (N-NO₃ + N-NH₄) sono stati ottenuti nello strato più profondo (11-30 cm).

Effetti di modalità di lavorazione del terreno e di gestione dei residui colturali sul contenuto di azoto minerale e sulla biomassa microbica

Convertini G., Maiorana M. e Ferri D.

Istituto Sperimentale Agronomico, Bari

La riduzione della profondità di lavorazione del terreno e l'incorporazione nel suolo dei residui colturali (in alternative alla bruciatura) appaiono da tempo tecniche la cui applicazione è giustificata non solo da motivi economici (riduzione dei costi di aratura), ma anche dal bisogno di preservare la risorsa "suolo", soprattutto dal punto di vista della sua fertilità.

Con riferimento a queste problematiche, l'Istituto Sperimentale Agronomico di Bari ha realizzato, nel corso degli anni, numerose ricerche, una delle quali viene effettuata dal 1991 a Foggia, nell'azienda sperimentale dell'Istituto ed è tuttora in corso. Essa si pone come obiettivo quello di valutare, su una monosuccessione di frumento duro, l'influenza esercitata da diverse profondità di lavorazione del terreno e modalità di trattamento dei residui vegetali del frumento (paglie e stoppie) sia sugli aspetti quantitativi e qualitativi della produzione che sulle più importanti caratteristiche fisiche e chimiche del terreno.

In questa nota sono riportati i risultati relativi alle variazioni avvenute nel suolo, nel periodo 1992-1997, a carico della biomassa microbica (carbonio ed azoto - metodo Jenkinson) e del contenuto in azoto minerale ($N-NO_3 + N-NH_4$ - estrazione in KCl 2M e determinazione colorimetrica).

La prova è stata realizzata su parcelle elementari di 230 m² l'una, distribuite in pieno campo secondo uno schema sperimentale a split-plot con tre ripetizioni, ponendo a confronto due profondità di lavorazione del suolo (L1 = aratura sino a 40-45 cm; L2 = aratura ridotta, a 20-25 cm) e quattro trattamenti dei residui colturali, derivanti dall'interazione tra modalità di gestione degli stessi e momento di distribuzione del concime azotato (T1 = bruciatura di paglie e stoppie, con 100 kg N ha⁻¹ distribuito in copertura sul frumento; T2 = interrimento dei residui, con 100 kg N ha⁻¹ in copertura sul frumento; T3 = interrimento dei residui con 50 kg di N sulle paglie e 50 kg ha⁻¹ sul frumento, in copertura; T4 = interrimento delle paglie con 100 kg di N sulle stesse).

I risultati ottenuti hanno evidenziato che le due lavorazioni, soprattutto quando interagiscono con l'interrimento dei residui, portano ad un incremento della biomassa microbica rispetto ai valori rilevati prima dell'avvio dell'esperienza; in particolare, è stato osservato un aumento significativo dei contenuti di carbonio ed azoto della biomassa nelle parcelle arate a 20-25 cm di profondità.

Per contro, i quattro trattamenti di paglie e stoppie non sembrano aver determinato differenze di rilievo per la biomassa microbica, anche se i valori migliori sono stati ottenuti con la tesi T4 che, ricevendo il concime azotato in un momento in cui le piante di frumento non sono ancora presenti in campo, non ha risentito della probabile competizione che potrebbe instaurarsi, per l'utilizzazione dello stesso azoto, tra i microrganismi della biomassa microbica e le piante.

Circa l'azoto minerale, è stato osservato un andamento del tutto analogo a quello rilevato per la biomassa microbica, per gli effetti determinati sia dalle lavorazioni, sia dalle quattro modalità di trattamento dei residui, con il prevalere della lavorazione più superficiale e del trattamento T4, che ha presentato differenze più marcate rispetto alle altre tre tesi.

Regime termico del suolo in alcuni campi sperimentali del Nord, Centro e Sud Italia

Costantini E.A.C.¹, Iori M.¹, Castelli F.², Raimondi S.³ e Lorenzoni P.⁴

¹Istituto Sperimentale Difesa Suolo, Firenze.

²Istituto Sperimentale per il Tabacco, Bovolone (VR).

³Istituto di Agronomia, Università di Palermo.

⁴Istituto Sperimentale Difesa Suolo, Rieti.

I pedologi che utilizzano la classificazione dei suoli americana (Soil Survey Staff, 1975) si trovano di fronte al problema della determinazione del regime termico dei suoli, problema che viene generalmente risolto affidandosi a stime basate sulle temperature dell'aria e presupponendo un certo potere "standard" di "trattenuta" di calore da parte del suolo, per cui la temperatura del suolo viene presupposta essere mediamente più elevata di quella dell'aria di un grado, o di due e mezzo, a seconda del metodo di riferimento. In realtà tutti coloro che hanno esperienza di suolo sanno che a parità di condizioni climatiche la temperatura del terreno può variare notevolmente in funzione del grado e del tipo di copertura del suolo, come della sua natura fisica, chimica e morfologica.

Nell'ambito del progetto PANDA (Produzione Agricola nella Difesa dell'Ambiente) è stata realizzata un'esperienza di monitoraggio della temperatura del suolo in alcuni campi sperimentali del Nord, Centro e Sud Italia, in modo da creare una prima base dati che possa fornire indicazioni sui reali regimi termici dei suoli italiani e, soprattutto, consenta di validare diversi metodi di stima.

Le misure sono state prese nei campi sperimentali PANDA di Bovolone (VR), Cesa (AR), Rieti e Sparacia (AG), nonché in quello dell'Istituto Agrario di San Michele all'Adige (TN). Le aree sperimentali sono tutte investite a prato stabile ed hanno un suolo in condizioni standard: giacitura pianeggiante, buona permeabilità, buona riserva idrica, falda idrica superficiale assente, senza importanti fenomeni vertici. I dati geotermometrici sono stati rilevati a scansione giornaliera a S. Michele all'Adige, Bovolone, Cesa, e Rieti, quindicinale a Sparacia. Tutti le stazioni sperimentali erano dotate di capannina meteorologica per il rilievo dei dati climatici.

Sono stati considerati i dati di temperatura del suolo alla profondità di 1, 20 e 50 cm a S. Michele all'Adige, di 5, 10, 20, 50 e 100 cm a Bovolone, di 20 e 40 cm a Cesa, di 15 e 45 cm a Rieti, di 5, 15, 50, 75 e 100 cm a Sparacia e sono stati messi in relazione con quelli dell'aria.

Sono stati infine classificati i regimi termometrici dei suoli con metodi diversi: secondo la tassonomia americana (Soil Survey Staff, 1975), seguendo le indicazioni di Newhall (1972), utilizzando il modello EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator; Williams et al. 1989) e sulla base dei dati rilevati, riferendosi alla metodologia proposta dall'ICOMMOTR (Int. COMMITTEE on soil Moisture and Temperature Regimes, 1994).

Il regime termometrico misurato dei suoli studiati è risultato essere "mesico" a San Michele all'Adige (10,8°C a 50 cm come media di 40 anni) a Bovolone (14°C a 50 cm come media di 8 anni) a Cesa (14,7°C a 40 cm come media di 5 anni) a Rieti (11,5°C a 45 cm come media di 3 anni) e "termico" a Sparacia (16,8°C a 50 cm come media di 5 anni). I suoli sono stati classificati in modo analogo in tutte le stazioni seguendo quanto proposto nella Soil Taxonomy, mentre il sistema proposto da Newhall porta a classificare erroneamente i suoli di Bovolone, Cesa e Rieti.

Più in dettaglio, la differenza media pluriennale tra la temperatura dell'aria e del suolo a prato stabile a 50 cm circa di profondità è risultata variare considerevolmente a seconda della stazione: 0,2 °C più bassa in Trentino, 0,4 °C più alta a Bovolone, 0,9 °C più alta a Sparacia, 2 °C più alta a Rieti e 1,8 °C più alta a Cesa.

Il diverso comportamento del suolo nei confronti della temperatura è stato messo in relazione con la capacità idrica di campo, evidenziando una relazione diretta.

Validazione di alcuni modelli tradizionali ed innovativi per la classificazione del regime idrico del suolo: cinque anni di esperienze nel Nord, Centro e Sud Italia

Costantini E.A.C.¹, Iori M.¹, Castelli F.², Raimondi S.³ e Lorenzoni P.⁴

¹Istituto Sperimentale Difesa Suolo, Firenze.

²Istituto Sperimentale per il Tabacco, Bovolone (VR).

³Istituto di Agronomia, Università di Palermo.

⁴Istituto Sperimentale Difesa Suolo, Rieti.

Il sistema di classificazione dei suoli americano (Soil Taxonomy, 1975) prevede, come è noto, l'attribuzione ai suoli indagati di un regime idrico, ed anche il recente manuale per la creazione di un database georeferenziato dei suoli europei (Finke et al., 1998) prevede la qualificazione del regime di umidità del suolo. La scarsità di dati relativi al reale regime idrico dei suoli, però, obbliga i pedologi a caratterizzare il regime di umidità sulla base delle evidenze di campagna o, più di frequente, utilizzando i dati climatici. Questi vengono elaborati mediante diversi modelli possibili, i quali stimano l'evapotraspirazione delle piante e simulano il comportamento del suolo. A volte le stime vengono calibrate a seconda del tipo di suolo, in particolare in funzione della sua capacità di ritenuta idrica, ma quasi mai vengono verificate sulla base di dati sperimentali.

I modelli attualmente diffusi (Thornthwaite e Mather, 1957; Billaux, 1978; Newhall, 1972) risultano essere sì versatili e facili da usare, ma anche piuttosto grossolani, tanto che forniscono risposte non univoche (Cali et al., 1996) e in alcuni casi contrastanti con la realtà (Costantini et al., 1996).

Scopo del presente lavoro è quello di illustrare gli avanzamenti nell'attività di validazione dei modelli tradizionali e di alcuni innovativi quali l'EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator; Williams et al. 1989) e il SoilR (Donatelli et al., 1998) per la stima del regime idrico dei suoli, utilizzando i dati rilevati in quattro campi sperimentali del progetto PANDA (Produzione Agricola nella Difesa dell'Ambiente) situati presso alcuni centri di ricerca del Nord, Centro e Sud Italia.

I dati raccolti sono relativi ai campi sperimentali PANDA di Bovolone (VR), Cesa (AR), Rieti e Sparacia (AG). Le aree sperimentali sono tutte investite a prato stabile mantenuto a un'altezza di circa 20 cm, nel quale prevalgono le specie, in particolare graminacee, dominanti nell'ambiente, ed hanno un suolo in condizioni standard: giacitura pianeggiante, buona permeabilità, buona riserva idrica, falda idrica superficiale assente, senza importanti fenomeni vertici. I dati udometrici sono stati ottenuti con il metodo a pesata a Cesa e Sparacia, campionando con trivella manuale con almeno tre repliche, oppure, a Bovolone e a Rieti, si è utilizzato lo strumento TRASE System 1 della Soilmoisture Equipment Corp., che impiega la tecnologia TDR (Time Domain Reflectometry). La profondità di misura è stata a 15 e 75 cm dalla superficie (15 e 45 cm a Rieti), con una scansione temporale mediamente quindicinale. Tutti le stazioni sperimentali erano dotate di capannina meteorologica per il rilievo dei dati climatici.

I dati reali hanno consentito di classificare secondo la Soil Taxonomy il regime di umidità dei suoli indagati negli anni di prova: a Bovolone e Sparacia è risultato prevalentemente xerico, a Cesa e a Rieti più di frequente udico, sporadica la comparsa del regime di umidità ustico. Confrontando i dati reali con quelli simulati dai modelli si è evidenziato che i modelli tradizionali, come già riscontrato nelle precedenti esperienze, forniscono risultati contraddittori. Il modello di Newhall tende a sovrastimare la presenza del regime ustico, il Billaux dello xerico. Risultati migliori si hanno con l'utilizzo del modello EPIC, che quasi sempre consente di classificare correttamente il pedoclima, mentre il modello SoilR non ha prodotto stime più accurate dei modelli tradizionali. Anche il modello EPIC però, sebbene capace di simulare il contenuto idrico nella sezione di controllo dei suoli, cioè nei primi decimetri, è risultato essere poco adatto a stimare gli andamenti dei flussi idrici in profondità.

Il regime idrico dei quattro suoli in studio è stato poi valutato come una "qualità del suolo", cioè in termini di intensità e durata del deficit e del surplus idrico. Ciò è stato fatto sia in termini volumetrici che tensiometrici, a tal fine i valori di acqua in volume sono stati trasformati in valori di tensione utilizzando appropriate curve tensioni/volumi. I risultati, espressi in numero di giorni in cui il suolo è secco o bagnato, sono stati confrontati con quanto fornito dai modelli di stima, i quali, anche in questo caso, hanno fornito risposte contrastanti.

E' stato infine proposto il valore tensiometrico medio geometrico annuale a 15 e a 75 cm come indice quantitativo sintetico della qualità idrologica di un suolo.

Modifiche delle caratteristiche del sistema pianta - suolo indotte dalla riduzione delle lavorazioni del terreno in frumento e fava in rotazione

De Giorgio D., Convertini G., Ferri D., La Cava P. e Montemurro F.

Istituto Sperimentale Agronomico (MiPA), Bari

Nel Tavoliere pugliese, tipica zona cerealicola del sud del nostro Paese, è in corso una ricerca sulle possibilità di ridurre modalità e numero delle lavorazioni del terreno, in quanto le profondità di lavorazione, e il numero d'interventi possono influenzare il rapporto "pianta-suolo" e determinare variazioni nella produttività, nei costi energetici e, di conseguenza, nell'economia aziendale. Vengono pertanto esaminati i caratteri fisici, chimici e biologici del suolo e gli aspetti produttivi per acquisire un insieme di elementi che consentano di valutare la sostenibilità della riduzione delle lavorazioni.

La ricerca viene condotta (dal 1993) in un tipico ambiente mediterraneo (Foggia) caratterizzato da estati caldo-aride e da inverni spesso freddi e piovosi su di un terreno argilloso - limoso (classificato come Typic Chromoxerert secondo la "Soil Taxonomy").

Su uno schema sperimentale a parcelle suddivise, in parcelloni di 1600 m², vengono messe a confronto 4 diverse modalità di lavorazione del terreno: A - ordinaria (aratura a 45 cm con bivomere, 2 frangizollature a 20 cm con aratro a dischi, fresatura a 10 cm); B - a due strati (attrezzo combinato - ripuntatore a 60 cm+fresa a 10 cm, fresatura a 10 cm); C - superficiale (aratura a 25 cm con pentavomere, fresatura a 10 cm); D - minima (fresatura a 10 cm) e 3 livelli di concimazione azotata (0-50-100 kg ha⁻¹ di N) nelle sub-parcelle. La prova viene condotta su una rotazione biennale frumento - fava.

Prima della differenziazione delle lavorazioni (t_0), nello strato 0-70 cm, sono stati prelevati campioni di terreno per caratterizzarlo nei suoi aspetti fisici (tessitura, densità apparente, curva tensiometrica, porosità, indice di stabilità della struttura) e chimici (sostanza organica, N-totale, N-NO₃, N-NH₄, C/N, P assimilabile, K scambiabile, pH, calcare attivo, C.S.C., biomassa microbica). Le stesse determinazioni vengono ripetute annualmente su campioni prelevati in autunno dopo le raccolte. Alla fine del ciclo viene inoltre determinata su un'apposita area di saggio, la produzione e le sue componenti.

In generale si può affermare che per entrambe le colture non vi sono state differenze di rilievo per effetto della riduzione del numero e dell'intensità delle lavorazioni del terreno sia sulle rese che sui vari parametri biometrici. E' stata però riscontrata, lungo il profilo colturale una marcata diminuzione del Carbonio organico totale negli strati di terreno più profondi quando si effettuano lavorazioni più energiche (A, B, C, in rapporto a D). I risultati della ricerca evidenziano che la dinamica della sostanza organica e' fortemente condizionata dal maggiore o minore rimescolamento degli strati lavorati, in quanto il diverso rapporto aria-terreno può accelerare la mineralizzazione del materiale organico presente nel suolo. Anche altre caratteristiche chimiche e biochimiche del terreno mostrano delle variazioni più marcate quando gli interventi sul terreno risultano più intensi e frequenti.

No-tillage, pacciamatura vegetale e sovescio: effetti combinati rilevati in un dodicennio su di un terreno meridionale coltivato a mandorlo

De Giorgio D., La Cava P., Montemurro F., Convertini G. e Ferri D.

Istituto Sperimentale Agronomico (MiPA), Bari

In un terreno prevalentemente argilloso (Ruptic-Lithic), migliorato al momento dell'impianto del mandorleto con eliminazione della roccia affiorante ed aumento dello strato coltivabile, è in corso una ricerca sul confronto tra tecniche agronomiche (lavorazioni del terreno) e diversi sistemi di controllo della flora infestante.

L'obiettivo è quello di garantire produzioni stabili e buoni standard qualitativi di mandorle ottenute da interventi agronomici pressoché biologici. Anche il controllo dello stato di fertilità del terreno, per effetto dei trattamenti effettuati, rientra tra gli scopi dello studio, soprattutto per quanto attiene l'evoluzione della componente organica dello stesso.

La prova è stata realizzata presso il campo sperimentale di Bitetto ove sono presenti 212 cv di mandorlo e prevede il confronto di cinque trattamenti: A) no.-tillage e diserbo antigerminello; B) no tillage e impiego di diserbo disseccante (gramoxone) P) Sfalcio e pacciamatura delle infestanti; S) Sovescio; T) Sarchiatura (test).

Da ogni parcella sperimentale si prelevano sistematicamente campioni di terreno sui quali vengono determinate le principali caratteristiche (pH, N, P, basi di scambio ecc.) nonché i principali parametri collegati all'evoluzione quali-quantitativa della sostanza organica (carbonio organico totale, estraibile ed umificato; grado, tasso ed indice di umificazione; acidi umici).

Gli effetti sul suolo dei diversi metodi di preparazione del terreno e di controllo delle infestanti hanno portato a risultati di notevole interesse. In maniera molto marcata si è potuto notare infatti che le due tecniche con caratteristiche più "naturali" (trattamenti S e P) hanno conservato meglio la fertilità agronomica del suolo.

Infatti, nelle parcelle su cui ha luogo la pacciamatura (P) e/o il sovescio (S) si osservano degli incrementi nel contenuto in nutrienti assimilabili, nel carbonio organico totale ed estraibile. Le variazioni dei parametri di umificazione presentano andamenti più complessi, ma comunque abbastanza indicativi sul migliore intervento agronomico (trattamento S).

Adsorbimento di fosfato e arseniato su goethite

Fan L.², De Cristofaro A.¹ e Violante A.¹

¹Dipartimento di Scienze Chimico Agrarie, Università degli Studi di Napoli "Federico II".

²Department of Soil Resources and Agrochemistry, Huazhong Agricultural University, China.

Arsenico in forma di arseniato può essere naturalmente presente nei suoli in condizioni ossidanti. Esso può derivare da matrici geologiche dei suoli stessi, o può esservi introdotto con l'uso di sostanze chimiche o pesticidi contenenti arsenico. L'arsenico può contaminare suoli coltivati, acque e sedimenti in luoghi in cui siano presenti attività minerarie o industriali.

E' stato dimostrato che una parte dell'arsenico presente nei suoli può essere assimilato dalle piante. Come gli ioni fosfato, gli ioni arseniato possono essere specificamente adsorbiti su ossidi di Al e Fe e su altri minerali a carica variabile. E' noto che nei suoli la presenza di ioni che competono per l'adsorbimento su siti comuni di ossidi e minerali può influenzare la disponibilità di nutritivi ed elementi metallici per le piante.

Scopo di questo lavoro è stato studiare: i) l'adsorbimento competitivo di arseniato e fosfato su goethite al variare del pH, della concentrazione e dell'ordine di aggiunta degli anioni; e ii) l'influenza di ossalato sul desorbimento di arseniato e fosfato dalle superfici della goethite.

E' stata utilizzata una goethite di sintesi con area superficiale pari a $82 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ e punto di carica zero pari a 7.8. Sono state ricavate le isoterme di adsorbimento di AsO_4 e PO_4 a pH 4.0 sulla goethite, e sono state effettuate prove di adsorbimento a pH variabili da 3.0 a 8.0 a concentrazioni anioniche costanti, corrispondenti alle quantità massime adsorbite sulla goethite. Sono state, inoltre, effettuate prove di adsorbimento competitivo di AsO_4 e PO_4 utilizzando rapporti molari iniziali dei due anioni pari a 1. E' stata, infine, valutata l'efficienza dell'ossalato nel desorbire ioni arseniato e fosfato previamente adsorbiti sulla goethite.

Le isoterme di adsorbimento di fosfato e arseniato sulla goethite a pH 4.0 sono risultate descrivibili dall'equazione di Langmuir e le quantità massime adsorbite sono state pari a $181.5 \text{ mmoli kg}^{-1}$ per entrambi gli anioni, mentre le costanti di Langmuir hanno dato indicazioni di una maggiore energia di legame per l' AsO_4 rispetto al PO_4 nell'adsorbimento sulla goethite. L'adsorbimento degli anioni al variare del pH (3.0-8.5) ha fatto registrare valori massimi adsorbiti a pH 3.0 ($184.5 \text{ mmoli kg}^{-1}$ di fosfato e $197.3 \text{ mmoli kg}^{-1}$ di arseniato) rispettivamente, con una continua diminuzione delle quantità adsorbite fino ai valori minimi registrati a pH vicini al punto di carica zero della goethite (108.7 e $119.5 \text{ mmoli kg}^{-1}$ di fosfato e arseniato, rispettivamente).

Le quantità di fosfato e arseniato adsorbite sulla goethite quando gli anioni sono stati aggiunti in quantità equimolari all'ossido sono apparse molto ridotte rispetto alle quantità adsorbite quando gli anioni sono stati aggiunti da soli al minerale, evidenziando una competizione tra gli anioni per i siti di adsorbimento comuni sulle superfici della goethite. L'efficienza degli ioni arseniato nel ridurre l'adsorbimento del fosfato sulla goethite è risultata più elevata dell'efficienza degli ioni fosfato nel ridurre l'adsorbimento dell'arsenato.

La presenza di ioni ossalato in soluzione ha, infine, determinato un maggiore desorbimento di ioni fosfato rispetto a ioni arseniato, previamente adsorbiti sulla goethite.

I risultati ottenuti hanno mostrato differenze nell'adsorbimento degli ioni fosfato e arseniato sulla goethite, particolarmente a pH acidi, ed hanno evidenziato una marcata competizione tra gli anioni per i siti di adsorbimento dell'ossido di ferro.

Contributo allo studio della rizosfera in suoli vulcanici

Fernández-Sanjurjo M.J.¹, Corti G.² e Ugolini F.C.²

¹Dep. de Edafologia y Química Agrícola. Fac. Biología. Univ. Santiago de Compostela (Spagna);

²Dip. Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta. Univ. degli Studi di Firenze (Italia)

La rizosfera è quella porzione di suolo che circonda le radici vive delle piante e che è sottoposta alla loro influenza. Lo studio della rizosfera presenta due problemi: 1) difficoltà nel definire la linea di demarcazione fra essa ed il resto del suolo e 2) la scarsa quantità di materiale che si riesce a prelevare. A causa di queste limitazioni, molti studi sulla rizosfera sono effettuati su materiali ottenuti in condizioni controllate quali quelle di laboratorio. I lavori realizzati su materiali prelevati in campo considerano le sole particelle aderenti alle radici come rappresentative della rizosfera. La posizione di queste particelle rispetto alla radice non viene mai definita oggettivamente e quindi la parte non aderente è considerata fuori dell'influenza delle radici. Per tali motivi abbiamo affrontato lo studio della rizosfera e delle variazioni dei parametri edafici che si verificano allontanandosi dalle radici e dalla loro attività.

Sui suoli del Monte Etna, le radici della *Genista aetnensis* DC. (un endemismo etneo) sono circondate da un manicotto di suolo dal colore giallo, che contrasta con il resto del suolo, e che abbiamo considerato prodotto dall'attività delle radici stesse. Il profilo studiato (Vitrandic Ustorthent) si trova sui fianchi del Monte Etna (1823 m s.l.m.) e presenta due orizzonti organici (Oi e Oe), un orizzonte A e due orizzonti BC (BC1 e BC2). La *G. aetnensis* è una leguminosa arborescente le cui radici penetrano negli orizzonti BC per oltre due metri. In questi orizzonti il suolo possiede un colore rosso scuro sul quale risaltano i manicotti. Utilizzando questo marcatore naturale, abbiamo raccolto dagli orizzonti BC tre tipi di campioni: 1) materiale rosso scuro (il più lontano dalle radici), 2) materiale giallo (zona intermedia) e 3) materiale giallo in contatto diretto con le radici. Quest'ultimo campione è stato ottenuto separando le radici dal materiale giallo che aderiva alle radici.

I campioni prelevati sono stati separati in terra fine (frazione < 2 mm) e scheletro (frazione > 2 mm); su queste frazioni è stato determinato pH, C organico e N totale.

In entrambi gli orizzonti, per la terra fine si verifica un aumento dell'acidità partendo dal materiale scuro fino a quello aderente alle radici. Per la frazione scheletrica la diminuzione del pH si osserva solo per il materiale aderente alle radici. I contenuti di C organico e N totale della terra fine tendono ad aumentare dal materiale rosso a quello giallo ed acquistano valori molto elevati nel materiale aderente alle radici. Nello scheletro le differenze nel contenuto di C organico e di N sono minori. In particolare, nell'orizzonte BC2 il contenuto di azoto è molto basso in tutte le frazioni. Questi risultati confermano che la colorazione dei manicotti attorno alle radici è dovuta all'influenza delle radici stesse e che il campionamento adottato riesce effettivamente a separare la rizosfera dal resto del suolo.

Le differenze rilevate fra i tre materiali appartenenti ad uno stesso orizzonte sono maggiori di quelle che si riscontrano fra i campioni interi (bulk) del BC1 e BC2. Il gradiente orizzontale rilevato per pH, C organico e N totale evidenzia gli errori che si possono commettere nelle analisi dei profili considerando che esistano solo variazioni verticali, cioè fra orizzonti. Inoltre, dal momento che nella maggior parte dei suoli la rizosfera non è così evidente, come nella situazione da noi indagata, la tecnica di campionamento acquista una notevole importanza per ottenere risultati analitici rappresentativi.

Applicazione di un modello numerico per valutare l'influenza delle caratteristiche dei suoli negli interventi di ingegneria naturalistica

Ferraris S.¹, Dotta A. e² Scalenghe R.³

¹Dipartimento di Economia e Ingegneria Agraria, Forestale e Ambientale, Università di Torino;

²Consorzio Forestale Alta Val di Susa, Oulx (TO);

³Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università di Torino

Nell'accezione più tradizionale l'ingegneria naturalistica è una tecnica costruttiva che si avvale di conoscenze biologiche nell'eseguire opere finalizzate al consolidamento di versanti o di sponde. È tipico l'impiego di piante o di parti di esse in unione con materiali litoidi, vegetali, metallici e/o plastici.

Per quanto sia ormai vasta la letteratura relativa a tali tecniche, a partire dai lavori fondamentali di Schiechl che forniscono ampia trattazione delle caratteristiche dei vegetali e dei criteri di scelta, vi è una certa carenza di lavori che consentano di coniugare l'ingegneria naturalistica alla scienza del suolo, soprattutto quando si intenda quantificare l'influenza delle caratteristiche dei suoli e dei processi pedogenetici sulla riuscita delle opere. Ciò consentirebbe di migliorare l'efficacia degli interventi, rendendo anche confrontabili interventi eseguiti in passato, sotto gli aspetti ingegneristici, biologici e pedologici. Poiché su suoli acclivi o facilmente erodibili la prima associazione di specie introdotte costituisce generalmente solo una fase di transizione, sarebbe opportuno progettare gli interventi disponendo di strumenti per la previsione del comportamento sia del suolo che della vegetazione.

In particolare, nelle situazioni in cui la stabilizzazione dei versanti passa attraverso alla costituzione *ex novo* del suolo è opportuno concertare gli interventi bio- e pedo-tecnici.

Scopo del presente lavoro è sviluppare un metodo parametrico che introduca le caratteristiche idrologiche e pedologiche nella progettazione, attraverso la modellizzazione con un codice numerico del movimento dell'acqua nel suolo, in interventi realmente eseguiti di ingegneria naturalistica. Si fa riferimento a eventi particolarmente intensi e prolungati di pioggia.

Sono stati studiati due interventi di consolidamento realizzati con tecniche di ingegneria naturalistica nelle Alpi Cozie: localizzato su entisuoli di Beaulard (TO) e di Rhuyilles (TO). Nell'intervento di Beaulard le tecniche impiegate sono: copertura diffusa con astoni di salice, palificata di sponda, difesa spondale realizzata con massi ciclopici ed intasata con talee di salice, vincolata al piede con piloti e funi in acciaio e pennelli vivi. Il consolidamento si è reso necessario per contenere l'erosione di sponda del fiume Dora di Bardonecchia. Nell'intervento di Rhuyilles palizzate e fascinate sono state realizzate negli anni '60, mentre la seconda parte del lavoro, in corso di ultimazione, consiste prevalentemente in palificate vive e fascinate. Il consolidamento, che interessa un ampio versante, è finalizzato alla soluzione di estese soliflussioni superficiali al disgelo nonché al consolidamento di una frana al piede del torrente Thures.

Il modello si basa sull'integrazione dell'equazione di Darcy generalizzata a suoli variabilmente saturi d'acqua e simula l'infiltrazione dell'acqua di pioggia, la crescita di zone ad elevata saturazione e i fenomeni all'interfaccia di orizzonti diversi nonché l'eventuale exfiltrazione di acqua da pendii che raggiungano la saturazione. Il modello è stato parametrizzato facendo variare caratteristiche dei suoli tassonomicamente riconducibili a pedoambienti alpini: entisuoli, inceptisuoli, mollisuoli, spodosuoli sono stati tipicizzati per sequenza di orizzonti, caratteristiche fisiche (tessitura, porosità, densità apparente) e chimiche (presenza di cementi).

Partendo da situazioni reali della Alta Valle di Susa (TO) si sono ottenuti abachi che permettono di visualizzare nella zona degli interventi l'effetto delle caratteristiche fisiche e chimiche sulla saturazione del suolo. In questo modo diventa quindi possibile calcolare, evidentemente con ampi margini di incertezza, alcuni parametri utili per la verifica di stabilità dei pendii in seguito alla realizzazione di opere di ingegneria naturalistica.

Biodisponibilità del Cd in un suolo inquinato con diverse dosi di cadmio e inoculato con micorrize selezionate

Ferrazza P., Beni C., Aromolo R., Marcucci A. e Figliolia A.

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma.

Lo scopo del lavoro è lo studio della biodisponibilità del Cd a seguito di inquinamento artificiale di un suolo contenuto in vasche lisimetriche e coltivato ad orzo. Localizzazione dei siti di accumulo dell'inquinante nel vegetale e stima della quantità di Cd asportata dalle parti aeree.

L'esperienza è stata condotta in vasche lisimetriche del volume di 1 m³, mantenute alla capacità di campo, nelle quali è stato coltivato orzo (*Hordeum vulgare L.*, cv Robur). Prima della coltivazione, il suolo è stato inquinato con Cd (sottoforma di solfato), in dosi di 1, 10 e 100 ppm. Contemporaneamente, il terreno di metà delle repliche utilizzate per ogni tesi è stato inoculato con gli endofiti micorrizici *G. constrictum* e *G. mosseae*, mediante un inoculo contenente circa 70 spore / seme ugualmente ripartite tra le due specie fungine. In seguito il suolo è stato lasciato a riposo ed esposto all'azione degli agenti atmosferici per tre mesi, in modo da uniformare il più possibile la distribuzione dell'inquinante e l'infezione micorrizica.

A fine coltura, su tutte le tesi compreso il testimone, sono state valutate le quote Cd assimilabile nel suolo dopo estrazione in DTPA, le concentrazioni di Cd, in forma totale, nel suolo, con una miscela nitroperclorica e nelle diverse parti della pianta (radici, granella e fusto) utilizzando acido nitrico per l'estrazione. Le determinazioni sono state eseguite mediante spettrometria al plasma (ICP). I dati delle concentrazioni di Cd nel suolo (totale e assimilabile) e nei vegetali sono stati sottoposti ad analisi di regressione lineare e della varianza associata (ANOVA).

La concentrazione di Cd in forma assimilabile presente nel suolo è stata messa in relazione con le corrispondenti concentrazioni di Cd in forma totale. Lo studio è stato condotto sui valori riferiti ai trattamenti micorrizzati e non micorrizzati e ne è risultata una correlazione lineare tra i parametri considerati. L'analisi della varianza (ANOVA) riferita alle due rette di regressione ha dato risultati significativi ad un livello di probabilità dello 0.1%.

In secondo luogo le concentrazioni di Cd rilevate nelle diverse sezioni vegetali (radice, fusto e granella), sono state poste in relazione con le concentrazioni di Cd assimilabile presenti nelle corrispondenti parcelle di terreno, considerando i due raggruppamenti: micorrizzato e non micorrizzato. Anche in questo è stata trovata una stretta correlazione lineare e l'ANOVA ha dato risultati altamente significativi; infatti, ad eccezione della retta di regressione della granella micorrizzata (P: 1%), tutte le rette sono risultate significative ad un livello di probabilità dello 0.1%, pur presentando valori di pendenza molto differenti.

L'osservazione dei valori di concentrazione di Cd nei vegetali ha evidenziato un'elevata capacità di assorbimento e accumulo a livello radicale mentre una scarsissima quantità dell'elemento si ritrova nel fusto e ancora meno nella granella. Le piante di orzo risulterebbero quindi dotate di un efficiente sistema di barriera a livello radicale, che impedisce la migrazione del Cd verso la parte aerea. Per quanto riguarda la capacità di assorbimento del metallo, tra le piante inoculate con micorrize e quelle non inoculate, non si è rilevata alcuna differenza né sulle quantità assorbite, né sul destino all'interno della pianta.

Relativamente all'esistenza di fenomeni di fitotossicità, va detto che, pur essendo stati riscontrati sulle piante, nelle diverse fasi del ciclo colturale, differenti gradi di clorosi sui tessuti fogliari e di ingiallimento della parte basale del culmo, la produttività dell'orzo è rimasta invariata all'aumentare dell'inquinamento da Cd. Le quantità di Cd asportate in assoluto dalle piante (parte aerea) sono risultate direttamente correlate al grado di inquinamento del suolo; non ci sono tuttavia differenze significative tra gli asporti dei raggruppamenti micorrizzato e non micorrizzato per tutti i livelli di inquinamento.

Approfondimenti ulteriori saranno orientati ad osservare il comportamento dell'inquinante (Cd) su altre colture.

Influenza del sovescio di leguminose su alcune caratteristiche del terreno e sulla produttività del frumento in ambiente meridionale

Ferri D., Convertini G., La Cava P., Mastroilli M. e Montemurro F.

Istituto Sperimentale Agronomico MiPA, Bari

In un'area tipica del bacino mediterraneo (Rutigliano - Bari) con estati caldo-aride ed inverni miti viene valutato il contributo del favino (*Vicia Faba*, *L. minor* Beck.) incorporato nel terreno alla nutrizione azotata del frumento coltivato in successione e alla modifica di alcune caratteristiche chimiche e biochimiche del suolo.

Al momento della fioritura (autunno inoltrato) il favino veniva incorporato nel terreno e successivamente seminato il frumento (*Triticum Durum* Desf. L.). La concimazione azotata, con tre dosi di N (0, 60, 120 kg N ha⁻¹), veniva effettuata in due momenti (accestimento e levata). Lo schema sperimentale adoperato (split-plot con 3 repliche) comprendeva i seguenti trattamenti sperimentali: sovescio e non (parcelle), dosi di N (subparcelle).

Durante l'intero periodo di prova (1993-1997) venivano rilevati i parametri agronomici di entrambe le colture (resa in granella, produzione di paglia, biomassa del favino), la determinazione della composizione minerale di tutti gli organi di pianta ed il contenuto in C del favino sovesciato.

Prima del sovescio e dopo la raccolta del frumento venivano prelevati campioni di terreno nello strato arabile (0 - 40 cm.) sui quali si effettuavano le determinazioni delle principali caratteristiche chimiche tra cui i nitrati, l'ammonio scambiabile, il carbonio organico totale ed estraibile e gli acidi umici del terreno. Si determinavano, inoltre, anche alcuni parametri biochimici tra cui le attività nitratoriduttasica ed ureasica.

I trattamenti sperimentali (sovescio e dosi di N) hanno evidenziato nel quadriennio effetti diversificati mostrando che l'azione del sovescio sulla resa in granella di frumento (che segue il favino) è più marcata quando non vi è somministrazione di N in copertura.

Le variazioni riscontrate sulle proprietà chimiche del terreno in seguito all'introduzione di biomassa vegetale organica ad elevato tasso di umidità (> 80%) riguardano innanzitutto il contenuto in nitrati, che sono risultati maggiori nel trattamento "sovescio", contrariamente a quanto rilevato per l'ammonio di scambio. L'introduzione in un quadriennio di ca. 5 t di C ad ettaro, ha provocato un incremento del C organico totale del terreno di circa il 30% rispetto alle quantità registrate nelle parcelle non trattate.

Il sovescio nelle tesi senza concimazione azotata ha migliorato notevolmente le attività enzimatiche del terreno; in particolare, dopo un quadriennio di prova, la nitrato-riduttasi nelle parcelle "sovesciate" è risultata maggiore del 35% rispetto a quella delle tesi non trattate, mentre l'ureasi ha mostrato solo un lieve incremento (circa il 3%).

Poiché le risposte agronomiche del frumento duro e le variazioni di alcuni parametri (chimici e biochimici) caratterizzanti lo stato di fertilità del suolo sono risultate positive, si può concludere che, sovesciando una leguminosa nell'ambiente di prova, possono essere sostenuti i livelli produttivi delle colture cerealicole e contenuti i costi gestionali.

Valutazione in campo di *Bacillus subtilis* Mm51 come agente di biocontrollo: persistenza e diffusione del batterio

Filippi C.¹, Bagnoli G.² e Bedini S.¹

¹Dip.to di Chimica e Biotecnologie Agrarie -Pisa

²Centro di Studio per la Microbiologia del Suolo C.N.R., Pisa

Erbicidi, fungicidi e pesticidi di sempre più complessa formulazione sono usati in modo intensivo e incontrollato da almeno 50 anni. Il loro successo è legato, oltre alla facilità d'uso all'efficacia nel combattere le avversità delle piante coltivate. La loro diminuita disponibilità, legata a leggi restrittive e al maggior rigore nel controllo territoriale del loro uso, ha determinato, nell'ultimo decennio, un crescente aumento d'interesse sia scientifico che industriale sull'impiego di microrganismi come biocontrollori, fitostimolatori o migliorativi della fertilità del suolo, nell'ottica di una agricoltura sostenibile. Tuttavia, fattori biotici e abiotici del suolo limitano pesantemente il loro impiego nell'agro-ecosistema. Il destino degli inoculanti, diversi dai rizobi è ben conosciuto a livello di azospirilli, pseudomonadali fluorescenti e bacillacee, dove la concentrazione dell'inoculo iniziale declina in poche settimane a livelli numerici ai limiti della determinabilità. La persistenza e la crescita degli inoculanti pertanto è un aspetto chiave per il contenimento delle patologie radicali dato che l'effetto di bioprotezione è subordinato al mantenimento di un'adeguata densità microbica a livello rizosferico.

Lo scopo della ricerca è stato quello di valutare la validità di un nuovo approccio metodologico per il rilascio di agenti di biocontrollo in condizioni di campo in grado di garantire una vitale persistenza nel terreno degli inoculanti. In tale ottica è stata valutata l'efficacia di un pre-condizionamento dell'agente di biocontrollo *B. subtilis* M 51 su matrice organica umificata, utilizzando poi la stessa quale vettore di inoculo del microrganismo nel suolo.

Il ceppo *B. subtilis* M51/II un mutante spontaneo antibiotico resistente del ceppo parentale, agente di biocontrollo, *B. subtilis* M51 è stato pre-condizionato su diverse matrici organiche (torba, compost di sanse di olive). I risultati hanno evidenziato eccellenti proprietà colonizzatrici del ceppo microbico, quando il pre-condizionamento è stato effettuato su compost maturo di sanse esausta piuttosto che su torba o terreno ortivo. Sono stati registrati incrementi di 3 ordini di grandezza rispetto ai valori di inoculo iniziali (10^6 ufc/g s.s.), nel primo caso e decrementi di 1 - 2 ordini grandezza nel secondo.

Il compost di sanse così "arricchito" di *B. subtilis* M51/II, quando utilizzato come ammendante (pari a 7 ql/ha) in differenti tipologie di suoli agrari, ha mostrato una significativa capacità a sostenere la crescita e diffusione del ceppo microbico. In prove *in planta* inoltre, con terreni naturalmente infetti da *Fusarium oxysporum* f.sp. *dianthi* e *F. oxysporum* f. sp. *cyclaminis* il batterio ha mostrato una significativa capacità a proteggere le specie vegetali saggiate superiore al 75% rispetto ai controlli.

I risultati ottenuti inducono a sostenere la validità di tale pratica metodologica nel campo della lotta biologica mediante rilascio di microrganismi biologicamente attivi. La condizione di microhabitat nutrizionalmente autonomi in cui è presente il microrganismo infatti, sono capaci di far superare l'effetto omeostatico del suolo e allo stesso tempo sostenere la migrazione da queste macronicchie verso le radici o in condizioni di avversità biotiche e/o abiotiche, il mantenimento delle loro vitalità per essere abili a colonizzare le radici quando queste nel loro accrescimento esplorano tali siti.

Bio-pedottrattamento dei reflui zootecnici in ambiente alpino: primi risultati sperimentali in campo e loro modellizzazione

Freppaz M.¹, Acutis M.², Scalenghe R.¹ e Zanini E.¹

¹Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università di Torino

²Dipartimento di Ingegneria Agraria e Agronomia del Territorio, Università Federico II, Napoli

Il suolo, a causa delle sue particolari caratteristiche chimiche, fisiche e microbiologiche, è un efficace biofiltro, attivo nei confronti di inquinanti minerali ed organici. La tecnologia delle aree umide artificiali, ampiamente diffusa e conosciuta, prevede l'impiego del suolo, di inerti (ghiaia e sabbia) e di specie vegetali igrofile per il trattamento di reflui civili ed industriali. L'approccio tradizionale è caratterizzato dalla notevole superficie necessaria per la realizzazione degli impianti, fattore che rende questa tecnologia poco adatta all'ambiente alpino, anche in relazione alle particolari condizioni climatiche che possono rallentare i processi biologici e biochimici in atto all'interno delle aree umide artificiali.

Il principio guida seguito in questo progetto è quello dello sfruttamento selettivo e sequenziale di proprietà chimiche del suolo e delle sue differenti fasi al fine di esaltare il rendimento delle aree umide artificiali nel trattamento delle deiezioni bovine in ambiente alpino, riducendo in questo modo la superficie necessaria per la realizzazione degli impianti e l'influenza delle condizioni climatiche.

L'approccio pedo tecnologico prevede l'impiego nell'area umida artificiale di opportuni scambiatori ionici, a basso costo, quali un tufo zeolitico, di cui si vuole sfruttare l'elevata affinità per lo ione ammonio, e i residui dell'attività mineraria, ad elevato contenuto di ossidi di ferro, di cui si vuole verificare l'efficacia nell'adsorbimento del fosforo. Questi materiali, una volta esaurita la propria capacità di rimozione dei macronutrienti, devono essere sostituiti e possono essere impiegati come fertilizzanti a lento rilascio.

La volontà di estendere i risultati sperimentali ottenuti ad altre situazioni ambientali e di fornire una guida al dimensionamento degli impianti ha suggerito inoltre l'impiego di un modello di simulazione.

Obiettivi della presente ricerca sono: a) verificare l'efficacia del sistema e dei materiali impiegati nella rimozione delle forme di azoto e del fosforo dai liquami trattati; b) sviluppare e calibrare un modello di simulazione della dinamica delle forme di azoto.

Sulla base di risultati precedentemente ottenuti da prove pilota in serra e in pieno campo, è stata progettato e realizzato a St. Christophe (AO) un impianto di trattamento dei reflui zootecnici a dimensione aziendale. Il liquame bovino viene fatto fluire in una vasca impermeabilizzata di superficie pari a 220 m² e profondità 90 cm, suddivisa in quattro settori di uguale volume, contenenti rispettivamente ghiaia, residui dell'attività mineraria, zeolite e orizzonte A1 di un Typic Dystrochrept. Tali materiali costituiscono il substrato di crescita di specie vegetali igrofile (*Phragmites australis*, *Typha latifolia*), prelevate in aree umide naturali alpine.

Il modello per la simulazione della dinamica dell'N, già precedentemente utilizzato per la simulazione di prove sperimentali in serra, è bidimensionale alle differenze finite per la dinamica dell'acqua e utilizza l'equazione di convezione-dispersione per la dinamica dei soluti.

L'impianto è entrato in esercizio nell'autunno del 1998 ed il suo funzionamento è stato controllato mediante il prelievo periodico di campioni di liquame prima del trattamento e dopo il passaggio attraverso i singoli settori. Su tali campioni è stata determinata la concentrazione del contenuto in azoto e la sua ripartizione nelle diverse forme (Norg, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺) e del fosforo totale. Periodicamente è stato inoltre effettuato il prelievo di campioni dei differenti tipi di substrato a differenti profondità, analizzati per la determinazione delle forme di azoto e del fosforo totale.

Nel corso di questi primi mesi di attività i materiali impiegati hanno determinato una riduzione della concentrazione di azoto totale e fosforo totale nel liquame trattato dell'ordine del 90%. L'efficacia della zeolite nella rimozione dell'azoto in forma ammoniacale è stata dell'ordine del 40% mentre i residui dell'attività mineraria hanno determinato una riduzione della concentrazione del fosforo totale nei reflui trattati dell'ordine dell'80%. Non si sono registrati problemi di funzionamento dell'impianto connessi alle basse temperature registrate nel periodo invernale. Il modello ha mostrato capacità di simulazione che paiono sufficienti a determinare, sebbene con approssimazione, le dimensioni degli impianti in funzione della quantità di deiezioni prodotte e della tipologia dello scambiatore.

I risultati preliminari hanno evidenziato quindi come l'impiego di opportuni scambiatori ionici nelle aree umide artificiali possa determinare un'elevata rimozione di nutrienti in ambiente alpino, riducendo l'influenza delle particolari condizioni climatiche. L'impiego del tufo zeolitico, dei residui dell'attività mineraria e del suolo ha permesso di ridurre la superficie necessaria per la realizzazione dell'impianto, senza pregiudicare l'efficienza del sistema.

Valutazione dell'approccio pedometrico per il calcolo del bilancio idrico a livello territoriale

Gardi C.¹ e Vianello G.²

¹Dipartimento di Scienze Ambientali – Università di Parma

²Istituto di Chimica Agraria – Università di Bologna

Nei paesi dell'area mediterranea la salvaguardia delle risorse idriche costituisce un aspetto di primaria importanza, destinata ad assumere in futuro un ruolo sempre più centrale nei programmi di sviluppo dell'area. Tale necessità, da un punto di vista ecologico, viene sottolineata tra l'altro dall'approccio dei "deflussi minimi vitali" finalizzato al calcolo del quantitativo minimo di deflusso sufficiente a mantenere l'integrità ecosistemica dei corsi d'acqua.

L'utilizzazione delle acque di superficie a scopo irriguo rappresenta quantitativamente, in gran parte del nostro paese, una delle principali utilizzazioni di tale risorsa.

Allo scopo di ottimizzare l'uso dell'acqua in agricoltura vengono utilizzati numerosi modelli per il calcolo del bilancio idrico del suolo; il corretto funzionamento di questi modelli richiede tra l'altro la conoscenza precisa di alcuni parametri fisici ed idrologici del suolo. Le applicazioni di tali modelli a scala territoriale vengono realizzate generalmente utilizzando come base di dati relativi al suolo, la cartografia pedologica di dettaglio e semidettaglio. Obiettivo del presente studio è stata la valutazione della variabilità spaziale di alcuni parametri fisici ed idrologici del suolo all'interno di un'area campione nell'alta pianura parmense. In particolare è stata valutata la variabilità di tali parametri all'interno delle singole unità pedologiche e l'effetto derivante da un approccio di tipo pedometrico.

Nell'ambito di un'area di 4 kmq, sono stati prelevati 50 campioni di suolo, secondo uno schema a croce. Su tali campioni sono stati determinati granulometria, massa volumica apparente, contenuto idrico alla saturazione ed alla capacità di campo. Il contenuto idrico corrispondente al punto di appassimento è stato stimato con il metodo di Baumer.

I dati ottenuti sono stati analizzati utilizzando sia metodi statistici classici sia metodi geostatistici. Sulla base dei dati ottenuti è stato applicato un modello di simulazione colturale, al fine di calcolare una serie di bilanci idrici del suolo. Sono stati confrontati i risultati ottenuti dalle simulazioni basate sui dati pedologici delle unità cartografiche, quelli basati sull'interpolazione con metodo geostatistico ed un set di dati sperimentali utilizzati per la validazione dei due approcci.

L'utilizzazione dei sistemi informativi geografici per l'applicazione delle normative allo spargimento dei liquami zootecnici nei suoli del Veneto

Gherardi M., Rosetti P. e Vianello G.

CSSAS-Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo - Università degli Studi di Bologna

La cartografia dei suoli rappresenta uno strumento essenziale per mantenere sostenibile la loro produttività e per concorrere al consolidamento delle rese delle aziende agricole. Per giungere a tale scopo risulta necessario integrare e correlare lo studio ambientale alle più specifiche indagini pedologiche e chimico-fisiche; ne deriva così un approfondito quadro conoscitivo del grado di sensibilità e di vulnerabilità dei suoli di un determinato territorio. La carta dei suoli, così concepita, costituisce un importante documento da cui estrarre tutta una serie di informazioni che, considerate nel loro insieme, od integrate con altri dati, permettono di "costruire" documenti derivati di più facile comprensione ed applicazione; è il caso della carta dell'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici prevista dal Piano Regionale del Veneto di risanamento delle acque. Le norme tecniche previste dal piano per lo spargimento dei liquami tengono conto di fattori limitanti riguardanti contemporaneamente caratteri interni ed esterni ai suoli; ne consegue il trattamento di un numero elevato di informazioni sia di tipo areale, puntuale e tabellare tale da richiederne la gestione mediante idoneo sistema informativo geografico. Per l'indagine rivolta al territorio padovano e veneziano l'utilizzo di un sistema informatico territoriale (specifico per il settore di pianura) sia a livello di provincia che di singolo comune, permette successivamente di sviluppare l'analisi per tappe successive impiegando risorse contenute ed allargando la base conoscitiva per un intervento pianificato a livello superiore. Tutte le informazioni implementate e le successive che si renderanno necessarie a seguito di interventi modificativi (variazione di limiti di pedologici, individuazione o cambiamento di nuove unità o sottounità pedologiche, ulteriori indagini, ecc), e soprattutto per le nuove necessità di gestione territoriale che si stanno via via definendo nel settore dei Gis (geomarketing, pianificazione agronomica dei rischi nel settore della protezione civile, piani di spandimento dei residui zootecnici e/o di sottoprodotti di lavorazione agricola-industriale, dinamiche dei consumi di territorio) risultano implementabili solo se la struttura del input dati adottata risulta di tipo aperto e aggiornabile nel tempo.

Absrtact

The soil cartography represents an essential tool for maintain sustainable their productivity and for compete to the consolidation of the agricultural production. For arrive at to such purpose result necessary integrate and correlate the environmental study to most specific investigations; derive some as a deepened cognitive of the degree of sensibility and of vulnerability of the soil of a determined territory. The soil map constitutes a main point document from which extract all one series of information that, considered in their whole, integrates with other data, they allow of "build" derived documents more easy comprehension and application; it is the case of the soil map of the attitude of the soil to the shedding of the agricultural sewages foreseen from the Regional Piano of the Veneto of the waters. The technical scheduled norms from the piano for the shedding of the sewages note of factors inside and external characters to the soil, achieves the treatment of an elevated number of information of type area, punctual and tabular data. For the investigation to the Padova and Venezia territory, use geographic information system (specific for the sector of lowland) it is to level of province, allows subsequently of develop the analysis employing contained resources and widening the cognitive base for an intervention planned to superior level. All the information implement and the following that they will become necessary to succession of interventions (variation of limits, change of new unity, ulterior investigations), and above all for the new necessity of territorial management defining in the sector of the Gis (geomarketing, agronomic planning of the risks in the sector of the civic protection, plain the residual and/ or products of agricola-industrial, dynamic of the consumptions of territory) only results if the structure of the given adopted of open data type in the time.

Effetti dei metalli pesanti sulla biomassa microbica

Gigliotti C. e Farini A.

Dipartimento di Fisiologia delle Piante Coltivate e Chimica Agraria, Università degli Studi di Milano

Una precedente sperimentazione, concernente gli effetti dei metalli pesanti sulla componente microbica del suolo e la possibilità applicativa, in una situazione reale di campo, degli indici ecofisiologici aveva evidenziato come un elevato contenuto in metalli pesanti possa interferire con la biomassa microbica del suolo e come gli indici siano utili al fine di individuare lo stato di stress di tale componente.

Si è ritenuto di un certo interesse ripetere lo studio, su campioni di suolo prelevati nei medesimi siti oggetto della precedente esperienza, considerando oltre i parametri già indagati anche l'attività cellulasica.

In particolare, si è inteso:

verificare se dopo quattro anni, dalla prima indagine (1991), la situazione della zona in esame avesse subito delle modificazioni rilevabili con gli indici ecofisiologici;

verificare la possibilità di utilizzo dell'attività cellulasica come indicatore dello stato di un suolo in una situazione reale di campo. Tale attività non è stata valutata nella prima indagine.

Lo studio è stato condotto su 16 suoli, caratterizzati da un diverso contenuto in metalli, prelevati nel comune di Carpiano (MI) ubicato nel comprensorio irriguo della Roggia Certosa.

Su i campioni di suolo si sono valutati: metalli pesanti assimilabili (secondo i metodi Ufficiali Italiani), carbonio organico (secondo Walkley e Black), biomassa microbica (secondo Vance et al.), attività respiratoria (secondo Pochon e Tardieux), attività cellulasica (secondo Kanazawa e Miyashita).

Dai dati ottenuti si sono calcolati i seguenti rapporti: biomassa microbica/carbonio organico (MBC/OC), attività respiratoria/carbonio organico (RAC/OC), attività respiratoria/biomassa microbica (attività respiratoria specifica) (RAC/MBC), attività cellulasica/biomassa microbica (attività cellulasica specifica) (CLC/MBC).

Tutti i risultati ottenuti, media di cinque repliche ed espressi sul peso secco (105 °C; 24 h), sono stati trasformati secondo l'equazione $y = \sqrt{\arcsin p \cdot n^{-1}}$ e sottoposti ad analisi delle correlazioni.

I risultati ottenuti hanno confermato, anche se con leggere variazioni, il medesimo livello in metalli già riscontrato nei suoli dalla precedente esperienza.

La correlazione positiva ottenuta tra metalli pesanti e carbonio organico riconfermano l'interferenza dei metalli sulla mineralizzazione della sostanza organica e conseguentemente giustificano l'accumulo di carbonio nei suoli a più elevato contenuto di tali elementi.

Le correlazioni positive ottenute tra respirazione, RAC/MBC e metalli e quelle negative rilevate tra biomassa, MBC/OC, RAC/OC e metalli indicano un effetto negativo dei metalli sull'efficienza energetica dei processi metabolici della microflora che, come conseguenza, si automantiene ma non si accresce.

Le relazioni riscontrate tra cellulasi, CLC/MBC e metalli consentono le medesime considerazioni formulate per la respirazione. Più dettagliatamente, una produzione più elevata di cellulasi a cui fa riscontro un rapporto CLC/MBC alto, nei suoli ricchi in metalli, evidenzia uno stato di sofferenza della microflora che per mantenersi deve incrementare i suoi processi catabolici a discapito di quelli anabolici.

La stretta correlazione riscontrata tra attività cellulasica e attività respiratoria è da attribuire al fatto che la cellulasi prendendo parte alla degradazione della cellulosa rende disponibile il C per essere successivamente ossidato a CO₂ dall'intera popolazione microbica aerobica.

Da questa sperimentazione, a nostro avviso, si ritiene di poter desumere che:

gli indici ecofisiologici hanno riconfermato la loro applicabilità anche su suoli rappresentativi di una situazione reale di campo, in quanto essi rendono più evidenti le interazioni della biomassa con le diverse sostanze che possono giungere al suolo e consentono di confrontare tra loro suoli aventi storia pedoclimatica e agronomica differente;

l'attività cellulasica, dato che influenza il turnover della biomassa ed il ciclo del carbonio, può essere utilizzata, in concomitanza con altri parametri e in accordo con altri autori, come indice per la valutazione del rischio ambientale.

Ritenzione dell'ammonio in colonne di suolo trattate con zeoliti e bentonite

Ibrahim M.S.¹, Boero V.¹ e Franchini-Angela M.²

¹Chimica Agraria - Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università degli Studi di Torino.

²Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche, Università degli Studi di Torino.

Nei suoli a bassissima capacità di scambio cationico (CSC) come quelli sabbiosi e calcarei la lisciviazione dell'ammonio, le perdite di ammoniaca e la rapida ossidazione possono causare inquinamento alle risorse idriche sotterranee e nel contempo aumentare i costi della produzione agricola. Poiché fasi ad alta CSC quali zeoliti e bentoniti sono in grado di ritenere sui siti di scambio l'ammonio, esse possono ridurre considerevolmente i danni enunciati. Non è sorpresa quindi che di questi materiali venga fatto un uso crescente per ammendare suoli e substrati di crescita particolarmente poveri.

Scopo di questo lavoro è stato valutare la capacità di ritenzione dell'ammonio in un suolo sabbioso ammendato con tufo zeolitico o bentonite dopo fertilizzazione azotata e successiva lisciviazione e confrontare la diversa efficacia dei due ammendanti.

In una colonna di eluizione (25 cm, Ø 2.2 cm) è stato posto un suolo sabbioso (pH 8.9, CSC 2.2 cmol_c kg⁻¹, carbonati 0.6%, sostanza organica 0.18%) i cui 5 cm superficiali sono stati miscelati con 0 (bianco), 1.0, 2.5 e 5% di tufo o bentonite (BE). In particolare sono stati impiegati: *tufo giallo napoletano* (ZTP) con CSC di 155 cmol_c kg⁻¹, contenente phillipsite (48%) e chabazite (13%), analcime (5%), vetro (12%) e *tufo rosso* (ZTC) con CSC di 127 cmol_c kg⁻¹, contenente chabazite (49%), phillipsite (3%), analcime (2%) e vetro (26%). La *bentonite* (BE) proveniente da El Alamein, Egitto, è a prevalente montmorillonite.

Per simulare una fertilizzazione e una successiva irrigazione, dopo inumidimento della colonna, sono stati addizionati in successione: 4 mL di una soluzione contenente ammonio (40 mg di NH₄⁺ su 120 g di suolo) e 400 mL di acqua deionizzata contenente un inibitore della nitrificazione. Al termine della lisciviazione (0.25 mL/min) la distribuzione dell'NH₄-N nella colonna è stata determinata campionando ogni 2.5 cm la colonna stessa. L'ammonio ritenuto è stato quindi scambiato con KCl e determinato colorimetricamente.

Quantitativamente il suolo ammendato sia con ZTP, sia con ZTC risulta ritenere fino al 65% dell'ammonio immesso, mentre nel controllo solo lo 0.1% viene ritenuto.

Il suolo ammendato con ZTP o con ZTC presenta funzioni di profondità simili per quanto riguarda la ritenzione di NH₄-N. Tuttavia con ZTC la capacità di ritenere ammonio si esaurisce nei primi 7.5 cm mentre con ZTP si giunge a 12.5 cm indicando una certa mobilità di ZTP all'interno della colonna pur avendo i due tufi granulometria simile.

Anche tenendo conto della diversa CSC degli ammendanti con l'uso di BE le quantità di ammonio ritenute sono largamente inferiori all'attesa, rappresentando meno del 5% della quantità immessa in colonna simulando la fertilizzazione.

Le differenze di comportamento di queste fasi ad alta CSC possono essere motivate dalla diversa modalità di accesso dell'ammonio sulla superficie scambiante dei cristalli. Nelle condizioni sperimentali adottate, i tufi risultano offrire verosimilmente migliori condizioni per lo scambio dell'ammonio per le caratteristiche strutturali e cristallografiche delle zeoliti (dimensioni delle gabbie, diametro dei canali, natura e tenore dei cationi scambiabili) e per la presenza di una frazione vetrosa. Per contro, il minor successo ottenuto con BE può essere imputato alla sua incompleta dispersione e allo stato e tipo di saturazione cationica.

L'uso della CSC per caratterizzare la capacità di ritenere ammonio di questi materiali ai fini dell'ammendamento di suoli e substrati appare così insufficiente: la ricerca avviata richiede ulteriori approfondimenti atti a definire anche altri parametri che, indicatori delle specie minerali e delle condizioni operative per un uso razionale.

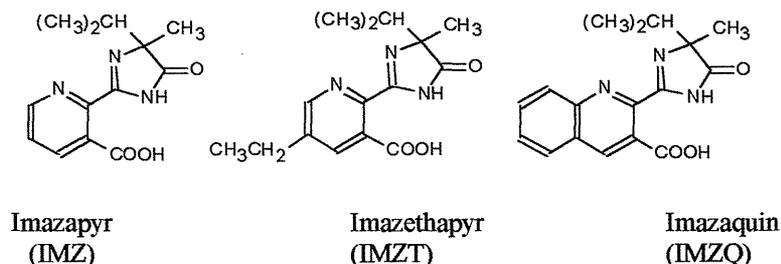
Adsorbimento di erbicidi imidazolinonici su un acido umico e su una ferridrite

Leone P.¹, Nègre M.¹, Gennari M.² e Boero V.¹

¹Università degli Studi di Torino, DIVAPRA - Chimica Agraria

²Università di Catania

Imazapyr (IMZ), imazethapyr (IMZT) ed imazaquin (IMZQ) sono tre erbicidi imidazolinonici largamente usati come diserbanti sistemici, e la loro azione erbicida è esplicata attraverso la inibizione della sintesi degli acidi nucleici. IMZ è impiegato per usi civili ed industriali, mentre IMZT e IMZQ sono impiegati per uso agricolo. Le tre molecole organiche si differenziano per un sostituente sull'anello piridinico:



Poiché da precedenti studi si è evidenziata una buona correlazione tra le quantità adsorbite dal suolo dei tre principi attivi e le quantità di carbonio organico e ossidi ed ossidrossidi di Fe amorfi o a basso ordine cristallino, in questo studio sono stati condotti adsorbimenti delle tre molecole su un acido umico e su una ferridrite sintetica, allo scopo di meglio comprendere il ruolo di queste fasi nei processi di adsorbimento.

L'acido umico è stato estratto in accordo con le procedure dell'HISS. La ferridrite è stata sintetizzata per precipitazione di $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ con KOH. L'adsorbimento dei fitofarmaci sull'acido umico e sulla ferridrite è stato realizzato per equilibratura di una soluzione acquosa dell'erbicida con il solido adsorbente mediante agitazione al buio a 25 °C per 24 ore, a pH 2.9 e 4.0 per l'acido umico e 2.8 e 5.0 per la ferridrite, pH rispettivamente inferiore e superiore alla pKa del gruppo carbossilico dell'anello piridinico. Nel surnatante, separato dalla fase solida per centrifugazione, è stata determinata la quantità dei tre fitofarmaci non adsorbita mediante analisi in HPLC. La quantità adsorbita è stata calcolata per differenza.

I parametri delle isoterme di adsorbimento sono stati calcolati usando l'equazione di Freundlich.

Nel caso in cui l'adsorbente era l'acido umico l'ordine di adsorbimento è risultato il seguente: $\text{IMZ} \ll \text{IMZT} \ll \text{IMZQ}$ per entrambi i pH. Dal confronto dei parametri dell'equazione ai due pH si è evinto che l'adsorbimento è decisamente superiore a pH 2.9.

L'ordine di adsorbimento degli erbicidi osservato nel caso in cui il solido adsorbente era la ferridrite è stato, per entrambi i pH, il seguente: $\text{IMZQ} < \text{IMZ} \sim \text{IMZT}$, ma le differenze tra i tre principi attivi non sono risultate così evidenti come nel caso dell'acido umico. Anche sulla ferridrite l'adsorbimento è stato favorito da bassi valori di pH ma le differenze nelle due condizioni di pH sono apparse meno marcate.

I risultati ottenuti confermano l'importanza del ruolo della ferridrite e degli acidi umici sull'adsorbimento degli erbicidi IMZ, IMZT e IMZQ e consentono di evincere relazioni tra la struttura delle molecole e l'entità del fenomeno, nonché differenze legate all'effetto del pH.

Ruscellamento sub-superficiale in pianura

Marchetti R. e Spallacci P.

Istituto Sperimentale Agronomico – Sezione Ricerche agronomiche applicate all'ambiente settentrionale, Modena

Nel definire l'entità del ruscellamento superficiale in pianura, c'è contrasto tra dati di studi con prove sperimentali vs dati aggregati a scala territoriale. I primi – peraltro scarsi - riportano coefficienti di deflusso molto bassi rispetto a quelli stimati a scala territoriale, per la stessa tipologia di terreni. Questa apparente contraddizione può derivare dal fatto che, nei due casi, si esaminano processi diversi. In genere infatti il ruscellamento misurato sperimentalmente è quello laminare (*overland flow*). Esso non coincide con quello misurato in base alla portata delle scoline e dei canali collettori delle acque di deflusso, talora chiamato *colato di campo*. Quest'ultimo è infatti, intuitivamente, la somma del ruscellamento laminare e di quello che può verificarsi sub-superficialmente.

I modelli colturali simulano il bilancio idrico a scala di campo includendo usualmente, tra le voci in uscita, il ruscellamento laminare. I modelli per il drenaggio, a loro volta, simulano il drenaggio sub-superficiale ottenuto con ricorso a dreni in ambienti caratterizzati da falda sospesa nel franco di coltivazione. Entrambi tuttavia trascurano di includere il drenaggio sub-superficiale nelle scoline. Anche qualora si considerino non rilevanti le conseguenze di questo tipo di ruscellamento a livello di comprensorio, a scala di campo tuttavia queste perdite incidono sulla disponibilità idrica per le colture. Obiettivo di questo lavoro è stato di valutare l'importanza quantitativa delle perdite per ruscellamento sub-superficiale. Le attività, svolte in prova parcellare di campo, hanno fatto riferimento a un suolo argilloso-limoso, in Pianura Padana.

Su parcella coltivata a mais è stata misurata l'entità del ruscellamento per eventi piovosi prodotti mediante simulatore di pioggia. Il suolo (Camurana *Vertic Ustochrept, fine, mixed, mesic*) tende a formare crepacciature ma non croste superficiali; è caratterizzato inoltre dalla presenza di uno strato meno permeabile a profondità compresa tra -0.8 e -1.2 m. Le sue proprietà sono comuni a numerosi suoli della piana alluvionale emiliana. La parcella di prova (5 x 5 m², pendenza media: 2.8%) era situata al bordo di un appezzamento coltivato a mais. Il mais è stato seminato nell'aprile del 1997. Sono stati effettuati 3 cicli di simulazioni, di cui uno in luglio 1997 (mais alla fioritura), uno in novembre 1997 (dopo la raccolta e prima della lavorazione) e uno a fine marzo '98 (terreno lavorato e affinato per la semina). Ogni ciclo ha incluso 3 simulazioni (distanziate 24 ore l'una dall'altra) per un totale di 9 eventi piovosi (Ip media: 32 mm). Sia per il ruscellamento superficiale, sia per quello subsuperficiale, si è misurata l'altezza di pioggia necessaria per l'inizio del deflusso (Vlag). Il monitoraggio dell'idrogramma di deflusso sub- e superficiale ha avuto durata diversa in relazione all'entità di Vlag. L'altezza di deflusso subsuperficiale è stata monitorata solo nei cicli di novembre e marzo. Il collettore di deflusso subsuperficiale era collocato appena sotto la suola di aratura (tra -0.5 e -0.6 m di profondità).

Il ruscellamento è stato di entità variabile nei tre cicli di simulazioni di pioggia. Il ruscellamento sub-superficiale ha avuto inizio sempre prima di quello superficiale. In particolare, in luglio, è stato possibile rilevare ruscellamento sub-superficiale - in assenza di quello superficiale - già alla prima simulazione, dopo 38 mm di pioggia. Il relativo coefficiente di deflusso, CD, calcolato a parità di altezza di pioggia affluita (dopo un'ora) è stato dello stesso ordine di grandezza nei due cicli di marzo e di novembre, nonostante che in marzo il terreno fosse più umido. Il valore di CD più elevato è stato riscontrato nel ciclo di novembre al secondo giorno di pioggia (22.1%). Il deflusso superficiale è stato più precoce e il relativo CD più consistente nel ciclo di novembre, in corrispondenza con una minor scabrezza superficiale del terreno. Non è stata osservata nessuna relazione tra deflusso superficiale e umidità del terreno.

L'entità delle perdite idriche per flusso sub-superficiale verso le scoline può essere cospicua, almeno nei terreni di pianura come quello oggetto di indagine. L'approfondimento delle conoscenze della dinamica di tale flusso sembra quindi opportuno per poter valutare da un lato le conseguenze agronomiche (minor efficienza d'uso dell'acqua irrigua) e ambientali (dilavamento di nutrienti) delle perdite idriche sottosuperficiali; dall'altro, l'efficienza del sistema di sgrondo degli eccessi idrici nelle scoline.

Rilascio e disponibilità per i vegetali del fosfato adsorbito su goethite

Martin M., Celi L. e Barberis E.

Università di Torino, DI.VA.PRA. Chimica Agraria

La fissazione è ritenuta essere la principale causa della scarsa disponibilità del P per le colture. Nell'insieme dei processi che regolano tale fenomeno il chemiadsorbimento è ritenuto essere il più importante. Lo ione fosfato può essere adsorbito sulle superfici di costituenti del suolo quali gli ossidi di ferro e di alluminio, il carbonato di calcio, i minerali argillosi nonché la sostanza organica. E' noto che nei suoli non allofanici l'adsorbimento è regolato principalmente dagli ossidi di ferro e risulta parzialmente reversibile. La conseguente disponibilità per i vegetali del P adsorbito su tali superfici, tuttavia, diminuisce nel corso del tempo.

Scopo del presente lavoro è la valutazione dell'influenza della percentuale di saturazione fosfatica sulla reversibilità del fenomeno di adsorbimento e sulla disponibilità per il vegetale del fosfato adsorbito sulla goethite. Si è studiato inoltre l'effetto dell'invecchiamento del legame Fe-O-P simulando quanto si verifica nel suolo in seguito ad eventi atmosferici e a variazioni di temperatura.

La reversibilità della reazione di adsorbimento è stata valutata utilizzando una goethite di sintesi fosfatata in modo da ottenere diverse percentuali di saturazione (dal 25 al 90%). L'invecchiamento del legame Fe-O-P è stato simulato mediante ripetuti cicli di umettamento ed essiccazione a diversa temperatura (40 e 70°C) della goethite fosfatata. Come estraenti sono stati utilizzati citrato ed ossalato di sodio $5 \cdot 10^{-3}$ M, in grado rispettivamente di sostituire il P sui siti di scambio e di chelare il Fe dissolvendo parzialmente l'ossido; l'estraente Olsen per la stima del P assimilabile; resine a scambio anionico e cartine impregnate di ossidi di ferro, metodi cosiddetti a "sink" infinito. È stato inoltre stimato il P facilmente solubile mediante estrazione in CaCl_2 0,01 M. Per valutare in modo diretto la disponibilità per le piante del fosfato adsorbito sulla goethite è stata effettuata anche una prova colturale con piante di *Lolium perenne* L. coltivate per 40 giorni su un substrato inerte cui era stata aggiunta goethite a diversi livelli di saturazione fosfatica quale unica fonte di P.

Al massimo di saturazione fosfatica (90%) il CaCl_2 estraeva il 3,4% del P adsorbito, l'Olsen il 15,3%, l'ossalato il 16,2%, citrato e cartine il 27,5% e le resine il 28,5%.

Per tutte le estrazioni chimiche il P rilasciato aumentava più che proporzionalmente al crescere della percentuale di saturazione fosfatica della goethite. In particolare il CaCl_2 non era in grado di estrarre P fino ad una saturazione fosfatica pari al 50%, mentre l'estrazione Olsen mostrava la minore dipendenza dal livello di saturazione.

Il *Lolium* ha dimostrato una buona efficienza nell'utilizzare il P: anche a basse percentuali di saturazione del complesso adsorbente (25%) la pianta era in grado di utilizzare il 14% del P adsorbito sulla goethite. Il rapporto fusto/radici cresceva all'aumentare della saturazione fosfatica: in condizioni di carenza la pianta tende infatti ad aumentare l'esplorazione del mezzo di crescita sviluppando il suo apparato radicale.

Dal confronto tra estrazione chimica ed estrazione biologica è emerso che il metodo Olsen è quello che meglio simula l'attività della pianta.

Mentre la crescita del vegetale non è stata influenzata dai cicli di umettamento - essiccazione, si è riscontrato un calo dell'estraibilità chimica del P direttamente proporzionale sia al numero di cicli, sia alla temperatura di essiccazione. Ciò può essere spiegabile con fenomeni di parziale occlusione del fosfato nella struttura dell'ossido.

Dai risultati ottenuti emerge che l'estraibilità chimica del P adsorbito sulla goethite è influenzata notevolmente dal grado di saturazione fosfatica e, in misura minore, dal processo di invecchiamento del legame Fe-O-P. Anche la disponibilità del P per il vegetale è condizionata dalla percentuale di saturazione mentre non vi sono evidenze dell'influenza dell'invecchiamento del legame Fe-O-P.

Effetto della non lavorazione su alcune caratteristiche microbiologiche del terreno

Mazzoncini M., Risaliti R., Coli A. e Ginanni M.

Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi", Università degli Studi di Pisa.

Sembra ormai appurato che le variazioni dell'ambiente edafico a livello fisico e chimico causate dalle non lavorazioni siano imputabili anche alle modificazioni della microflora, micro e mesofauna in esso vivente. Al fine di ottenere un quadro il più possibile completo dell'evoluzione indotta dalle tecniche di lavorazione relativamente a quest'aspetto, ci è sembrato opportuno valutare la biomassa microbica e la respirazione nei primi 15 cm del terreno sottoposto a due diverse tecniche di lavorazione.

La ricerca si inserisce in una esperienza di lungo periodo avviata nel 1986 e tuttora in corso presso il Centro Interdipartimentale di Ricerche Agro-Ambientali "E. Avanzi" dell'Università degli Studi di Pisa su un terreno sabbio-limoso ("Tipic Xerofluent"). La ricerca è stata condotta ponendo a confronto due tecniche di lavorazione del terreno, l'aratura convenzionale a 40-45 cm di profondità e la non lavorazione per un avvicendamento biennale soia-frumento tenero realizzato sia nel tempo che nello spazio. Lo schema sperimentale adottato è stato quello a blocchi randomizzati con tre ripetizioni; al fine di valutare le differenze statisticamente significative tra le medie dei trattamenti, i risultati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi della varianza utilizzando il Duncan's Multiple Range Test.

Nell'ottobre del 1996, nelle parcelle precedentemente investite a frumento, sono stati prelevati, nell'orizzonte "microbiologicamente più attivo" (0-15 cm), 3 campioni di terreno per ogni replicazione per un totale di 9 campioni per tesi. I campioni, setacciati a 2 mm e condizionati fino al raggiungimento del 60% della capacità di campo sono stati conservati per 5 giorni a temperatura di 20-22°C, in assenza di luce.

Dopo questa prima fase di "equilibratura" si è passati alla fase di stima della respirazione del terreno utilizzando il metodo descritto da Isermeyer (1952). In ciascun recipiente è stata inserita una "trappola" per la CO₂ contenente NaOH, periodicamente sostituita per consentire la misurazione della CO₂ svolta nei primi 5 giorni dall'equilibratura (T0), nei successivi 7, 15 e 30 giorni (T7, T15 e T30 rispettivamente). La successiva titolazione con HCl ha permesso di misurare la quantità di anidride carbonica svolta dal terreno; il valore è stato espresso in mg CO₂/kg di suolo secco.

Per la determinazione della biomassa microbica è stato utilizzato il metodo della fumigazione-estrazione (Vance et al., 1987). Tale metodo si basa sulla misurazione del C solubile in campioni di terreno tal quali e sottoposti a fumigazione con cloroformio (che ha azione lisante sulle cellule microbiche e fungine); dal confronto del parametro misurato sui campioni fumigati e non fumigati si ricava il valore di C della biomassa microbica. Queste operazioni sono state eseguite non appena terminato il periodo di "equilibratura" (T0), dopo 7 giorni (T7), 15 giorni (T15) e 30 giorni (T30). La concentrazione di C è stata espressa in mg/kg di suolo riferito al peso secco.

Nonostante che in entrambe le tecniche di lavorazione la respirazione della biomassa microbica abbia fatto osservare una diminuzione nel tempo, in ciascuna delle quattro epoche di rilevamento, il terreno non lavorato ha manifestato una maggiore emissione di CO₂ rispetto al terreno arato; tali differenze si sono sempre dimostrate altamente significative. Mediamente la quantità di CO₂ emessa dal terreno sodo, nelle condizioni di laboratorio, è risultata di circa il 268% superiore a quella del terreno arato.

Nel terreno soggetto a non lavorazione l'emissione di CO₂ è diminuita in maniera più decisa rispetto al terreno arato dal T0 al T30. Questo fenomeno potrebbe essere imputabile proprio alla diversa carica microbica dei due terreni; infatti sembra lecito ipotizzare che nel terreno sodo la maggiore attività dei microrganismi porti, nelle condizioni ottimali di laboratorio, ad un progressivo esaurimento del substrato nutrizionale e quindi ad una riduzione del metabolismo microbico. Ciò sembra confermato anche dai risultati ottenuti dall'analisi della biomassa microbica.

Anche la quantità di carbonio della biomassa microbica è risultata in ciascuna epoca di misurazione, significativamente maggiore nel terreno sodo rispetto a quello arato (+187% come media delle tre epoche). Nel terreno non lavorato, la maggiore concentrazione di sostanza organica (dati non riportati) sembra aver influenzato positivamente lo sviluppo della biomassa microbica, come già riscontrato da diversi autori, soprattutto in prove di lungo periodo.

Nei terreni arati è stato osservato un incremento della biomassa microbica durante il periodo di analisi (39.8 mg/g.suolo a T0, 44.0 a T7 e 66.4 a T30) ed una progressiva diminuzione nei terreni non lavorati (144.2 mg/g.suolo a T0, 143.2 a T7 e 114.5 a T30). Il fatto che il carbonio della biomassa microbica tenda ad aumentare nei terreni arati potrebbe essere giustificato dalle migliori condizioni ambientali (quelle di laboratorio) nelle quali è stato posto; in simili condizioni, venendo meno i fattori limitanti presenti in campo, la flora microbica potrebbe aver avuto modo di svilupparsi progressivamente.

I terreni non lavorati hanno fatto invece registrare nel tempo una riduzione di quest'ultima; in questo caso probabilmente a seguito del rapido esaurimento del substrato nutrizionale indotto dagli elevati ritmi metabolici così come indicato dai risultati dell'attività respiratoria.

Confronto di modelli matematici nella gestione dell'irrigazione

Mecella G., Francaviglia R., Scandella P. e Marchetti A.

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

L'irrigazione in Italia costituisce uno strumento fondamentale di progresso, in quanto l'agricoltura, non potendosi espandere su nuovi suoli, è costretta a puntare su mezzi tecnici in grado di aumentare la produttività e quindi la competitività.

Le caratteristiche intrinseche dei fenomeni che regolano i movimenti dell'acqua nel suolo a seguito di irrigazione rendono la modellistica lo strumento più efficiente per la valutazione della distribuzione temporale dei volumi irrigui.

Nel presente lavoro vengono posti a confronto gli udogrammi relativi allo strato di suolo 0-50 cm, registrati sperimentalmente e simulati attraverso tre modelli: CropSyst, EPIC e il modello semideterministico B.Idr.A.S. messo a punto dagli Autori e tarato per le caratteristiche pedoclimatiche tipiche degli ambienti mediterranei, nei quali è sempre di primaria importanza il problema delle risorse idriche.

La sperimentazione in campo è stata effettuata negli anni 1987 e 1988 in due ambienti pedoclimatici tipici dell'Italia, un ambiente subumido della Pianura Padana (Mantova) su due colture di mais da granella e di soia allevate su fluvisuoli calcarei franco limosi ed un ambiente semiarido, con caratteristiche prettamente mediterranee, del centro Italia (Paliano - Frosinone) su colture di silomais e di barbabietola da zucchero allevate su luvisuoli eutrici franco limosi. L'irrigazione con volumi medi di adattamento di 40 mm veniva effettuata quando l'umidità del suolo (0-50 cm), misurata con il metodo gravimetrico, si avvicinava alla soglia limite corrispondente al punto di appassimento.

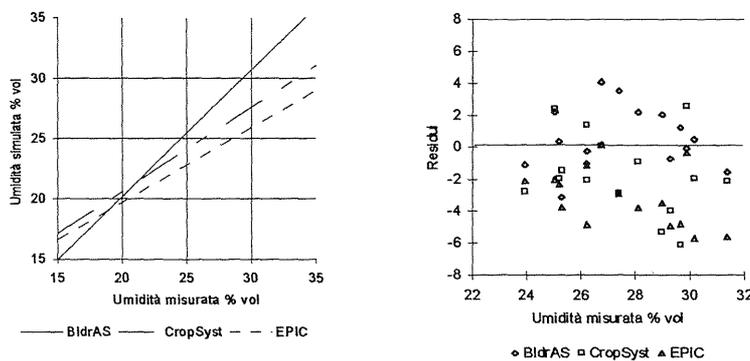


Fig. 1 - Confronto dei valori di umidità e residui per la coltura di mais (Mantova 1987).

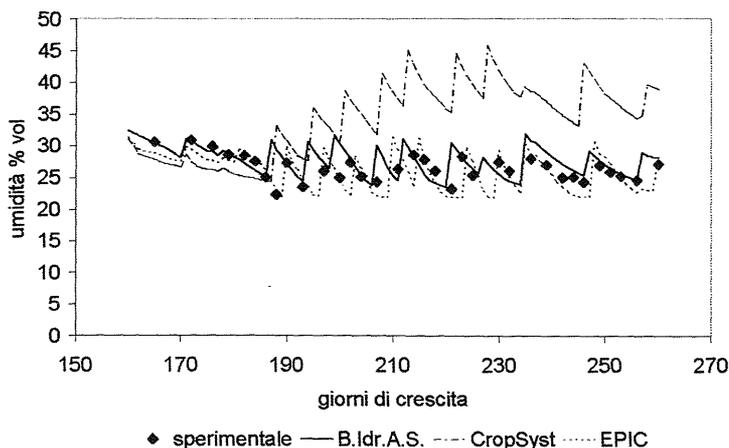


Fig. 2 - Udogramma delle simulazioni per una coltura di silomais (Paliano 1988).

La risposta dei tre modelli in studio nell'ambiente della Pianura Padana è risultata abbastanza soddisfacente per le colture sperimentate. Nella Fig. 1 si riporta un esempio per la coltura del mais di Mantova.

Nell'ambiente di Paliano, in clima subarido, i modelli B.Idr.A.S. ed EPIC presentano una buona aderenza ai valori misurati; il modello CropSyst invece, a partire dalla seconda metà dell'estate, tende a sovrastimare i contenuti idrici del suolo (Fig. 2), sovrastima da imputarsi con ogni probabilità alla particolare natura dei minerali argillosi delle cineriti vulcaniche, che caratterizzano questi suoli, conferendo loro una tessitura argillosa apparente, che non corrisponde ad un analogo comportamento idrologico.

In considerazione della particolare disomogeneità pedoclimatica italiana, diviene quindi fondamentale estendere l'applicazione dei modelli di simulazione a diverse realtà territoriali, calibrandoli con i parametri specifici delle singole aree agricole.

La geostatistica applicata allo studio della variabilità territoriale della permeabilità dei suoli: Alta Valle del Tevere

Mecella G.¹, Scandella P.¹ e Raspa G.²

¹Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

²Dipartimento I.C.M.P.M.- Università di Roma "La Sapienza"

La suddivisione del territorio in unità omogenee di permeabilità superficiale avviene a seguito di studi del suolo dettagliati, lunghi e costosi, in quanto richiedono un elevato numero di parametri necessari per descrivere la distribuzione spaziale delle caratteristiche del sistema suolo. Questi parametri, per il significato strettamente fisico che assumono, debbono essere misurati in campo, ma, al crescere della dimensione dell'area in studio, le spese che bisogna sostenere per le campagne di rilievi divengono proibitive a causa della variabilità spaziale sempre presente in natura.

Scopo del presente lavoro è quello di verificare la possibilità di evidenziare unità di suolo con valori di permeabilità omogenei attraverso l'utilizzo delle determinazioni relative alla tessitura, normalmente meno impegnative dal punto di vista pratico e quindi più densamente distribuite sul suolo.

Lo studio ha interessato il territorio dell'Alta Valle del Tevere (Città di Castello) della superficie di circa 23.000 ha, già oggetto di precedenti indagini condotte negli anni '80. I suoli prevalenti presenti nel territorio sono Fluvisuoli eutrici, Regosuoli calcici, Luvisuoli ortici, talvolta gleyici e calcici.

La metodologia di stima impiegata è il *cokriging*, che si basa sull'analisi geostatistica multivariata, cioè sullo studio delle auto e mutue correlazioni spaziali tra le variabili. In termini quantitativi queste correlazioni sono descritte dal set dei variogrammi sperimentali diretti ed incrociati delle variabili. Tale set, espresso in una opportuna forma matematica aggiustata sui valori sperimentali, costituisce il *modello di corregeionalizzazione* che permette di stimare il valore di una variabile, facendo intervenire anche variabili ad essa correlate. Lo stimatore del *cokriging* consiste in una combinazione lineare delle misure disponibili delle diverse variabili entro un intorno del punto da stimare.

Le variabili prese in considerazione sono sabbia grossa, sabbia fine, limo, argilla, curva di ritenzione idrica ($pF = 2.0$, $pF = 2.5$, $pF = 3.0$, $pF = 4.2$) e permeabilità. Su ciascuno dei tre orizzonti considerati si è proceduto ad una analisi strutturale, poiché il caso in studio è un esempio in cui le correlazioni tra le variabili non dipendono solo dalla loro natura, ma anche dalla scala di variabilità.

In ognuno dei tre orizzonti il fenomeno presenta due strutture spaziali, cioè due scale di variabilità, che sono descritte quantitativamente da due variogrammi isotropi di tipo sferico, uno di *range* 1.5 Km e l'altro di 20 Km. Sull'insieme delle variabili di ciascuno strato è stato aggiustato un modello lineare di corregeionalizzazione.

Ad eccezione della permeabilità, l'aumento della dispersione dei parametri considerati con la profondità si riscontra solo per la componente a piccola scala, dove l'aumento è molto più accentuato, che non per la variabilità complessiva. Alla grande scala la dispersione non mostra tendenza all'aumento. Si evidenzia quindi che la variabilità complessiva del fenomeno è dominata dalla struttura a piccola scala.

Attraverso il *cokriging* è stato possibile utilizzare, per la ricostruzione della carta della permeabilità, le percentuali di sabbia grossa, sabbia fine, limo e argilla, in quanto esse, come è risultato dallo studio di corregeionalizzazione, sono ben correlate con essa. Questo ha consentito di elaborare una carta di permeabilità con poche determinazioni (determinazioni di controllo) ed elaborare le linee di isovalori attraverso le determinazioni di tessitura normalmente più numerose negli studi territoriali.

I risultati dello studio variografico hanno confermato quanto rilevato durante l'indagine di campo e cioè che la maggior parte dell'area in studio risulta costituita da suoli sostanzialmente simili, in quanto derivati da substrati alluvionali fluvio-lacustri e che la differenziazione tra i profili è da attribuire soltanto alle condizioni di sedimentazione del materiale alluvionale.

Per quanto riguarda la permeabilità l'esame variografico ha evidenziato come le condizioni strutturali dei suoli, e quindi della permeabilità, siano largamente condizionate dalla gestione colturale, in quanto in unità di suolo simili la permeabilità risulta diversa da azienda ad azienda. In altri termini viene confermato che la permeabilità dei suoli, che per le caratteristiche intrinseche degli stessi dovrebbe risultare simile, viene largamente influenzata dalla conduzione agronomica prevalente dell'azienda.

Attraverso il modello di corregeionalizzazione è stato possibile, con poche misure dirette di permeabilità, integrate da più numerose determinazioni della granulometria, elaborare una carta con unità di "isopermeabilità" molto vicina e quella sperimentale elaborata durante lo studio di classificazione dei suoli per fini irrigui.

Comparazione dei flussi di mineralizzazione di azoto e carbonio in due suoli forestali a *Quercus cerris*

Micciulla O., Dell'Abate M.T. e Alianello A.

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

Il suolo forestale può essere considerato come una componente fondamentale della stabilità dell'ecosistema foresta ed una sua alterazione potrebbe portare nel tempo alla rottura dell'equilibrio esistente al suo interno. Il suolo va visto più che come un semplice mezzo di crescita o di supporto per le piante come un organismo vivente la cui salvaguardia è indispensabile per un uso sostenibile delle risorse naturali.

In questo lavoro ci si è posti l'obiettivo di monitorare la dinamica dell'azoto, che rappresenta una parte importante del ciclo dei nutrienti nell'ecosistema forestale, applicando un metodo sperimentale già tarato su suolo agrario che permette di determinare quanto dell'azoto disponibile è potenzialmente mineralizzabile. I siti presi in esame sono due siti forestali indisturbati dell'Italia centrale a clima temperato con copertura omogenea a *Quercus cerris*.

Al fine di verificare se i campioni al termine della mineralizzazione dell'azoto si trovassero in condizioni di stress è stata allestita una prova di mineralizzazione del carbonio in presenza di un substrato facilmente metabolizzabile dalla biomassa del suolo.

Sui suoli presi in esame è stato condotto il riconoscimento pedologico adottando la classificazione FAO. Il sito situato nelle Marche è risultato essere un Haplic LUVISOLS, mentre il sito dell'Umbria un Eutric CAMBISOLS. Sui campioni prelevati dai profili sono state eseguite analisi chimico-fisiche secondo i metodi ufficiali di analisi chimica del suolo.

La mineralizzazione potenziale dell'azoto è stata determinata seguendo il metodo biochimico di Stanford e Smith modificato da Benedetti che permette di ottenere la massima risposta possibile dal sistema attraverso l'incubazione dei campioni in condizioni idriche e termiche ottimali per 30 settimane con lisciviazione ad intervalli prefissati dell'azoto mineralizzato dalla sostanza organica del suolo.

La mineralizzazione del carbonio è stata valutata seguendo il metodo di Isermeyer, sia sul terreno tal quale che con l'aggiunta di glucosio, rilevando ad intervalli di tempo la CO₂ prodotta dal suolo incubato in un sistema chiuso. E' stata inoltre effettuata la determinazione del carbonio della biomassa con il metodo della fumigazione/estrazione proposto da Vance.

La percentuale di mineralizzazione potenziale dell'azoto a trenta settimane su prove ripetute in triplo è risultata molto bassa raggiungendo soltanto valori che si aggirano intorno al 3% dell'azoto disponibile lungo tutto il profilo. Da un'analisi preliminare non sembra si evidenzino differenze nel comportamento tra i due siti anche se è evidente che tutti i campioni a fine incubazione non sono ancora arrivati a plateau, probabilmente a causa di un ritardo nell'innescò della mineralizzazione dovuto ad una situazione di climax della comunità microbica. I dati cumulativi della mineralizzazione sono in corso di elaborazione secondo un modello di cinetica esponenziale di primo ordine.

I dati ottenuti dalla mineralizzazione del carbonio in presenza di glucosio dopo 25 giorni di incubazione, nei campioni provenienti dalla prova di mineralizzazione potenziale, mostrano valori che decrescono con la profondità, una caratteristica comune ad entrambi i siti. Questi dati sono stati messi a confronto con quelli ottenuti dalla prova allestita sui terreni tal quali: le principali differenze osservate si evidenziano nel sito dell'Umbria dove gli orizzonti profondi mineralizzano meno dei campioni sottoposti a mineralizzazione potenziale.

I dati relativi alla biomassa mostrano che la quasi totalità di essa si concentra nello strato organico, riducendosi drasticamente negli strati inferiori.

L'analisi preliminare dei dati fino ad ora ottenuti indicherebbe che l'intero sistema suolo si trova in condizioni di equilibrio e che la presenza della stessa copertura vegetale induca un comportamento biochimico simile, indipendentemente dalla localizzazione geografica.

Possibilità di impiego del compost nel risanamento delle discariche

Mulè P., Castaldi P. e Melis P.

Dipartimento di Scienze Ambientali Agrarie e Biotecnologie Agro-Alimentari, Università degli Studi di Sassari
E' ampiamente noto il fatto che uno dei maggiori problemi presentato dalle discariche, sia durante la loro utilizzazione che dopo la chiusura, è la produzione di percolato e lo sviluppo di biogas. Non sono da trascurare, inoltre, gli effetti della deformazione della superficie e delle crepaccature, dovuti alla degradazione dei rifiuti organici. Questi fenomeni si manifestano con una intensità dipendente dalle caratteristiche fisiche e chimiche del materiale usato sia per la copertura giornaliera della discarica che per quella finale. Al momento non esiste un materiale ideale, che risponda contemporaneamente a tutti i requisiti richiesti. Sulla base delle caratteristiche del compost è possibile ipotizzare interessanti prospettive di utilizzo nella ricopertura delle discariche sia durante la coltivazione che alla loro chiusura. Scopo del lavoro è quello di verificare in base ad indagini fisiche e chimiche la reale capacità del compost a ridurre o eliminare i pericoli legati alla lisciviazione di inquinanti e ridurre l'entità dell'emissione superficiale incontrollata di biogas.

Campioni provenienti da quattro tipi di compost, con caratteristiche fisiche e chimiche differenti sono stati posti in contatto, in condizioni di temperatura e pH controllati, con concentrazioni crescenti di tre soluzioni saturanti di $ZnCl_2$ 0,01 N, $CdCl_2$ 0,01 N e $Pb(NO_3)_2$ 0,01 N per ottenere delle isoterme di adsorbimento. Dopo l'adsorbimento e il lavaggio con H_2O i campioni di compost sono stati sottoposti ad estrazione sequenziale con soluzioni di: $CaCl_2$ 0,2 N, $Ca(NO_3)_2$ 0,1 N ed EDTA 0,05 N. Sui compost è stata inoltre determinata l'estensione superficiale e la porosimetria, utilizzando un Hg-porosimetro e un Soroptomatic della Carlo Erba, nonché le altre principali caratteristiche fisiche seguendo le metodologie di caratterizzazione dei substrati organici.

La differente composizione chimica, così come il diverso grado di umificazione, di granulometria e di porosità influenzano la capacità e l'energia di ritenzione dell'acqua da parte dei compost sperimentati. Tutti i campioni, seppure in misura diversa, presentano una buona capacità di ritenzione idrica compresa tra il 47 e l'89%, inoltre l'energia di ritenzione dell'acqua appare elevata: dall'85 al 95% dell'acqua assorbita risulta fortemente legata. I compost pertanto rappresentano materiali che possono svolgere, in discarica, l'importante funzione di limitare l'infiltrazione delle acque meteoriche nel corpo della discarica riducendone quindi i rischi di percolamento. La capacità metallo - adsorbente valutata attraverso isoterme di adsorbimento e di rilascio rileva la discreta capacità di questo materiale a fungere da adsorbente di metalli inquinanti.

Infine, in considerazione delle caratteristiche di porosità e di estensione superficiale, il compost può svolgere la funzione di biofiltro, riducendo l'emissione nell'atmosfera dei gas che si producono in discariche dismesse anche da lungo tempo.

Influenza del diverso uso del suolo sull'impatto ambientale e sull'evoluzione della fertilità in una zona collinare del centro Italia

Papini R., Panichi A., Bazzoffi P., Pellegrini S., Montagna G. e Natarelli L.

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze

Nell'ultimo decennio la ricerca in agricoltura si è dovuta occupare soprattutto di ridurre l'impatto ambientale provocato da un uso intensivo dei suoli agrari. L'intenso sfruttamento della risorsa suolo abbinato all'impiego di elevate quantità di concimi e diserbanti, ha provocato fenomeni di inquinamento a carico delle acque di falda, eutrofizzazione dei corsi d'acqua ed una costante diminuzione della sostanza organica presente nei suoli italiani. In collina in particolare l'intensificazione delle tecniche colturali ha causato un incremento delle perdite di suolo per erosione con un rapido degrado dei terreni coltivati. Scopo della presente ricerca è stato quello di evidenziare in un ambiente collinare del centro Italia, l'influenza di un diverso uso del suolo sulle perdite di nutrienti per erosione e sulla evoluzione dei principali parametri chimici di fertilità del suolo.

La prova sperimentale si è svolta dal '94 al '96 presso il Centro Sperimentale "S. Elisabetta" (Vicarello di Volterra - Pisa), su un suolo a tessitura argilloso-limoso classificato come Vertic Xerorthent. Il disegno sperimentale era costituito da due blocchi randomizzati di 4 parcelle (75 x 15 m, pendenza 25%) isolate idraulicamente e attrezzate con unità elettroniche di misura e campionamento del deflusso superficiale.

Le tesi a confronto sono state le seguenti: 1-cereale (*Hordeum vulgare L.* nel '94 *Triticum durum L.* nel '95 e '96); 2-fresato continuo; 3-arbusti pascolabili (*Atriplex halimus L.*) con trasemina iniziale di sulla (*Hedysarum coronarium L.*); 4-erba medica (*Medicago sativa L.*).

I campioni di torbida sono stati prelevati per ogni evento che dava luogo ad un deflusso. Sul campione tal quale è stato misurato il pH, mentre su una aliquota filtrata a 0,45 μm sono stati determinati i nitrati, l'ammonio solubile e gli ortofosfati solubili, mediante reazione colorimetrica utilizzando un Autoanalyzer II Technicon. Nei sedimenti, ottenuti previa essiccazione in stufa a 40°C del rimanente campione di torbida, sono stati determinati: l'N totale Kjeldhal; il P totale, il P assimilabile (Metodo Olsen) ed il P potenzialmente biodisponibile.

Su campioni di terreno prelevati a 0-20cm e 20-40 cm all'inizio della prova (ottobre '93) ed alla fine della stessa (ottobre '96) sono stati determinati l' N totale Kjeldhal; il P totale, il P assimilabile, la S.O.ed il K scambiabile.

Il diverso uso del suolo ha influenzato le perdite di nutrienti per deflusso superficiale in modo sia diretto che indiretto. Infatti i deflussi delle varie tesi si sono differenziati sia quantitativamente che qualitativamente.

La maggiore variabilità si è riscontrata negli elementi solubili che sono per altro quelli più importanti per la valutazione dell'impatto ambientale delle diverse pratiche agricole. Per quanto ha riguardato i nitrati le perdite più elevate si sono avute dal fresato continuo (14 kg N-NO₃ha⁻¹ in media nei tre anni), seguito dal cereale (8 kg N-NO₃ha⁻¹), dalla medica (5 kg N-NO₃ha⁻¹) e, con valori di gran lunga inferiori, dall'Atriplex (0,15 kg N-NO₃ha⁻¹). Le perdite di azoto nitrico sono risultate largamente influenzate dalla quantità di azoto prodotto per mineralizzazione della sostanza organica nel periodo primaverile estivo, per tale motivo la tesi a fresato continuo, pur non ricevendo alcuna concimazione, ha rilasciato la maggiore quantità di azoto. La concimazione invece, ha fatto sentire il suo effetto sulle perdite di nitrati per ruscellamento soltanto quando si sono avuti eventi piovosi poco distanti dalla sua applicazione. Per quanto ha riguardato il fosforo solubile le perdite sono risultate molto basse (inferiori a 100gr Pha⁻¹) in tutte le tesi; un loro incremento si è avuto nella tesi a cereale solamente nei deflussi immediatamente successivi alla concimazione.

Le maggiori perdite di N e P con i sedimenti si sono avute con il fresato continuo, seguito dal cereale, dalla medica e con valori di gran lunga inferiori dall'Atriplex. Nel secondo e terzo anno di sperimentazione i sedimenti provenienti dal fresato continuo sono risultati meno ricchi di P sia in forma totale che assimilabile, mentre in quelli provenienti dall'Atriplex e dalla medica si sono riscontrate maggiori quantità sia di azoto che di fosforo. Il P biodisponibile ha rappresentato una frazione piuttosto costante (1,9%) del P totale.

Alla fine del triennio di prova il contenuto di N totale del suolo è aumentato notevolmente nei primi 20 cm sia nell'Atriplex (43%), che nella medica (22%). Il contenuto di sostanza organica è diminuito sensibilmente nel fresato (6%), mentre un aumento consistente si è riscontrato sia nell'Atriplex (15%), che nella medica (10%).

Fra le tesi messe a confronto sicuramente l'Atriplex è risultata quella con il minor impatto ambientale, in quanto protegge molto bene il suolo dall'erosione e migliora le sue condizioni di fertilità chimica. L'erba medica, una volta impiantata, riduce di molto le perdite di nutrienti per erosione, ma in questo ambiente la breve durata del medicaio, inferiore a tre anni, ne diminuisce i vantaggi; il medicaio in ogni caso arricchisce il suolo in N e sostanza organica. Il cereale presenta elevate perdite per erosione nei mesi in cui lascia nudo il suolo; il terreno però non risulta impoverito in sostanza organica poiché la paglia viene interrata con l'aratura. Nella tesi a fresato la grande quantità di suolo allontanato per erosione e l'intensa mineralizzazione della sostanza organica causano elevate perdite di nitrati nella di ruscellamento ed una sensibile riduzione di sostanza organica nel terreno.

Dinamica del Cd nel sistema suolo-pianta in un terreno inoculato con micorrize selezionate: esperienza su orzo coltivato in vasche lisimetriche

Pennelli B., Rossi G., Giacomi V. e Figliolia A.

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma.

Valutazione dell'effetto di vari gradi di inquinamento da Cd sulla capacità di trasporto dell'inquinante e di traslocazione nelle diverse porzioni vegetali di piante di orzo coltivato in vasche contenenti suolo inoculato con micorrize selezionate. Effetto sulle biomasse microbiche.

L'esperienza è stata condotta in vasche lisimetriche del volume di 1 m³, mantenute alla capacità di campo, nelle quali è stato coltivato orzo (*Hordeum vulgare L.*, cv Robur). Prima della coltivazione, il suolo è stato inquinato con Cd (sottoforma di solfato), in dosi di 1, 10 e 100 ppm. Contemporaneamente, il terreno di metà delle repliche utilizzate per ogni tesi è stato inoculato con gli endofiti micorrizici *G. constrictum* e *G. mosseae*, mediante un inoculo contenente circa 70 spore / seme ugualmente ripartite tra le due specie fungine. In seguito il suolo è stato lasciato a riposo ed esposto all'azione degli agenti atmosferici per tre mesi, in modo da uniformare il più possibile la distribuzione dell'inquinante e l'infezione micorrizica. A fine coltura, su tutte le tesi compreso il testimone, sono state valutate le concentrazioni di Cd, in forma totale, nel suolo, con una miscela nitroperclorica e nelle diverse parti della pianta (radici, granella e fusto) utilizzando acido nitrico per l'estrazione. Le determinazioni sono state eseguite mediante spettrometria al plasma (ICP).

Sui campioni di suolo di tutte le tesi, dopo la somministrazione di cadmio e prima della coltivazione dell'orzo, e su quelli prelevati dopo la raccolta, sono stati determinati inoltre i seguenti parametri biochimici: il carbonio della biomassa (biomassa-C), mediante fumigazione-estrazione, e la respirazione del terreno, come CO₂ emessa, utilizzando un metodo titrimetrico; nonché il relativo quoziente metabolico (qCO₂). I dati delle concentrazioni di Cd nel suolo e nei vegetali sono stati sottoposti ad analisi di regressione lineare e della varianza associata (ANOVA), mentre il carbonio totale della biomassa è stato sottoposto al calcolo delle minime differenze significative (MDS).

In generale si è evidenziata un'elevata capacità di assorbimento a livello radicale, da parte dell'orzo, con un accumulo nella stessa sede, mentre una scarsissima quantità si ritrova nel fusto e ancora meno nella granella. Le relazioni lineari tra quantità di Cd assorbito da ogni sezione vegetale e Cd presente nel terreno, risultano sempre significative ($P \leq 1\%$), pur rimanendo molto basso il quantitativo contenuto nel fusto e nella granella (parte aerea). Per quanto riguarda la capacità di assorbimento del metallo, tra le piante inoculate con micorrize e quelle non inoculate, non si è fino ad ora rilevata alcuna differenza né sulle quantità assorbite, né sul destino all'interno della pianta. L'esame dei valori dei fattori di trasferimento suolo/pianta ha confermato la scarsa traslocazione del Cd nella granella dell'orzo. Le prove relative all'attività della biomassa hanno evidenziato che, dopo la somministrazione di Cd, prima della coltura, si è verificato un significativo decremento del carbonio della biomassa in presenza della dose massima. Analoga tendenza si è rilevata anche nei campioni di suolo analizzati a fine coltura, sia nella tesi arricchita in micorrize che in quella non arricchita. I risultati ottenuti indicano quindi un effetto dose del metallo somministrato che si è manifestato sulla dimensione della popolazione microbica ma non sulla sua attività. Infatti l'esame dei quozienti metabolici elaborati per ogni tesi non ha evidenziato situazioni di alterazione del metabolismo microbico in presenza di cadmio.

Futuri studi in programma serviranno a valutare anche in presenza di altri metalli nel suolo la localizzazione degli stessi a livello tissutale e citologico e a quantificare i fenomeni di tossicità nelle diverse fasi fenologiche, già osservate nella prova condotta.

Turnover della sostanza organica ed attività biologica di sostanze umiche provenienti da faggete diverse

Pizzeghello D.¹, Nicolini G.¹ e Nardi S.²

¹Centro di Ecologia Alpina - Trento

²Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Università di Padova

L'effetto della sostanza organica sulla crescita delle piante è nota da molto tempo, ma solo recentemente questo effetto è stato attribuito ai composti umici. A seconda delle caratteristiche, le sostanze umiche influenzano diversamente la crescita e lo sviluppo delle piante (Vaughan and Malcolm, 1985). Inoltre, quantità e qualità del materiale umico nel suolo dipendono fondamentalmente dal tipo di vegetazione (Johansson, 1986).

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare il turnover della sostanza organica proveniente da faggete termofile, mesofile ed acidofile sviluppatesi su substrati diversi. Le differenze tra i vari gruppi ed all'interno degli stessi sono state valutate mediante l'attività biologica delle sostanze umiche su plantule di *Picea abies*.

Suoli, humus e vegetazione: ventinove suoli coperti da faggeta situati nella Provincia di Trento sono stati studiati in riferimento alla vegetazione, suolo e all'humus (Calabrese et al., 1998). Preparazione degli estratti umici: le sostanze umiche sono state estratte secondo il metodo di Dell'Agnola e Ferrari (1971). Distribuzione dei pesi molecolari: cromatografia per Gel-filtrazione di ciascun estratto umico è stata effettuata attraverso una colonna 70 x 1.6 cm (Pharmacia) di gel Sephadex G-100. Come eluente si è impiegato 0.02M Na₂B₄O₇. (Dell'Agnola and Ferrari, 1971). Attività ormono-simile e contenuto in acido indolacetico: l'attività auxino- e gibberellino-simile delle sostanze umiche è stata saggiata mediante i test Audus (Audus, 1972). La quantità di acido indolacetico (AIA) presente nelle sostanze umiche è stata determinata tramite E.L.I.S.A. (Phytodetek-AIA, Sigma). Attività invertasica e perossidasi: plantule di *Picea abies* sono state fatte crescere per 12 gg in condizioni sterili con soluzione nutritiva Hoagland addizionata di sostanze umiche e/o di acido indolacetico (AIA) o di acido gibberellico (AG). Successivamente 1 g di germogli veniva omogeneizzato (1:10 w/v) in 0.1M K-acetato (pH 4.0) contenente 0.1M di saccarosio per la determinazione dell'attività invertasica o in 0.1M tampone fosfato (pH 7.0) per l'attività perossidasi. L'invertasi è stata valutata secondo la procedura di Arnold (1965) e la perossidasi secondo Putter (1974).

I risultati ottenuti sono stati analizzati statisticamente mediante il test di Student-Newman-Keuls (Sokal and Rohlf, 1969).

Il rapporto C/N evidenzia il prevalere dell'accumulo della sostanza organica sul processo di mineralizzazione nelle faggete acidofile. Anche la resa in humus risulta più elevata in ambiente acidofilo come testimoniano i valori raggiunti dal C umico e dal rapporto Cu/CO. Ma mentre quantitativamente la produzione di humus aumenta passando dalle faggete mesofile a quelle termofile fino a raggiungere il massimo nelle acidofile, qualitativamente la situazione si inverte. Infatti, il maggior contenuto di sostanze umiche a più elevata complessità molecolare si è realizzato nelle faggete mesofile per diminuire passando alle termofile e raggiungere il valore più basso in quelle acidofile. Da questi dati si evince come l'ambiente di faggeta mesofila risulti essere quello più equilibrato nel turnover della sostanza organica e più dotato di sostanze umiche ad elevata complessità molecolare.

L'attività biologica delle sostanze umiche, espressa come risposta di tipo ormono-simile, è diversa a seconda delle condizioni pedologiche-ambientali. L'attività di tipo auxino-simile è risultata maggiore nelle faggete acidofile, viceversa l'attività gibberellino-simile è risultata maggiore nelle faggete termofile. La presenza quantitativa dell'acido indolacetico ha confermato la stessa tendenza evidenziata con il biosaggio ormono-simile. La determinazione dell'attività perossidasi ed invertasica, due enzimi marker rispettivamente per l'AIA e per l'AG, confermano l'attività biologica delle sostanze umiche.

Gli autori desiderano ringraziare i Dr.: M.S. Calabrese, G. Sartori e A. Zanella per il contributo apportato alla ricerca.

Bibliografia

M.S. Calabrese, S. Nardi, G. Sartri, D. Pizzeghello, A. Zanella, G. Nicolini. 1998. Humus forestali ed attività biologica di sostanze umiche provenienti da suoli sotto faggete e abieti-faggete del trentino. Atti del XXXV Corso di Cultura in Ecologia. San Vito di Cadore, 7-11 Settembre.

Hard and soft proteins: an useful concept to understand soil enzyme activity

Quiquampoix H.¹, Abadie J.¹, Servagent-Noinville S.², Baron M.H.², Rao M.A.³, Gianfreda L.³ e Violante A.³

¹Unité de Science du Sol, INRA, Montpellier, France.

²Laboratoire de Dynamique, Interactions et Réactivité, CNRS-Université Paris VI, Thiais, France.

³Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università degli Studi di Napoli Federico II, Portici, Italy.

Several enzymatic reactions occur in soil outside living cells, such as the degradation by extracellular hydrolases of organic compounds that are released after death of soil biota [1], or the incorporation of xenobiotic molecules in soil organic matter by extracellular oxidoreductases [2]. These enzymes are secreted mainly by microorganisms and diffuse in the soil pore network to sites inaccessible to the microorganisms. The enzymes have a high affinity for soil mineral or organic colloid surfaces and this interaction leads to important modifications of their catalytic activity. An alkaline shift of the optimum pH of the catalytic activity is often observed when the enzymes are adsorbed on electronegative mineral surfaces, such as clays. This phenomenon is usually interpreted as a microenvironmental effect since the proton activity is higher near an electronegative surface as a consequence of the double diffuse layer effect. However it cannot explain the irreversible effects on catalytic activity observed when the pH is changed after the enzyme adsorption [3]. A modification of the conformation of the adsorbed enzyme due to interfacial interactions could be an alternative explanation and several spectroscopic approaches have been used to investigate this possibility.

Nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) has been used to deduce the interfacial area between bovine serum albumin (BSA) and montmorillonite by independent measurements of the quantity of protein adsorbed and of the surface coverage of the clay [4]. Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) has been used to deduce the pH-dependent change in the secondary structure of BSA [3] and α -chymotrypsin [5] on adsorption on montmorillonite by the decomposition of the amide I peak. The catalytic activity of α -chymotrypsin adsorbed on montmorillonite has also been studied [3, 5].

The results show different behaviours of BSA and α -chymotrypsin on adsorption. Both NMR and FTIR analyses indicate an important unfolding of the BSA in the adsorbed state, particularly at pH below the protein isoelectric point. In contrast, the FTIR analysis of adsorbed α -chymotrypsin shows a very limited modification of the secondary structure of the protein, but the catalytic activity decreases to zero below pH 7 as a consequence of the interaction with the clay surface of positively charged side chains of histidine close to the entrance of the catalytic cavity. Thus BSA, with a low structural stability on adsorption can be considered as a soft protein, according to the classification of Norde [6, 7]. Conversely, α -chymotrypsin, with high structural stability, is a hard protein. Different types of inhibition of enzymes by soil mineral surfaces can thus occur. If the enzyme is a soft protein, a modification of conformation will occur, at least at low pH, when the electrostatic interactions between the protein and the clays are attractive. If the enzyme is a hard protein, the decrease of the catalytic activity, if any, will be mainly caused by a pH-dependent phenomenon of steric hindrance of the catalytic site on the clay surface.

[1] Rao, M.A., Gianfreda, L., Palmiero, F. & Violante, A. 1996. Interactions of acid phosphatase with clays, organic molecules and organo-mineral complexes. *Soil Science*, 161, 751-760.

[2] Gianfreda, L., Xu, F. & Bollag, J.M. 1999. Laccases: a useful group of oxidoreductive enzymes. *Bioremediation Journal*, 3, 1-25.

[3] Quiquampoix, H., Abadie, J., Baron, M.H., Leprince, F., Matumoto-Pintro, P.T., Ratcliffe, R.G. & Staunton, S. 1995. Mechanisms and consequences of protein adsorption on soil mineral surfaces. *ACS Symposium Series*, 602, 321-333.

[4] Quiquampoix, H. & Ratcliffe, R.G. 1992. A ³¹P NMR study of the adsorption of bovine serum albumin on montmorillonite using phosphate and the paramagnetic cation Mn²⁺: modification of conformation with pH. *Journal of Colloid and Interface Science*, 148, 343-352.

[5] Baron, M.H., Revault, M., Servagent-Noinville, S., Abadie, J. & Quiquampoix, H. 1999. Chymotrypsin adsorption on montmorillonite: enzymatic activity and kinetic FTIR structural analysis. *Journal of Colloid and Interface Science*, in press.

[6] Arai, T. & Norde, W. 1990. The behavior of some model proteins at solid-liquid interfaces. 1. Adsorption from single protein solutions. *Colloids and Surfaces*, 51, 1-15.

[7] Haynes, C.A. & Norde, W. 1994. Globular proteins at solid/liquid interfaces. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 2, 517-566.

Il clima ed il pedoclima dei monti di Palermo

Raimondi S. e Lupo M.

Istituto di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee, Università di Palermo

Gli autori espongono i risultati dell'attività di ricerca sul clima e sul pedoclima dei monti di Palermo. Questi sono stati ottenuti elaborando i dati termopluviometrici di cinque stazioni di rilevamento. Attraverso la definizione del pedoclima è possibile interpretare i processi pedogenetici dominanti in un'area, prevedere i tipi pedologici che in essa evolvono e contribuire alla classificazione dei suoli secondo la Soil Taxonomy; nel campo della Land Evaluation tutti gli elementi climatici e gli aspetti pedoclimatici costituiscono caratteristiche e qualità del suolo e del territorio che determinano l'attitudine per qualsiasi uso agricolo e forestale. Il pedoclima si definisce sulla base dei dati rilevati di temperatura ed umidità del suolo a diverse profondità, oppure applicando dei modelli che simulano la realtà.

Il territorio preso in considerazione è ubicato nella fascia settentrionale della provincia di Palermo, compreso tra i monti Madonie ed i monti del trapanese. Il rilievo montuoso ha un andamento nord ovest - sud est ed i rilievi più alti (monti Cuccio, Gibilmesì, Signora, Mirabella, La Pizzuta e Kumeta) superano i 1000 m s.l.m.. I dati termopluviometrici sono stati elaborati secondo i seguenti concetti:

- bilancio idrico del suolo di Thornthwaite;
- rappresentazione grafica di Billaux per studiare la sezione di controllo dell'umidità;
- bilanci idrici in funzione dell'annata agraria (periodo considerato da settembre ad agosto);
- capacità di ritenzione idrica del suolo considerata nei bilanci: 25, 50, 100, 200, 300 mm di pioggia

Per ogni annata agraria è stato classificato il clima e sono stati valutati il regime di umidità e temperatura del suolo secondo le indicazioni della Soil Taxonomy. Tutte le variabili del clima sono state elaborate secondo i principi del calcolo probabilistico, per ottenere un dato che si ripeta almeno sei anni su dieci (probabilità del 60%).

La zonizzazione delle variabili ottenute è stata effettuata mediante interpolazione altimetrica e sono state redatte dieci carte tematiche, che riassumono le caratteristiche climatiche e pedoclimatiche di quest'area.

Questi elaborati mettono in evidenza un clima dominante di tipo arido che cede il posto al tipo umido sulle cime più alte del rilievo. La fascia costiera settentrionale ed occidentale è fra le zone più calde ed aride.

Per quanto concerne il regime idrico, il presente lavoro, ha confermato la presenza dell'intermedio xerico-torrico e dello xerico, già evidenziati in Sicilia nel corso di altre elaborazioni. Il contributo di questo lavoro, tra l'altro, è quello di avere individuato il regime udico sulle cime più alte.

La distribuzione dei parametri climatici e pedoclimatici nell'area pianeggiante settentrionale ed in quella collinare sud occidentale, è influenzata dal mare e dall'esposizione prevalente a sud; quest'ultima zona è protetta dai venti settentrionali freddi dal rilievo. Nella parte sommitale a regime mesico-udico si riscontrano le aree a pascolo, roccia affiorante e piccole superfici boscate; mentre in quelle a regime termico marittimo-intermedio xerico torrico dominano le colture intensive, tra le quali prevalgono gli agrumi.

Infine gli elaborati cartografici hanno evidenziato un'influenza dell'effetto versante sulla distribuzione degli elementi climatici e pedoclimatici.

Su una toposequenza nel complesso boscato di piazza Armerina (EN)

Raimondi S., Lupo M. e Tusa D.

Istituto di Agronomia generale e Coltivazioni Erbacee, Università di Palermo

Scopo del presente lavoro è quello di mettere in evidenza la stretta relazione esistente fra clima, pedoclima e suoli all'interno del complesso boscato di Piazza Armerina, in contrada Grottascura, sulle sabbie plio-pleistoceniche.

Queste conoscenze sono di base per l'applicazione dei diversi sistemi di Land Evaluation e per definire una corretta tecnica di gestione del territorio.

In Sicilia, per definire il pedoclima sono stati applicati i modelli Newhall (Newhall, 1972), Epic modificato (Erosion-Productivity Impact Calculator; Costantini et al., 1996) e Billaux (Billaux, 1978).

I monti Erei costituiscono un insieme di moderati rilievi o di pianori che dalla catena settentrionale dei monti Nebrodi-Madonie si dirigono verso S.SE fino alla zona dell'Altipiano Ibleo.

I modesti rilievi della parte meridionale dei M. Erei, da Calascibetta a Caltagirone, sono determinati da placche più o meno sinclinaloidi di terreni marnosi e sabbioso-arenitici, di età plio-pleistocenica. I pianori degli Erei sono generalmente separati da valli che si sono impostate nelle zone assiali anticlinaliche. Le quote più elevate di questo versante si riscontrano a nord, nei pressi di Piazza Armerina (EN) dove si sfiorano i 900 m s.l.m., mentre a sud degrada lentamente fino al mare Mediterraneo. La distanza del punto più alto rispetto al mare è di 50 Km.

Sono stati aperti, campionati ed analizzati, tre suoli sul monte Grottascura appositamente scelti nel paesaggio in funzione della morfologica e precisamente: su di una superficie pianeggiante a circa 800 m s.l.m., sul versante sottostante esposto ad ovest ed infine sulla zona di accumulo posta ad una quota ancora più bassa. La copertura vegetale nei tre ambienti è costituita dal bosco e l'impianto è stato effettuato durante la metà degli anni cinquanta. La specie boschiva è l'Eucaliptus globulus.

Sono stati definiti i regimi di umidità e temperatura, relativi a quest'area; le morfologie e gli agenti morfogenetici responsabili dei diversi ambienti, ed i processi pedogenetici attuali direttamente correlati con i suoli individuati. Nell'ambito dell'area è la lisciviazione il processo dominante.

Dopo aver messo in evidenza le relazioni tra clima e paesaggio, sono state definite tre serie di suoli che afferiscono ai sottogruppi Typic Hapludalfs e Typic Xerochrepts.

La serie dei suoli Floresta nei monti Nebrodi in Sicilia

Raimondi S.¹, Mirabella A.² e Screpis S.²

¹Istituto di Agronomia Generale e Coltivazioni Erbacee, Università di Palermo

²Ist. Sper. Studio e Difesa del Suolo - MiPA, Firenze

Un'area molto interessante dal punto di vista agronomico, in Sicilia, è quella dei Nebrodi e precisamente la zona di Floresta (ME), perché è caratterizzata da un regime idrico udico per i suoli profondi. In questa area è stato selezionato un suolo tipico, che si contraddistingue, rispetto ai suoli della maggior parte della Sicilia, per l'elevato contenuto idrico nel mese di agosto (quasi sempre superiore al 20%), per il suo aspetto polverulento quando asciutto e per la sua notevole potenzialità pastorale estiva. Gli abitanti del luogo sottolineano che periodicamente, durante le eruzioni dell'Etna, che come è noto è un vulcano che dà origine a rocce eruttive basiche (basalti) ed è adiacente all'area in oggetto, la zona è interessata da accumulo di cenere e scorie.

L'area presa in considerazione è ubicata in contrada Polverello ad una quota di 1200 m s.l.m.; interessa la parte sommitale della catena dei monti Nebrodi e precisamente tutte le aree pianeggianti od in leggero pendio. Sono comuni degli affioramenti di arenarie o marnoso arenacee del miocene medio inferiore; ma in alcune zone sono presenti depositi piroclastici. Sul suolo selezionato sono state effettuate alcune indagini preliminari fisico-chimiche e mineralogiche allo scopo di determinarne i principali processi pedogenetici e l'origine.

Sia l'analisi fisico-chimica che quella mineralogica hanno messo in luce un certo grado di omogeneità all'interno degli orizzonti A (A1 e A2) e B (B1 e B2), che si differenziano notevolmente rispetto al sottostante orizzonte C.

La percentuale di sabbia nell'orizzonte C è risultata all'incirca il doppio rispetto a quella degli orizzonti superiori, mentre il limo è risultato inferiore alla metà. La reazione del suolo è subacida, e una notevole differenza si è avuta nel pH in NaF nell'orizzonte C, con valori più bassi, causata probabilmente dal minore contenuto in C organico.

Il suolo, nei suoi orizzonti superiori, presenta un alto contenuto di sostanza organica, bassa densità apparente (< 1), elevata microporosità, alta desaturazione del complesso di scambio, contenuto in acqua a 1500 Kpa > 20%.

L'analisi mineralogica ha mostrato un cambiamento molto evidente fra i campioni dei tre orizzonti superiori (A2, B1 e B2) e quello dell'orizzonte più profondo (C). I primi tre orizzonti sono caratterizzati dalla presenza di vermiculite che risulta fortemente interstratificata con idrossidi, data l'alta resistenza mostrata da questi campioni al collasso in seguito alla saturazione con K ed al riscaldamento a 335°C. Gli altri minerali identificati in questi campioni sono stati l'illite e la caolinite. Il campione dell'orizzonte C si differenzia dagli altri per avere una quantità di vermiculite inferiore; che inoltre non ha presentato interstratificazione di idrossidi. Gli altri minerali presenti sono stati l'illite e la caolinite. Quest'ultima però è presente in quantità maggiori, rispetto agli orizzonti sovrastanti. Quest'ultima osservazione dovrebbe tradursi in una maggiore alterazione di questo orizzonte rispetto a quelli superiori, rivelandosi incoerente con la logica genetica di formazione dei suoli. Una spiegazione più logica, pertanto, è l'esistenza di una discontinuità litologica tra questo orizzonte e quelli ad esso sovrapposti, confermata anche dalle analisi chimico-fisiche. Ulteriori analisi si rendono pertanto necessarie per accertare se questo suolo si sia sviluppato da depositi piroclastici.

Gli enzimi ed il suolo: problematiche e potenzialità

Rao M.A., Sannino F., Filazzola M.T. e Gianfreda L.

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"

L'interesse che il binomio enzimi-suolo riscuote in molti ricercatori deriva dalla constatazione che ad esso sono collegate numerose problematiche di ricerca sia di base che applicata.

Lo studio degli "enzimi del suolo" può contribuire a far luce sulle complesse interazioni esistenti fra le proteine enzimatiche e il sistema suolo, la loro funzione e le loro potenzialità applicative.

Ricerche sugli "enzimi come agenti esterni" da applicare al suolo sembrano, poi, offrire interessanti prospettive per migliorare la qualità di un suolo (disinquinamento di suoli inquinati, aumento delle capacità produttive).

Lo scopo del presente lavoro è quello di dare una succinta panoramica sulle ricerche condotte e sui risultati acquisiti dal nostro gruppo nei seguenti campi:

Caratterizzazione delle componenti enzimatiche del suolo

Le attività enzimatiche dei suoli e fattori antropici

Enzimi come agenti disinquinanti di sistemi acquatici e terrestri

1) Nel suolo, gli enzimi extracellulari possono essere coinvolti nei processi di polimerizzazione di sostanze di natura fenolica ed essere, quindi, inglobati in complessi di natura organica o organo-minerale.

L'enzima fosfatasi acida è stato immobilizzato in complessi umo-simili, ottenuti mediante polimerizzazione di una molecola fenolica, il pirogallolo, in presenza di catalizzatori biotici (perossidasi) o abiotici (ossido di Mn).

Una volta stabilita, mediante prove classiche di inibizione, la soglia critica di concentrazione di pirogallolo capace di determinare effetti inibitori sull'attività fosfatasi, sono stati preparati complessi fenolici-enzimatici a 10°C e pH 5.0. È stata determinata l'attività catalitica nonché i parametri cinetici, Km e Vmax, della fosfatasi acida libera ed immobilizzata. La valutazione del pirogallolo monomero rimasto in soluzione mediante analisi HPLC e il frazionamento per ultrafiltrazione degli aggregati fenolici-enzimatici ottenuti hanno dimostrato che l'intensità del processo di polimerizzazione è stata influenzata fortemente dalla natura ed efficienza del catalizzatore.

2) Numerosi fattori, naturali e antropici, possono influenzare la produzione, l'attività, il comportamento catalitico e la persistenza degli enzimi del suolo. La localizzazione nelle immediate vicinanze delle radici (rizosfera) o l'addizione al suolo di fertilizzanti possono influenzare in modo significativo i livelli di alcune attività enzimatiche. Sono state condotte indagini sull'attività della fosfatasi alcalina nella rizosfera di un suolo Campano, coltivato a mais e trattato con fertilizzanti minerali (N, 200 Kg ha⁻¹, P₂O₅, 100 Kg ha⁻¹, K₂O, 100 Kg ha⁻¹). Misure effettuate su campioni prelevati in corrispondenza di fasi distinte del ciclo biologico hanno mostrato una attività enzimatica più elevata nella rizosfera, indicando un effetto di attivazione dell'attività radicale da parte dei microrganismi ad esso associati.

Prove di laboratorio, condotte su un numero elevato di suoli e su sistemi modello, hanno indicato che alcuni pesticidi, (carbaryl, atrazina, glifosate e paraquat) hanno influenzato differenzialmente le attività degli enzimi invertasi, ureasi e fosfatasi in relazione al loro stato, se liberi o immobilizzati sui colloidi del suolo.

3) Sono state studiate le proprietà di una laccasi da *Cerrena unicolor*, con diversi substrati, quali erbicidi (2,4-D, ed il suo derivato 2,4-DCP, simazina, prometrina), precursori di acidi umici (pirogallolo, resorcinolo, acido gallico), e diversi fenoli (catecolo, metilcatecolo, tirosolo, idrossitirosolo). Sono stati utilizzati sistemi modello "acque inquinate", simulanti quelle derivanti dalla lavorazione dell'olio d'oliva (OMWW) e sistemi "suolo", comprendenti alcuni colloidi organici ed inorganici. Le indagini hanno previsto i) l'analisi del substrato utilizzato, mediante HPLC in fase inversa; ii) la valutazione dell'enzima presente in forma ancora attiva, mediante saggio standard.

L'enzima ha presentato un'ampia specificità di substrato, legata alla stereochimica delle molecole utilizzate, ed è risultato inibito dagli erbicidi triazinici, nella reazione di trasformazione del 2,4-DCP e del catecolo. La trasformazione dei substrati fenolici ha determinato una concomitante diminuzione di enzima attivo nella miscela di reazione. Un fenomeno cooperativo d'attivazione da parte dei substrati fenolici è stato osservato nel sistema modello OMWW. Nel sistema "suolo" la capacità detossificante della laccasi è risultata variamente influenzata dalla presenza dei colloidi, per i possibili effetti da parte di questi ultimi sia sulle proprietà catalitiche dell'enzima che sulla disponibilità dei substrati fenolici.

Impatto del cadmio sulla micorrizosfera e sul ciclo produttivo di una coltura di orzo

Rea E., Di Monte G., Bragaloni M., Tullio M. e Pierandrei F.

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma.

Tra i vari inquinanti che mediante l'uso di fertilizzanti e biomasse di recupero di diversa natura possano giungere al suolo, il cadmio è tra quelli che comportano un elevato rischio di tossicità. E' possibile constatare comunque una considerevole variabilità dei risultati ottenuti dagli studi sugli effetti del Cd che viene complicata ulteriormente dalla loro diversa modalità di somministrazione sotto forma di sali, biomasse, etc. Scopo del presente lavoro è stato quello di studiare la risposta di una coltura di orzo cv. Robur alla somministrazione al terreno di Cadmio in presenza di un inoculo micorrizico e valutare alcuni parametri fisiologici correlati con la produzione.

La coltura di orzo (*Hordeum vulgare* L. cv. Robur) è stata allevata in vasche di circa 1 m² di superficie alle quali è stato somministrato cadmio a dosi diverse 1-10-100 mgKg⁻¹ come solfato. Contemporaneamente alla semina è stato aggiunto, in alcune tesi, un inoculo grezzo di ca. 70 spore per seme costituito da *G. constrictum* e *G. mosseae*. La determinazione della fotosintesi, della traspirazione e della conduttanza stomatica sull'ultima foglia espansa è stata effettuata mediante un apparecchio portatile Li-Cor 6200. Sono state considerate tre repliche per ogni tesi. Inoltre, sulle stesse foglie è stato determinato il contenuto di clorofilla totale.

I risultati da noi ottenuti hanno messo in evidenza che, nelle nostre condizioni sperimentali, il trattamento con il Cd apportato al terreno non ha avuto nessun effetto sulla produzione, sui parametri fotosintetici considerati né ha modificato il contenuto della clorofilla. Diversi sono stati i risultati ottenuti nelle tesi in cui è stato apportato al terreno il metallo pesante insieme all' inoculo micorrizico. In queste tesi è stato riscontrato un calo della produzione, anche se non significativo dal punto di vista statistico, ma con una diversa influenza sulle varie componenti che determinano la produzione totale. Per quanto riguarda i parametri fotosintetici, la presenza della micorrizza in concomitanza con l'apporto di Cd ha influenzato gli scambi gassosi delle foglie.

I sistemi informativi geografici e l'applicazione delle normative regionali in materia di ambiente

Rosetti P., Gherardi M., Staffilani F. e Vianello G.

CSSAS-Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo, Università degli Studi di Bologna

La necessità di gestire in maniera continuativa una grande quantità di dati geografici collegati a databases più o meno relazionati rende sempre più importante l'applicazione dei sistemi informativi geografici a qualsiasi campo di applicazione. Attualmente il settore agricolo e in particolare quello inerente il controllo dell'ambiente e del territorio non hanno ancora un valido strumento di gestione integrato che consenta soprattutto di scambiarsi dati fra i vari uffici competenti.

La specializzazione degli allevamenti zootecnici inteso come concentrazione del numero di capi in poche unità produttive ha creato nuove necessità di gestione e di trattamento degli stessi.

Lo studio condotto nell'ambito della Regione Veneto fornisce un primo valido approccio alla gestione dei reflui zootecnici in ambito provinciale ferma restando l'applicazione della normativa vigente.

La banca dati implementata diventa il punto di partenza per ulteriori analisi in ambito GIS: calcolo dei rischi d'inquinamento di falda, simulazioni di carico massimo di bestiame sostenibile a livello provinciale e/o comunale, dinamica; il tutto attraverso query specifiche su dati cartografici georeferenziati (vettoriali e/o raster).

Abstract

The need to manage a big quantity of geographical connected data to databases in manner more or less makes more and more important the application of the informative geographical systems to any field of application. Currently the agricultural sector and particularly the inherent one the control of the environment and they of the territory don't have a valid tool of integrated management that allows above all still of exchange data between the varied competent offices.

The specialization of the breedings understood zootecnical like concentration of the number of heads in few productive unity has created new necessity of management and of treatment of the stay.

The municipal study in the circle of the Veneto Region furnishes a first valid approach to the management in provincial circle quivers staying the application of the normative law.

Given implemented bank becomes the point of departure for ulterior analysis in GIS circle: calculus of the risks of pollution of stratum, simulations of maximum load of sustainable livestock to provincial level and/ or town, dynamics; the all through specific query on data cartographic georeferenziati (vectorial and/ or raster).

Nuove Tecniche per Vecchi Problemi. Una risposta microbiologica all'inquinamento di suoli da liquidi in fase non acquosa (NAPLs)

Saccomandi F., Filazzola M.T. e Gianfreda L.

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università degli Studi di Napoli "Federico II" Portici

La Comunità Europea ha finanziato un Progetto di ricerca dal titolo: "Improving *in situ* biodegradation at light NAPLs contaminated sites: Removing constraints with extensive measures" per il recupero di un'area fortemente inquinata localizzata presso Rositz (Germania).

Il sito in questione, situato nelle vicinanze della cittadina di Altemburg, ex Germania Orientale, per più di trecento anni è stato oggetto di diverse fonti di inquinamento, derivanti dalla miniera di carbone del 1675, fino alle più recenti raffinerie del 1930. Durante la Seconda Guerra mondiale, gli impianti sono stati quasi totalmente distrutti, con il conseguente sversamento di circa 100.000 tonnellate di combustibile nelle aree circostanti. Il sito è tutt'oggi altamente inquinato principalmente dai LNAPLs.

I NAPLs (Non aqueous phase liquids = liquidi in fase non acquosa) sono idrocarburi che, a contatto con acqua o aria, si presentano come una fase separata ed immiscibile. A seconda della loro maggiore o minore densità rispetto all'acqua, essi si differenziano in LNAPLs (Light) e DNAPLs (Dense)

Per la rimozione dei NAPLs sono state sviluppate diverse tecnologie, la cui applicabilità dipende dalle caratteristiche sito-specifiche ed idrogeologiche del sito, ma anche dalla natura e distribuzione dei contaminanti.

Tra le tecniche più promettenti, ma non ancora completamente sviluppate, vi è la degradazione mediante agenti biologici.

Scopo specifico della nostra ricerca è stato verificare l'esistenza nel sito contaminato di attività microbica, con la conseguente caratterizzazione dei microrganismi o dei consorzi sito-specifici, e la valutazione qualitativa e quantitativa della capacità di crescita degli stessi in presenza di LNAPLs.

Lo studio è stato condotto utilizzando campioni di suolo prelevati entro un'area circoscritta del sito ed a profondità variabile tra 5 e 7 m.

L'enumerazione dei microrganismi è stato eseguito mediante il metodo di conteggio su piastra:

- Per microrganismi aerobi, il campione di suolo (1 g) è stato diluito in tampone sterile (diluizioni in serie decimali) ed un'aliquota (0.100 ml) di ogni diluizione è stata applicata su terreni agarizzati, selettivi per batteri, funghi ed attinomiceti e, quindi, distribuita mediante una bacchetta di vetro sterilizzata.

- Per microrganismi anaerobi facoltativi, 1 ml di ogni diluizione è stato aggiunto ad una piastra-Petri e 20 ml del terreno di coltura selettivo, agarizzato e raffreddato a 47°C, sono stati versati sulla superficie.

Le piastre sono state incubate a 30°C per 7 giorni. Dopo incubazione è stato effettuato il conteggio delle CFU ml⁻¹ (Unità Formanti Colonie ml⁻¹).

Dopo il conteggio, batteri, funghi ed attinomiceti sono stati separati su terreni di coltura selettivi, agarizzati. Sui microrganismi isolati sono state verificate la purezza e le caratteristiche di crescita in termini di morfologia delle colonie e tempo necessario per produrre colonie visibili.

I risultati preliminari hanno mostrato la presenza di attività microbica in tutti i campioni esaminati. In particolare, è stata verificata una predominanza di specie batteriche e una variabilità sia nel numero che nelle specie dei microrganismi. Infine, sono risultati più abbondanti batteri Gram-positivi, principalmente del tipo Cocchi.

Ulteriori e approfondite analisi, attualmente in corso di studio, sembrano indicare una maggiore capacità di sviluppo e di crescita di microrganismi, in campioni incubati con naftalene in presenza di NAPLs rispetto a campioni incubati, a parità di concentrazione carboniosa, con glucosio.

Influenza della roccia madre sulla stabilità degli aggregati in suoli aridi dell'Africa meridionale

Santoni S., Bonifacio E., Orecchia P. e Zanini E.

Di. Va.P.R.A. - Chimica Agraria, Università degli Studi di Torino

Gli ambienti aridi limitrofi al deserto del Kalahari, nel sud dell'Africa, presentano caratteristiche climatiche, geomorfologiche e vegetazionali molto uniformi che conferiscono al suolo un'elevata omogeneità. L'unica fonte di variabilità potrebbe essere la roccia madre che determina la presenza di suoli con caratteristiche chimiche e chimico-fisiche meno limitanti. I suoli, prevalentemente sabbiosi, poveri di elementi nutritivi e con bassi contenuti di sostanza organica sono particolarmente vulnerabili verso i processi erosivi dovuti all'azione dell'acqua, in relazione all'alta erosività delle piogge; infatti, seppure siano ambienti caratterizzati da siccità semipermanente, le precipitazioni, inferiori a 500 mm/anno, si presentano principalmente come brevi ma intensi acquazzoni, in quanto solo il 12-14% del totale dei giorni di pioggia contribuisce al 50-55% delle precipitazioni stagionali.

Questo lavoro si propone di valutare l'effetto della roccia madre sulla stabilità degli aggregati nei confronti dell'azione dell'acqua in suoli di ambienti aridi che per le loro caratteristiche sembrano essere particolarmente predisposti a processi degradativi.

L'area studiata corrisponde alla fascia orientale del Botswana. In essa sono stati descritti, campionati e analizzati 10 profili distinti in tre gruppi in base al diverso substrato litologico: i)gneiss, ii)basalti e anfiboliti, iii)arenarie e sabbie cementate. La stabilità strutturale è stata valutata mediante cinetiche di disaggregazione. Gli aggregati standard (diametro compreso tra 1 e 2 mm) sono stati sottoposti a setacciatura ad umido per tempi diversi (2,5, 5, 10, 20 e 40 minuti). Per esprimere la dinamica di disaggregazione è stato adottato un modello esponenziale espresso dalla funzione: $y(t) = a + b(1 - e^{-t/c})$ dove y è la perdita di aggregati al netto della sabbia grossa, t è il tempo di agitazione in acqua, a è la perdita iniziale a saturazione d'acqua, b è la perdita massima per abrasione e c è il parametro che controlla l'estensione temporale della funzione. La derivata prima di tale funzione calcolata al tempo zero esprime il tasso iniziale di disaggregazione.

I suoli studiati, come atteso, risultano essere strutturalmente molto fragili, essendo tutti soggetti ad una perdita per abrasione massima di aggregati mediamente elevata ($b=63,6$ g/100g) indipendentemente dalla roccia madre su cui si sviluppano. Presentano invece differenze significative per quanto riguarda il tempo di raggiungimento della perdita massima (parametro c). Risulta infatti che nei suoli su rocce basiche, cioè su basalti e anfiboliti la disaggregazione massima avviene in tempi più lunghi rispetto agli altri suoli. Il dato è confermato dal tasso iniziale di disaggregazione che distingue in modo altamente significativo il gruppo di suoli sviluppati su basalti e anfiboliti dagli altri, in quanto presentano un valore medio di 7,3 g/min contro valori notevolmente più alti degli altri gruppi di suoli (15,6 g/min per i suoli su sabbie e arenarie e 26,0 g/min per suoli su gneiss).

Il tempo di raggiungimento della disaggregazione massima risulta essere funzione lineare di due caratteristiche tra quelle influenzate dalla roccia madre, quali la concentrazione di calcio scambiabile e il contenuto di materiale medio-fine (0,2-0,002 mm), considerabile come la frazione più erodibile. La regressione lineare trovata è la seguente: $c = -0,237 * (\text{limo} + \text{sabbia fine}) + 0,828 * \text{Ca scambiabile}$ ($r^2=0,77$). Il tempo di disaggregazione massima aumenta in presenza di alti quantitativi di calcio scambiabile e di una ridotta percentuale della frazione tessitura evidenziata. Considerando i suoli su basalti, che presentano valori del parametro c più elevati, si può facilmente apprezzare questa relazione. Tra i suoli meno stabili, sono quelli sviluppati su arenaria che presentano un tempo di disaggregazione più lungo in quanto, pur avendo una frazione più erodibile maggiore, contengono un quantitativo di calcio scambiabile più alto.

Tutti i suoli esaminati sono soggetti a perdita elevata di aggregati. Le differenze evidenziate, indicano che la roccia madre influenza la stabilità degli aggregati negli ambienti aridi studiati. Risulta quindi che i suoli sviluppati su gneiss e su sabbie e arenarie mostrano una maggiore fragilità strutturale che li rende più erodibili al manifestarsi degli intensi eventi piovosi tipici degli ambienti aridi.

Ipotesi sulla genesi ed evoluzione del carattere fragico

Scalenghe R.¹, Certini G.², Corti G.², Ugolini F.C.² e Zanini E.¹

¹Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agroforestali, Università di Torino

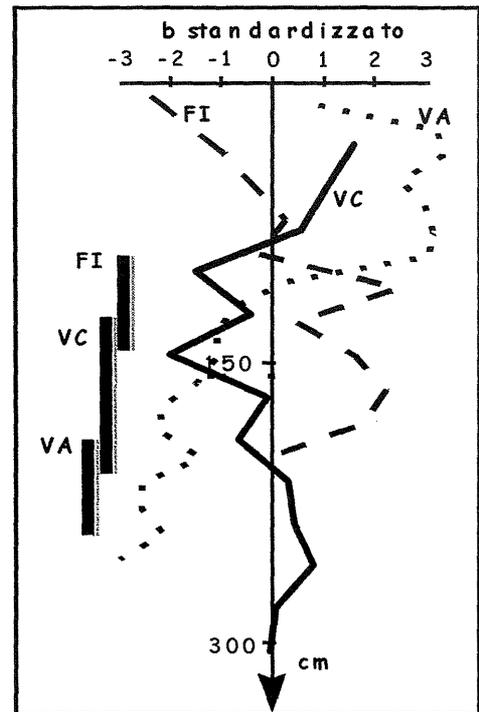
²Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta, Università di Firenze

Il carattere fragico è contraddistinto da una notevole densità apparente associata all'assenza di cementi, da un basso tenore di sostanza organica e da una tessitura che va dalla sabbia fine al limo (Soil Survey Staff, 1998). Quando asciutti gli orizzonti in cui il carattere fragico è espresso presentano una elevata resistenza alla compressione, che diminuisce notevolmente allo stato umido. Non esiste una procedura di laboratorio per l'identificazione del carattere che, generalmente, viene riconosciuto direttamente in campo. Poiché gli aggregati che lo costituiscono si disfano improvvisamente se immersi in acqua (*slacking*), in laboratorio si può sfruttare questa caratteristica per confermare l'identità del carattere fragico.

Recentemente è stato proposto un modello (Zanini et al., 1998a) che descrive la cinetica di distruzione di aggregati standard (1-2 mm) sottoposti a seccatura ad umido per tempi successivi. Il modello interpretativo dei risultati parte dall'assunto che il tasso di distruzione degli aggregati sia esclusivamente funzione della quantità di aggregati degradabili e che la disaggregazione sia esponenziale: $y = a + b(1 - e^{-x/c})$ dove y = perdita di aggregati, a = perdita di aggregati per esplosione a saturazione, b = perdita massima di aggregati per abrasione, c = tempo di massima abrasione. I parametri del modello e la cinetica di distruzione degli aggregati evidenziano una tipica discontinuità in prossimità degli orizzonti a fragipan (Zanini et al., 1998b).

In questo lavoro si è applicato tale modello a campioni di suolo prelevati ogni 5 cm di profondità in tre fragipan italiani - un *Fragic Dystrudept* di Vallombrosa (FI), un *Aquic Fragiudalf* di Maggiore (VC), un *Typic Fragiudult* di Venegono Inferiore (VA) - per quantificarne il carattere fragico alle varie profondità.

Nella figura a fianco le curve rappresentano il parametro b standardizzato, le barre a sinistra il carattere fragico identificato in campo.



In laboratorio, tramite simulazioni effettuate con materiale prelevato nell'intervallo di profondità in cui il carattere fragico è risultato essere più spiccato in campo (sigillo grigio nel grafico) si è cercato di appurare se alcune condizioni (pendenza, cicli di gelo-disgelo, saturazione idrica, massa, forze applicate etc..) fossero funzionali all'acquisizione della figura pedogenetica.

Fra le condizioni verificate, quella responsabile della formazione di orizzonti a forte densificazione sembra essere la possibilità che tali materiali, una volta saturi di acqua vengano sottoposti a vibrazioni. Tali situazioni potrebbero essere compatibili con quelle che si verificano nel corso di terremoti.

E' emersa l'ipotesi secondo cui le caratteristiche morfologiche di campo si trasformino meno rapidamente di quelle quantitative strutturali durante la pedogenesi: il carattere fragico evolve col tempo in duripan o plintiti anche se la *facies* di campo mantiene sostanzialmente inalterate le caratteristiche identificative.

Soil Survey Staff (1998) *Keys to Soil Taxonomy*, 8th edition. USDA, NRCS, Washington, USA.

Zanini E., Scalenghe R. e Gallini L. (1998a) *Approccio quantitativo all'identificazione del carattere fragico in suoli di alta pianura piemontesi*. Atti XV Convegno Nazionale della Società Italiana di Chimica Agraria. Patron Editore, Bologna.

Il rapporto acqua-terreno: indice di qualità per il recupero e la salvaguardia di suoli non agricoli

Scandella P., Piccini C., Di Blasi N. e Lauciani R.

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

Lo studio vuole evidenziare come molto spesso la conoscenza dei valori dei rapporti acqua-terreno (velocità di infiltrazione e curva di ritenzione idrica) e delle proprietà ad essi legate risulta fondamentale in particolari ambienti, nei quali la natura e l'opera dell'uomo sono fortemente interconnessi, quali ad esempio i suoli non naturali presenti nei giardini e parchi storici o nelle cave, ritenute esaurite come giacimenti, e reintegrate con i materiali di risulta dei processi estrattivi.

In tali siti, dove una vera e propria classificazione effettuata con le metodologie attualmente più in uso risulta insoddisfacente, in quanto non valuta appieno molta dell'influenza dell'uomo sulle proprietà dei suoli, è necessario avvalersi di modelli che, trascurando i meccanismi della pedogenesi, rispecchino più efficacemente quelle caratteristiche dei suoli che sono peculiari per la loro gestione e conservazione o recupero.

Nel lavoro si riportano esempi di studio finalizzati alla risoluzione di problematiche di gestione sia di alcuni giardini e parchi storici ad elevato valore culturale (Castello di Guarene - Cuneo; Ville Pontificie - Castelgandolfo - Roma, Oasi Faunistica Doganella di Ninfa - Latina), sia di siti di estrazione reintegrati con materiali di risulta (Priverno).

La problematica emergente nel giardino settecentesco del Castello di Guarene, tipico giardino all'italiana, è il danno creato da un notevole corpo di frana che ha interessato un'ala del giardino, quando nel 1994 è stato colpito dall'alluvione. A seguito dei rilievi effettuati in siti rappresentativi del suolo e nel corpo di frana si evidenzia la fragilità dell'intero sistema. In particolare la permeabilità del profilo al di sotto dei 75 cm si riduce drasticamente a causa dei contenuti in sodio di scambio nel complesso assorbente, che, provocando la peptizzazione delle argille, induce decrementi alla stabilità della struttura. I valori di permeabilità riscontrati lungo il profilo risultano insufficienti per lo sgrondo dell'acqua negli strati compresi entro i 75 cm ed il passaggio dell'acqua trova un ulteriore impedimento al di sotto di tale profondità, con conseguente formazione di uno strato di sovrassaturazione idrica. In queste condizioni, in presenza di eventi meteorici notevoli o addirittura eccezionali, come si è verificato nel passato, lo strato immediatamente al di sopra dei 75 cm viene a trovarsi saturo di acqua, e si possono innescare fenomeni franosi anche di notevole entità.

Per quanto riguarda lo studio nelle Ville Pontificie di Castelgandolfo, la problematica emergente è quella di una sofferenza diffusa su tutta la vegetazione ornamentale, nonostante le ottime pratiche colturali applicate. Dallo studio del profilo si è evidenziato che i suoli presentano un sostanziale contenuto di sodio di scambio che, deflocculando l'argilla, condiziona la permeabilità degli stessi inducendo fenomeni di asfitticità per sovrassaturazione idrica. Il fenomeno risulta più evidente nei suoli nei quali si verifica, lungo il profilo, un incremento del contenuto in sodio di scambio. In altri suoli attigui, pur trovando gli stessi valori di tessitura e di sodio di scambio, il fenomeno della asfitticità sottosuperficiale risulta meno evidente, in quanto non esiste una netta differenziazione tra l'orizzonte superficiale e quelli sottosuperficiali e pertanto la permeabilità risulta ridotta fin dalla superficie.

Nei suoli dell'Oasi Faunistica Doganella di Ninfa, raro esempio nel Lazio di giardino all'inglese o informale, la particolare situazione morfologica del giardino, sostanzialmente pianeggiante, le caratteristiche climatiche, la gestione accurata dei suoli, con interventi mirati e adeguati al tipo di substrato, come le lavorazioni non profonde e gli interventi fertilizzanti che si avvalgono soprattutto di apporti di sostanze organiche, fanno sì che i suoli siano esenti da forti squilibri che ne possano deteriorare le caratteristiche fisiche più importanti, quali la permeabilità e la stabilità strutturale, anche in presenza di quantitativi di sodio di scambio non proprio soddisfacenti.

Nei siti di estrazione reintegrati con materiali di risulta (fanghi di laveria delle sabbie silicee di Priverno) apparentemente il suolo presenta una forte stabilità strutturale con aggregati molto stabili all'azione dell'acqua; è sufficiente però una debole pressione per far sì che essi vengano distrutti ed il suolo diventi una massa informe ed impermeabile. Quando la struttura è ancora presente, la permeabilità risulta molto elevata, in quanto l'acqua si infila negli interstizi tra gli aggregati, ma appena qualunque intervento fisico riesce a compensare le forze di aggregazione, la permeabilità scende a zero. Questo fenomeno è stato riscontrato sia in superficie che in profondità. In fase di essiccamento il suolo, una volta annullate le forze di coesione, assume una struttura lamellare, che impedisce la penetrabilità delle radici e l'infiltrazione dell'acqua.

Il rapporto acqua-terreno, fondamentale nei progetti di irrigazione, di utilizzo delle acque reflue, nel controllo dell'erosione e dei dissesti idropedologici in genere, costituisce pertanto un parametro altrettanto significativo nella gestione, conservazione e recupero dei suoli costituiti e/o modificati dall'uomo.

Caratterizzazione del turnover della sostanza organica del suolo e studio dell'attività biologica di sostanze umiche in ecosistemi montani sottoposti a cambiamento d'uso del suolo

Sessi E.¹, Pizzeghello D.², De Siena C.², Tomasi M.², Nicolini G.², Frosi P.¹ e Nardi S.¹

¹Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Facoltà di Agraria, Padova.

²Centro di Ecologia Alpina, Viote di Monte Bondone, Trento.

Lo studio prevede l'analisi degli effetti ecologici del cambiamento d'uso del suolo in ecosistemi montani. Sono stati caratterizzati il turnover della sostanza organica e l'attività biologica delle sostanze umiche in tre diverse formazioni vegetali: nardeto, agrosteto e rimboscimento artificiale di abete rosso di età compresa tra i 20 e i 50 anni. Sono stati valutati gli effetti indotti dal rimboscimento di zone originariamente occupate da praterie.

Sono stati studiati sedici profili pedologici localizzati sotto diverse coperture vegetali in località Viote di Monte Bondone (TN); sei in presenza di rimboscimenti di età compresa tra i 20 e i 50 anni, sette di agrosteti, tre di nardeti. Il carbonio organico è stato valutato con il metodo ossidimetrico impiegando $K_2Cr_2O_7$ 1N e l'azoto con il metodo Kjeldahl. Le sostanze umiche sono state estratte con il metodo Brenner e Less (1949). Il frazionamento delle sostanze umiche, in colonne di Sephadex G-100 è stato ottenuto con il metodo descritto da Ferrari e Dell'Agnola (1963). La valutazione della capacità di scambio cationico è stata effettuata con il procedimento di Cecconi e Polesello (1956) usando $BaCl_2$ non tamponato (Summer and Miller, 1996). La quantità di acido indolacetico (AIA) delle sostanze umiche è stata determinata tramite test immunoenzimatico E.L.I.S.A, mentre i fenoli totali con il reattivo Folin Ciocalteu (Box, 1983). L'attività invertasica, esterasica e perossidasi è stata valutata su germogli di *Picea abies* (L.) Karsten di 12 giorni seguendo rispettivamente i metodi di Arnold (1965), di Junge e Klees (1984) e di Putter (1974). L'analisi elettroforetica è stata eseguita come descritto da Laemmli (1970).

Turnover della sostanza organica.

In tutti i profili considerati prevale il processo di mineralizzazione su quello di umificazione. La presenza del bosco comporta un incremento della frazione umica. L'evoluzione del processo di umificazione, come indicato dalla gelfiltrazione, è immatura; tuttavia la percentuale della prima frazione umica (ad elevato peso molecolare) raggiunge nelle stazioni rimboschite valori superiori rispetto alle corrispondenti praterie, indicando un incremento dei processi di polimerizzazione e policondensazione della sostanza organica in presenza del bosco. Il bosco induce un miglioramento della capacità di scambio cationico del suolo, che ha come conseguenza una maggiore disponibilità degli elementi nutritivi per gli organismi vegetali.

Attività biologica delle sostanze umiche.

L'attività biologica delle sostanze umiche è stata rilevata negli orizzonti organici (OH) e organo-minerali (Ah, A, AE). Un primo risultato evidenzia la presenza di AIA in tutti gli orizzonti e in particolare negli orizzonti delle stazioni rimboschite. Le sostanze umiche incrementano l'attività di fitoenzimi quali perossidasi ed esterasi, correlati ai processi di accrescimento e differenziamento cellulare, mentre non si ottengono stimolazioni significative nel caso dell'invertasi, enzima legato alla crescita cellulare. Il profilo elettroforetico degli estratti vegetali indica che le sostanze umiche inducono nel caso di esterasi e perossidasi differenzamenti qualitativi paragonabili a quelli indotti dall'AIA.

I risultati ottenuti confermano la presenza di AIA nelle sostanze umiche e l'interferenza delle stesse con i processi di crescita e differenziazione cellulare. Il cambiamento d'uso del suolo, con particolare riferimento al rimboscimento di praterie sembra, dallo studio delle analisi chimiche e biochimiche, avere quale conseguenza la maturazione dei processi di trasformazione della sostanza organica e un incremento dell'attività biologica. La presenza del bosco quindi induce una maggiore disponibilità degli elementi nutritivi per gli organismi vegetali. Tuttavia le stazioni prese in esame ospitano rimboscimenti giovani e nonostante i processi di differenziamento siano già evidenti, essi risentono ancora dell'influenza dell'originaria copertura a prato.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare i Dr. M.S. Calabrese e G. Sartori per il contributo apportato nella ricerca.

Determinazione delle quantità di K^+ e NH_4^+ fissate in un suolo a seguito di diversi cicli di umettamento-essiccamento

Silva S., Beone G.M. e Baffi C.

Istituto di Chimica Agraria ed Ambientale, Facoltà di Agraria, Università Cattolica del Sacro Cuore

I processi di fissazione degli ioni K^+ e NH_4^+ da parte del terreno, sono favoriti, in generale, da un'alternanza dello stato secco e di quello umido, in quanto l'allentamento delle maglie del cristallo in seguito all'assorbimento di acqua favorisce la penetrazione di questi ioni nel reticolo, ioni che successivamente rimangono intrappolati quando il materiale argilloso perde acqua e ritorna allo stato iniziale contraendosi. Scopo del lavoro è la determinazione delle quantità di K^+ e NH_4^+ fissate da un terreno in funzione di differenti cicli di umettamento-essiccamento eseguiti a temperature differenti.

Il terreno, a reazione subacida, classificabile come franco-limoso-argilloso (classe tessiturale n 9 secondo USDA), con buona capacità di scambio cationica, è stato saturato per contatto, in agitazione meccanica, con un rapporto terreno/soluzione di 1:2,5 con soluzioni di KCl 2M e NH_4Cl 1M con 2 trattamenti sequenziali e separati; il tempo di contatto è stato di 1 h ed è seguita una centrifugazione a 9000 giri per 20 minuti; il surnatante è stato sempre allontanato; poi sono stati effettuati 1-2 trattamenti con H_2O per l'eliminazione dei sali presenti in eccesso nel residuo che è stato poi seccato all'aria. Il terreno secco è stato frantumato e 100 g sono stati posti in scatole Petri.

Su tale materiale sono stati effettuati 4 tipi diversi di cicli di umettamento-essiccamento: 1) 3 cicli a 20°C; 2) 3 cicli a 40°C; 3) 10 cicli a 20°C; 4) 10 cicli a 40°C. L'essiccamento è avvenuto sempre in ambiente aerato e termostato e per un tempo di 30 ore. L'umettamento è rimasto parametro costante in tutti i cicli ed è consistito in una umidificazione al 50% della capacità di campo, previamente determinata con il metodo della imbibizione capillare. Al termine dei cicli, i campioni sono stati macinati e quindi vagliati ad un setaccio con luce netta delle maglie di 2 mm. I campioni così preparati sono stati sottoposti all'analisi per K^+ e NH_4^+ scambiabili.

La determinazione del K^+ scambiabile è stata effettuata come segue: estrazione con acetato d'ammonio 1N a pH 7 (rapporto terreno/soluzione = 1:20), tempo di contatto di 2 h, centrifugazione e filtrazione. Successivamente il campione filtrato è stato diluito opportunamente ed è stata eseguita la lettura con spettrofotometria di assorbimento atomico utilizzando una curva di taratura per il K in soluzione di Cs.

La determinazione di NH_4^+ scambiabile è stata effettuata come segue: estrazione con una soluzione di KCl 0,5M, rapporto suolo/soluzione = 1:2, tempo di contatto di 30 minuti, centrifugazione e filtrazione. Il filtrato è stato letto con un elettrodo selettivo per lo ione ammonio utilizzando un'opportuna curva di taratura con soluzioni di NH_4Cl a concentrazioni note. Le quantità di K^+ e NH_4^+ fissate sono state determinate per differenza tra il valore della c.s.c. e le quote scambiabili dei relativi cationi.

I dati ottenuti per le quantità di K^+ e NH_4^+ scambiabili e fissate sono riportati nella Tabella n 1, dove si tiene conto che la c.s.c. del terreno analizzato ha dato come valore 26,4 meq/100 g.

Tipo di ciclo	Quantità di cationi scambiabili		Quantità di cationi fissati	
	K^+	NH_4^+	K^+	NH_4^+
1	15.04	22.48	11.37	3.92
2	13.70	22.93	12.70	3.47
3	14.32	16.94	12.08	9.46
4	10.01	17.82	12.39	8.58

Tabella n 1. Valori delle quantità di K^+ e NH_4^+ scambiabili e fissati, espressi in meq/100 g di suolo secco.

L'esperienza condotta ha evidenziato, nel terreno indagato, una differente capacità di fissazione degli ioni K^+ e NH_4^+ nelle diverse condizioni di temperatura e numero di cicli. In particolare, mentre per il potassio non è stata rilevata alcuna differenza significativa tra i vari casi esaminati, nel caso dello ione ammonio si è avuta una netta discrepanza tra le quote fissate nei campioni sottoposti a 3 cicli e in quelli sottoposti a 10 cicli di umettamento-essiccamento. L'aumento del numero di cicli favorisce notevolmente la fissazione dello ione ammonio nel reticolo cristallino ma non dello ione potassio.

Contenuto e distribuzione di metalli pesanti in suoli vulcanici di due ambienti campani a rischio ambientale

Soprano M.¹, Terribile F.¹, Colombo C.² e Violante A.¹

¹Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli "Federico II"

²Dipartimento di Scienze Animali, Vegetali e dell'Ambiente, Università del Molise

Scopo di questo lavoro è stato la valutazione del contenuto e della distribuzione di alcuni metalli pesanti in suoli appartenenti a due ambienti pedoclimatici campani caratterizzati da agricoltura intensiva specializzata. I due areali studiati sono la piana di Solofra, del bacino imbrifero del fiume Sarno e la piana pedemontana di Palma Campania, del bacino imbrifero dei Regi Lagni. L'elevata frammentazione fondiaria, la forte ed incontrollata urbanizzazione insieme alla coesistenza di aree industriali hanno creato seri problemi di inquinamento ambientale. Il primo profilo, sito in località Costa (Mercato S. Severino, Salerno), è stato irrigato negli ultimi venti anni con acque del torrente Solofrana di qualità scadente per la presenza di metalli pesanti provenienti dallo sversamento nel fiume dei reflui industriali non depurati. Il secondo profilo, sito nella pianura pedemontana di Palma Campania in Località Tammarone (Napoli) ha subito, in superficie, ripetuti apporti di sedimenti fortemente inquinati da immissioni incontrollate di reflui urbani ed industriali. I suoli sono stati campionati ed analizzati secondo le metodiche proposte dalla SISS. I metalli pesanti sono stati estratti con ossalato ammonico a pH 3. Tale metodo permette di solubilizzare gli elementi associati sia alla frazione organica che quella minerale a scarso ordine cristallino (materiale allofanico o allofane-simile). Tutti gli elementi sono stati analizzati mediante spettrofotometria ad emissione (ICP) Varian liberty 150. Ambedue gli ambienti sono caratterizzati da suoli vulcanici con moderate caratteristiche andiche, tessitura sabbioso-limosa, pH vicino alla neutralità ed elevata saturazione in Ca. I suoli sono caratterizzati da elevata contaminazione di Cu, Zn nei primi dieci cm. Il contenuto di tali metalli diminuisce progressivamente lungo il profilo. Nel suolo della località Costa, infatti i valori di Cu variano da 132,7 mg kg⁻¹ nei primi 5 cm fino a ridursi progressivamente a 10,4 mg kg⁻¹ a 180 cm di profondità. Il Cu-estraibile nel suolo della località Tammarone mostrava un andamento diverso raggiungendo il valore massimo a circa 40 cm di profondità pari a 39,3 mg kg⁻¹ per poi diminuire progressivamente a 10,6 mg kg⁻¹ nell'orizzonte C. Il suolo di Costa mostrava un maggiore contenuto di Zn in superficie pari a 60,9 mg kg⁻¹ rispetto a 40,4 mg kg⁻¹ di quello di Tammarone. Complessivamente i contenuti di Cu e Zn sono risultati particolarmente elevati considerando che valori di Zn estraibile con DTPA superiori a 11 mg kg⁻¹ sono considerati valori soglia, tali da determinare forti riduzioni nella sostanza secca. Nel suolo di Costa fra tutti gli elementi pesanti analizzati è risultato particolarmente elevato il Cr che da 32,4 mg kg⁻¹ nell'orizzonte superficiale si è ridotto drasticamente a 2,5 mg kg⁻¹ nell'orizzonte C. Gli altri metalli pesanti analizzati tra cui Ni, Co, Pb, e Cd non sono stati osservati variazioni lungo il profilo. Nei suoli oggetto dello studio la distribuzione del Cu, Zn e Cr all'interno il profilo è infatti tipico di contaminazioni di aree industriali in cui il continuo apporto di elementi pesanti ne determina l'accumulo negli orizzonti superficiali ed una drastica diminuzione all'aumentare della profondità. In particolare si evidenzia che le acque irrigue sono in parte responsabili di fenomeni di progressivo e diffuso accumulo nei suoli da metalli pesanti. I risultati di questo studio evidenziano che esiste un rischio ecotossicologico particolarmente elevato per questi tre elementi pesanti in particolare per il Cu che può essere oggetto di fenomeni di mobilizzazione e di trasferimento sia lungo il profilo che in altri ecosistemi.

Distribuzione di Cu, Fe, Mn e Zn nei suoli alluvionali della piana di Rieti e confronto tra la loro concentrazione negli orizzonti superficiali e sottosuperficiali

Spadoni M.¹, Panusa A.², Blasi G.³, Lorenzoni P.¹ e De Simone C.¹

¹Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo. Rieti.

²Agenzia Nazionale Protezione Ambiente. Roma.

³Azienda Sanitaria Locale. Rieti

Oggetto del presente lavoro è stato lo studio della distribuzione lungo il profilo pedologico di Cu, Fe, Mn, e Zn nei suoli della Piana di Rieti, allo scopo di evidenziare analogie e diversità di comportamento in funzione delle caratteristiche dei suoli. La ricerca è stata eseguita nella Piana Reatina, un'area caratterizzata da un forte impatto antropico legato sia alla vicinanza del centro urbano che alla presenza di attività agricole di tipo intensivo.

Da un campionamento "random stratificato", condotto su una superficie complessiva di 90 km², sono stati selezionati 48 campioni di suolo, rappresentativi di differenti unità pedologiche e di cinque distinte aree geografiche denominate Laghi (1), Comunali (2), S.Pastore (3), Città (4) e Nucleo Industriale (5), situate in diversi contesti ambientali e morfologici. I campioni sono stati prelevati sia dall'orizzonte superficiale arato (Ap: 0-45 cm) che dal sottostante (45-60 cm). I suoli sono stati analizzati determinandone le principali caratteristiche pedologiche quali tessitura, pH in H₂O, pH in KCl e carbonio organico. Sono state inoltre determinate le concentrazioni di alcuni micronutrienti (Cu, Fe, Mn, e Zn) sia nella loro frazione estraibile in DTPA, utilizzata come stima della frazione assimilabile, che in quella solubile in acqua regia, significativamente rappresentativa del contenuto totale, in accordo con le indicazioni del MIRAAF (1994).

Tutti gli estratti sono stati analizzati mediante spettroscopia di assorbimento atomico (1100 B Perkin Elmer).

L'indagine statistica è stata condotta con il software SPSS v. 6.1.3.

I valori di concentrazione del Fe estraibile in DTPA sono compresi, in quattro delle cinque aree considerate, tra 11,70 e i 58,58 ppm. Valori assoluti sensibilmente più elevati (max 241,6) sono stati riscontrati nell'area lacustre (1), probabilmente in relazione all'elevato contenuto di sostanza organica dei suoli qui presenti. Il confronto tra i valori di concentrazione negli orizzonti superiori e inferiori non è risultato statisticamente significativo.

Anche per quanto riguarda il contenuto in Fe totale una differenziazione delle concentrazioni si riscontra nei suoli dell'area (1). Qui i valori più bassi nell'orizzonte inferiore sono da imputarsi alla mobilizzazione del Fe in forma ridotta e alla sua migrazione legata alle oscillazioni stagionali della falda.

Per quanto riguarda il Mn è stato possibile distinguere la "popolazione" proveniente dall'orizzonte Ap da quella dell'orizzonte sottostante sia per l'estraibile in DTPA che per il totale. Le concentrazioni risultano infatti essere, nella maggior parte dei casi, significativamente superiori nell'orizzonte Ap. I valori più elevati in assoluto si rinvenivano nei suoli dell'area industriale (5) e in quella contigua alla città (4).

Anche lo Zn estraibile in DTPA presenta concentrazioni significativamente differenti nei due orizzonti, con valori costantemente più elevati in quello superiore. La marcata variabilità della concentrazione nell'orizzonte superficiale suggerisce la presenza di fenomeni locali di accumulo, anche in considerazione della notevole costanza dei valori osservati nell'orizzonte sottostante. Nessuna differenziazione tra i due orizzonti è stata evidenziata, invece, relativamente allo Zn totale.

Per il Cu sia la frazione estraibile in DTPA che quella totale, mostrano un andamento molto simile nei due orizzonti. L'unica differenza si osserva nell'area più prossima alla città (4), dove l'accumulo nell'orizzonte superficiale di questo elemento si ritiene possa essere legato all'uso di prodotti contenenti Cu; questi sono stati largamente impiegati, fino a tempi relativamente recenti, nella coltivazione della vite in quest'area.

I dati riportati in questo lavoro evidenziano come lo studio simultaneo della frazione estraibile in DTPA e del contenuto totale dei microelementi nel suolo può costituire un utile strumento in grado di evidenziare la dinamica della loro distribuzione, anche in relazione alle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli. Il confronto tra le concentrazioni presenti nell'orizzonte arato e in quello sottostante è inoltre in grado di far emergere locali fenomeni di accumulo legati all'impatto delle attività antropiche.

The fate of radiocaesium in soils: classical theory and recent surprises

Staunton S.

Unité de Science du Sol, INRA, place Viala, 34060 Montpellier, FRANCE

Various events have led to the introduction of radiocaesium into the environment. The long term and wide spread consequences of the accident which took place at the Chernobyl nuclear power station in 1986 is probably the most infamous. In many parts of Europe, including Italy, ^{137}Cs , which has a radioactive half-life of 30 years, is still mobile and contaminates the human food chain. Adsorption on soil constituents is the major limitation on its mobility and hence bioavailability. The mechanisms, which determine its adsorption on soils, are well understood, however the aim of this overview is to demonstrate that the complexity of its chemistry in soil cannot be underestimated.

It is well known that caesium is strongly adsorbed on clay minerals, particularly on illites. This is due to the presence of frayed edge sites (FES) which account for a small proportion (about 1 %) of the cation exchange capacity of illites. These sites selectively adsorb caesium, and other weakly hydrated cations such as potassium and ammonium, which shed their hydration shells thereby allowing the collapse of the FES. It is thought that the adsorption properties of most European soils for radiocaesium are dominated by trace amounts of illite. Since this adsorption is strong and partly irreversible, radiocaesium could be expected to be rapidly immobilised by soil, causing little long term environmental concern. This is not always the case.

The aim of this communication is to present recent data which may explain the ongoing mobility of radiocaesium, particularly in highly organic soils, and some of the intra-species variation in soil-plant transfer. Despite the fact that there is no specific interaction between Cs and organic matter, a correlation is observed between Cs bioavailability and soil organic matter content. Recent data have shown that this cannot simply be attributed to the absence of sufficient quantities of illitic minerals. One possible explanation is that soil organic matter modifies the affinity of soils for Cs, and in particular the affinity of the highly selective illites frayed edge sites. This hypothesis has been investigated using two approaches. The first is to selectively remove soil organic matter, and to compare Cs adsorption on the resulting solids with the original soil. The second is to prepare synthetic clay-organic polymer complexes and to compare them with the original reference clays. Both methods indicate that organic polymers decrease the adsorption of radiocaesium on clay minerals. A comparison of adsorption at different concentrations of caesium and on two different clay minerals, illite and montmorillonite, indicates that both the highly selective frayed edge sites of illites and the regular exchange sites are affected.

The root uptake and redistribution of radiocaesium within young plants has also been investigated. The root uptake was found to be largely determined by soil adsorption properties and to differ little between plant species. However considerable difference was detected in the subsequent transfer from roots to shoots. This is probably responsible for much of the observed genotypic differences in bioavailability of radiocaesium in contaminated soil.

We have also compared the effect of root action on the affinity of soil for radiocaesium. Rhizosphere soil was prepared by growing plants densely and in close contact with soil, but separated by a membrane. Cs adsorption on the rhizosphere soil was compared to adsorption on the original soil. In some cases rhizosphere soil adsorbed Cs much more strongly. This phenomenon is probably related to potassium availability and uptake by plants, however this remains to be proven. It was not possible to reproduce the biological effect on soils using exchange resins. This agrees with our observation that although top soils usually have a lower affinity for Cs than do the corresponding subsoils, once the difference in clay content is taken into account and organic matter removed, in fact the adsorption is greater on top soils.

In conclusion, recent work has shown that a greater understanding of the processes which determines the mobility of radiocaesium in the soil-plant system is required. In particular, organic matter and biological activity play greater rôles that has hitherto been suspected.

Versione 1999 del software ISSDS per l'archiviazione dei dati pedologici e del relativo manuale di rilevamento: sintesi delle nuove caratteristiche e funzionalità

Sulli L.¹, Costantini E.¹ e Gardin L.²

¹Istituto per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze

² libero professionista

Negli ultimi anni il settore delle banche dati pedologiche informatizzate ha registrato un notevole sviluppo sia nel numero di database sviluppati che nella complessità e nella tipologia degli stessi.

Solo per citare alcuni esempi limitati all'Italia si possono ricordare, oltre al database ISSDS, il database dell'Ufficio del Suolo della Regione Emilia Romagna, il database sviluppato nell'ambito del LOSIS dall'ERSAL (Regione Lombardia), il database sviluppato dall'IPLA (Regione Piemonte) e il prototipo della Banca dati dei suoli sviluppato per il progetto SINA dalla Regione Emilia-Romagna.

In generale questi database presentano una matrice culturale pedologica comune per quanto riguarda la raccolta e l'archiviazione del dato, ma ognuno presenta delle peculiarità legate alla finalità che l'amministratore del database vuole perseguire, aspetto che da solo giustifica l'esistenza di diverse tipologie di banche dati per diversi soggetti. Il database realizzato dall'ISSDS, in particolare, è nato per la gestione dei dati provenienti da rilevamenti alla scala di dettaglio e di semi-dettaglio in funzione della valutazione dei suoli ad attitudini colturali o a pratiche agronomiche. Consente la raccolta dei dati relativi sia alle osservazioni pedologiche che alle unità tipologiche di suolo ed è stato calibrato e validato in numerosi progetti di rilevamento. Attualmente è utilizzato, oltre che dall'ISSDS, da diverse altre Istituzioni italiane, soprattutto Amministrazioni Regionali.

La creazione da parte di soggetti sovranazionali (in particolare l'European Soil Bureau e la FAO) di database destinati alla raccolta di dati da fonti diverse, sta spingendo negli ultimi tempi ad una sempre maggiore attenzione da parte dei vari soggetti che utilizzano e sviluppano banche dati pedologiche ad una standardizzazione della tipologia dei dati raccolti, senza però rinunciare all'indispensabile lavoro di aggiornamento metodologico legato al continuo sviluppo della Scienza del Suolo. Queste esigenze sono state raccolte dagli autori nello sviluppo della terza versione del database ISSDS e del relativo manuale di rilevamento dei suoli.

Il database ISSDS99 è stato sviluppato sulla base della precedente versione ISSDS97 ed è ottimizzato per il database relazionale Microsoft® Access 8. Le nuove caratteristiche dell'interfaccia, della struttura fisica e delle funzionalità associate sono state sviluppate attingendo alle esperienze acquisite nell'attività legata ai vari progetti a cui partecipa la Sezione Genesi, Cartografia e Classificazione del suolo dell'ISSDS. Le novità relative alla parte metodologica e concettuale sono state sviluppate basandosi sulla versione del marzo 1998 dello stesso manuale di rilevamento.

Matrice comune di entrambi i settori di attività è stata l'esigenza di permettere l'uso delle nuove codifiche e caratteristiche del World Reference Base for Soil Resources (FAO, 1998) e delle Keys to Soil Taxonomy 8^a edizione (1998), acquisire alcune novità metodologiche nel rilevamento del suolo derivate dalle esperienze a livello europeo (ESB, 1998, Manual of procedures of the Georeferenced Soil Database for Europe), migliorare la definizione delle metodiche di rilevamento dei caratteri del suolo per garantire una maggiore standardizzazione nella raccolta del dato, migliorare il collegamento con gli oggetti geografici nell'ambito di sistemi informativi pedologici ed infine rendere disponibili alcune funzionalità automatiche per l'esecuzione di calcoli secondo algoritmi predefiniti (classi tessiturali, stima dell'AWC, definizione delle classi di capacità d'uso, algoritmi di controllo della coerenza e consistenza del dato ecc.), in modo da facilitare l'attività dell'utente del database e limitare le possibilità di errore nei calcoli e nell'immissione dati

La versione 1999 del database ISSDS e il manuale di rilevamento a cui fa riferimento vuole mantenere le caratteristiche proprie della versione precedente (caratteristiche delle codifiche e delle classificazioni utili per tutti gli ambienti italiani, una relativa semplicità strutturale con la possibilità di introdurre facilmente modifiche di media entità, facilitazioni nell'inserimento dati, utilità nella generazione dei report) sviluppando e migliorando alcuni aspetti funzionali e metodologici in modo da permettere una corretta acquisizione del dato pedologico anche in relazione alle novità apparse nel 1998 (WRB, Soil Taxonomy, manuale europeo) facilitando quindi l'utente nella trasmissione e nella condivisione dei dati in una condizione generale di sempre maggiore diffusione degli stessi.

Dinamica della struttura in un suolo franco argilloso investito a vigneto e sottoposto a diverse modalita' di gestione

Vignozzi N., Pellegrini S. e Pagliai M.

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze

Nelle aree viticole dell'Italia centrale e meridionale la gestione del suolo prevede ancora le pratiche tradizionali, consistenti in lavorazioni superficiali eseguite durante la tarda primavera e l'estate; gli scopi di tali lavorazioni sono: eliminare le malerbe, preservare il contenuto idrico del suolo e interrare i fertilizzanti. D'altra parte l'esperienza ha ampiamente dimostrato che le lavorazioni continue sono fra i maggiori responsabili della degradazione del suolo; per questo in alcuni ambienti, dove l'attenzione alla protezione delle risorse paesaggistiche e ambientali comincia ad affermarsi, si vanno diffondendo sempre più alcune tecniche di gestione del suolo alternative alle tradizionali, anche se le condizioni pedo-climatiche non sono ottimali. Il presente lavoro riporta gli effetti di diverse tecniche alternative di gestione del vigneto, inerbimento e lavorazioni ridotte, sulla struttura del suolo durante l'arco completo di un anno.

La struttura è stata caratterizzata attraverso la quantificazione della porosità, che è l'indicatore principale delle qualità fisiche del suolo e della sua eventuale degradazione, mediante analisi di immagine su sezioni sottili preparate da campioni indisturbati. E' stata determinata inoltre la stabilità strutturale.

Le tesi a confronto, in un terreno con tessitura franco argillosa e una disposizione dei filari a ritochino, erano 1) lavorazione con ripper, 2) inerbimento naturale, inerbimento controllato con 3) *Bromus catarticum*, con 4) *Lolium perenne* + *Festuca rubra* e con 5) *Trifolium subterraneum*.

I risultati hanno evidenziato che non ci sono rilevanti differenze fra i valori di porosità delle diverse tesi a confronto in nessuna delle epoche studiate. Il terreno inerbito con trifoglio presenta sempre una macroporosità molto ben distribuita; in tutte le altre tesi la distribuzione dimensionale dei pori non presenta differenze molto pronunciate, in particolare la porosità di tipo allungato tende a spostarsi nelle classi dimensionali più piccole. Per quanto riguarda la stabilità strutturale, è interessante notare come in tutte le epoche di campionamento i valori più alti di stabilità degli aggregati si riscontrano nel terreno inerbito con trifoglio; le altre tesi inerbite mostrano un andamento discontinuo e valori sempre più bassi rispetto al trifoglio. La stabilità degli aggregati più bassa è stata comunque sempre rilevata nel terreno sottoposto a rippatura, ove peraltro dalle osservazioni micromorfologiche si riscontra la formazione di croste superficiali.

I risultati indicano che nell'ambiente pedo-climatico considerato, l'inerbimento con trifoglio sembra essere la tecnica di gestione migliore fra quelle studiate. L'impiego di questa essenza permette di ottenere una buona struttura del terreno stabile nel tempo. In generale comunque, in questo ambiente, qualunque inerbimento è da preferirsi alle lavorazioni, anche se ridotte, in quanto la copertura vegetale migliora la struttura e impedisce la formazione di croste superficiali, che insieme al compattamento e alla presenza di suole di lavorazione rappresentano gli aspetti principali della degradazione fisica del suolo.

Messa a punto e prime applicazioni di un sistema sperimentale per lo studio delle trasformazioni di materiali organici nel sistema suolo-pianta

Zaccheo P.¹, Crippa L.¹ e Ricca G.²

¹Dipartimento di Fisiologia delle Piante Coltivate e Chimica Agraria, Università degli Studi di Milano.

²Centro di Studio per le Sostanze Naturali del C.N.R., Dipartimento di Chimica Organica e Industriale, Università di Milano

In questo lavoro viene presentato un approccio metodologico per lo studio della decomposizione e del conseguente rilascio di nutrienti da residui organici impiegati come ammendanti (residui colturali, compost, fanghi, reflui, letami ecc.). Il sistema simula la compartimentalizzazione degli aggregati di sostanza organica nel suolo, addensati in 'hot spots' ad elevata densità microbica, e consente la separazione tra il substrato esplorato dalle radici (suolo, sabbia o altro substrato) ed i campioni dei diversi materiali, che vengono posti in un ambiente confinato nel quale è tuttavia garantito il passaggio di aria, soluzione circolante e cellule microbiche. Questa tecnica, mutuata dagli studi sulle trasformazioni delle lettiere in suoli naturali (con l'impiego delle cosiddette 'litter bags'), permette di effettuare bilanci di massa e di quantificare il rilascio dei nutrienti, nonché di valutare l'effetto di variazioni dei parametri ambientali sui ritmi e sulle modalità di decomposizione. Inoltre il materiale, al termine della sperimentazione, può essere sottoposto ad analisi chimiche e spettroscopiche senza l'interferenza o la sovrapposizione di risposta dei componenti del substrato o della biomassa radicale.

La caratterizzazione del materiale residuo, integrata con le analisi relative alla quota di nutrienti assorbita dalle piante o presenti in forma solubile nel substrato può consentire di studiare gli stadi di decomposizione della matrice organica e quindi distinguere la potenzialità fertilizzante delle varie componenti della sostanza organica studiata.

Nella fase di messa a punto del sistema sono stati sperimentati dispositivi isolanti, definiti capsule, diversi per tipologia di materiali (lana di vetro, polipropilene) e dimensioni; sono state confrontate due specie vegetali (lattuga e frumento) per individuare la pianta test più idonea a segnalare la disponibilità di azoto degli ammendanti ed infine è stata correlata la perdita di massa degli ammendanti con la quantità di CO₂ liberatasi in assenza di piante.

Dai risultati conseguiti si sono rivelate più idonee le capsule costituite da due dischi di lana di vetro con legante acrilico (Millipore, Ø 46 mm) saldati ad una guarnizione in gomma dello spessore di 5 mm, e la pianta test più funzionale ai fini preposti è risultata la lattuga.

Una prima prova di incubazione-vegetazione è stata svolta impiegando tre differenti ammendanti organici: materiale vegetale assimilabile a sovescio (giovani piante di mais essiccato), un compost da soli residui lignocellulosici ed un compost di origine mista (residui lignocellulosici e frazione umida di RSU).

Uguali volumi di ammendanti sono stati posti in vasi contenenti sabbia silicea, confinati nelle capsule o intimamente miscelati alla sabbia. Tutti i vasi sono stati trasferiti in serra; in metà dei vasi è stata allevata lattuga (3 piante/vaso) i rimanenti sono stati posti in barattoli ermeticamente chiusi contenenti un beacker con soda per la cattura della CO₂, che è stata titolata periodicamente.

La prova è durata 30 giorni, al termine dei quali le piante di lattuga (comprehensive dell'intero apparato radicale) sono state pesate (peso secco) ed analizzate per il contenuto in azoto. Il materiale contenuto nelle capsule è stato interamente recuperato, pesato (peso secco) e analizzato chimicamente (N totale Kjeldahl, C organico, ceneri, indice di umificazione) e spettroscopicamente (DRIFT, ¹³C-NMR della frazione solubile in alcali e insolubile in acidi). Nel substrato è stato determinato il contenuto di N totale e N minerale.

I primi risultati indicano la buona sensibilità del metodo messo a punto, che evidenzia le marcate differenze nell'evoluzione dei materiali sperimentati. La perdita di massa del mais nel corso della prova è risultata infatti pari a quasi il 50% della massa iniziale, del compost misto intorno al 5%, del compost verde inferiore al 2%. L'elevato ritmo di degradazione induce uno stimolo alla crescita delle piante e all'assorbimento di azoto, in misura differente a seconda del tipo di residuo saggato. Le indagini spettroscopiche e chimiche sui materiali al tempo iniziale e finale della prova segnalano alcune differenze nei rapporti quali-quantitativi tra le differenti classi di composti presenti.