



**International Union of Soil Sciences
Società Italiana della Scienza del Suolo**

in collaborazione con

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante di Roma (ISNP)

Progetto Finalizzato PANDA (MiPAF)

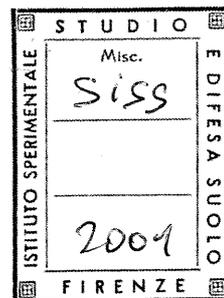
**DG XII-U.E. "European Cooperation in the field of Scientific
and Technical research" (COST)**

CONVEGNO DEL CINQUANTENARIO 1952-2001

L'EMERGENZA SUOLO

**Fondazione Ettore Majorana
International School of Higher
Agronomic Studies**

**Erice (Sicilia)
16 - 22 Maggio 2001**



OBIETTIVI

Il Workshop è stato concepito per fornire il quadro di una fra le maggiori calamità negli equilibri ambientali del terzo millennio: l'emergenza suolo.

Il suolo rappresenta un comparto ambientale spesso trascurato, sebbene svolga un ruolo fondamentale nei cicli biochimici e negli equilibri naturali. E' è composto di sostanze minerali ed organiche con una componente biologica che consiste di organismi essenziali al fine di modulare gli scambi fra diversi comparti ambientali. Tenendo presenti questi concetti generali, una particolare attenzione sarà dedicata ai seguenti argomenti:

- cambiamenti climatici globali;
- inquinamento chimico;
- contaminanti xenobiotici;
- degradazione fisica del suolo ed erosione;
- salinizzazione e sodicizzazione;
- deforestazione;
- pianificazione territoriale;
- riduzione e perdita di qualità del suolo;
- conseguenze della degradazione del suolo sulla salute umana.

Prof. Paolo Sequi

Presidente della Società Italiana della Scienza del Suolo

Comitato Scientifico

Direttivo Scientifico della Società Italiana di Scienza del Suolo

Organizzazione Scientifica

Prof. Giovanni Fierotti
Prof. Carmelo Dazzi
Prof. Paolo Sequi
Dr.ssa Anna Benedetti

Segreteria Organizzativa del Convegno

Sig.ra Patrizia Giacinto, Sig.ra Manuela de Pace, Sig.ra Barbara De Rosa, Dr.ssa Marina Natalini.
Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2 - 00184 Roma
Tel.: 06/7008721-7000720
Fax 06/7005711
E-mail: nutrazotata@isnp.it
Web: www.siss.isnp.it

Organizzazione Locale

Cattedra di Pedologia
Dip. Agronomia, Coltivazioni Erbacee e Pedologia
Viale delle Scienze, 13 - 90128 Palermo
Tel.: 091-6650211
Fax: 091-6650229
E-mail: dazzi@unipa.it

Segreteria della Fondazione E. Majorana

Tel.: 0923-869133
Fax: 0923-869226
E-mail: hq@ccsem.emcsc.infn.it

PROGRAMMA

Mercoledì 16 maggio 2001

13.00-15.00: Registrazione dei partecipanti

15.00-16.00: Saluto delle Autorità
A. Zichichi, G. Fierotti, P. Sequi

16.00-16.45: Lezione magistrale: L'emergenza suolo fra mito e realtà
G. Fierotti

16.45-17.00: Pausa caffè

17.00-17.45: Un secolo di scienza del suolo
F. Mancini

17.45-18.30: Agricoltura, Acqua, Ambiente
P. Sequi

Giovedì 17 maggio 2000

SESSIONE I: "Basi del problema"
Presidenti: F. Mancini, N. Senesi

9.00-9.30: Salinità e qualità del suolo
C. Dazzi

9.30-10.00: Erosione e desertificazione
A. Aru

10.00-10.30: Inquinamento del suolo
G. Petruzzelli

10.30-11.00: Pausa caffè

11.00-11.30: Deforestazione e Incendi
G. Sanesi

11.30-12.00: Problemi della gestione del territorio
G. Vianello

12.00-12.30: Impatto dei cambiamenti climatici sul suolo
P. Nannipieri

12.30-14.30: Pausa pranzo

14.30-15.00: Il suolo in Italia ed in Europa
M. Pagliai

15.00-17.00: Tavola Rotonda
Presidenti: P. Violante, L. Goldberg Federico
Il ruolo della SISS a livello sociale

Parteciperanno alla discussione tutti i relatori della Sessione introduttiva e della Sessione I.

17.30: Direttivo SISS

Venerdì 18 maggio 2001

**Workshop Cost Action 831/838
Soil Emergency: Microbial Biodiversity Conservation**

SESSION I

Chairpersons: P. Nannipieri, L. Gianfreda

9.00-9.30: The role of international conventions in biodiversity conservation

A. Benedetti

9.30-10.00: Introduction to microbial biodiversity of soil

M. Nuti

10.00-10.30: Biodiversity and Soil Quality

J. Lynch

10.30-11.00: Coffee Break

11.00-11.30: Soil microbial diversity measurements at different levels of resolution

V. Torsvik

11.30-12.00: Soil and rhizosphere communities affected by GM-crops?

K. Smalla

12.00-12.30: Biodiversity and microbial efficiency: a contradiction?

H. Insam

12.30-14.30: Lunch

SESSION II

Chairpersons: S. Perotto, G. Picci

14.30-15.00: Beneficial rhizospheric microorganisms

P. Jeffries

15.00-15.30: Contribution of mycorrhizal fungi to soil health

S. Gianinazzi

15.30-16.00: Biodiversity of mycorrhizal fungi to soil fertility

J. M. Barea

16.00-16.30: Coffee Break

16.30-17.00: How to evaluate mycorrhizal fungal diversity

S. Perotto

17.00-17.30: Role of mycorrhizal fungi in bioremediation

K. Turnau

18.00: Assemblea dei Soci SISS

Sabato 19 maggio 2001**L'emergenza suolo nel bacino della Valle del Belice**

Ore 8.00 – 20.00

1° STOP: Montevago: problematiche geolitomorfolologiche, pedologiche e agronomiche nella Valle del Belice

2° STOP: Montevago: il consumo del suolo per antropizzazione – profilo di suolo modale su calcareniti

PAUSA CAFFÈ

3° STOP: Poggioreale: l'emergenza suolo nei centri urbani a totale trasferimento in seguito al sisma del 1968

4° STOP: Gibellina vecchia: il Cretto di Burri

PAUSA PRANZO

5° STOP: Riserva Naturale Orientata della foce del fiume Belice e dune limitrofe

6° STOP: Gibellina nuova: un rischio ambientale da inondazione in un'area di nuova urbanizzazione

Domenica 20 maggio 2001

Ore 8.30 – 20.00

1° STOP: Le Cave di Cusa

2° STOP: Selinunte – il Parco archeologico.

PAUSA PRANZO

3° STOP: Le Saline di Trapani.

Lunedì 21 maggio 2001

09.00-13.00: Sintesi dei poster e dibattito
Coordinatori: P. Adamo, L. Leita, F. Previtali

1ª Commissione *Fisica del suolo*

Caratterizzazione idropedologica di dettaglio di suoli di risaia in Lombardia
S. Brenna, A. Basile, F. Terribile

Le variazioni di alcuni parametri chimico-fisici del suolo in relazione al passaggio di una trattrice equipaggiata con diversi tipi di pneumatici
P. Servadio, A. Marsili, C. Beni, C. Di Dio, A. Figliolia

Caratterizzazione chimica e fisica dei suoli e qualità delle acque reflue nella sperimentazione per il riutilizzo dei reflui in agricoltura

P. Botti, R. Corrias, G. Marras, H.W. Muntau, P. Spanu, S. Vacca

Confronto tra dati pedologici e dati fisico-chimici del terreno per una maggiore operatività nel campo dell'assistenza all'agricoltura

G. Bourlot

Interpretazione e presentazione dei dati di penetrometro in prove di lavorazione del terreno

A. Castrignanò, De D. Giorgio, F. Fornaro

Metodologia sperimentale per il monitoraggio dei suoli irrigati con acque reflue urbane

A. Aru, P. Botti, P. Buscarinu, A. Coppola, R. Corrias, M. Ferralis, G. Marras, H.W. Muntau, E. Murru, P. Pin, R. Puddu, F. Salis, A. Santini, N. Sechi, P. Spanu, S. Vacca, A. Viola, L. Volterra - Con la collaborazione: M. Bacchitta, L. Barbarossa, C. Borghero, G. Borghero, C. Montis, G. Pichiri, G. Saiu, M. Scalas, S. Zuddas

2ª Commissione *Chimica del suolo*

Biorisanamento *in situ* di suoli inquinati da idrocarburi con ciclodestrine come coadiuvanti per incrementare la biodisponibilità

L. Bardi, S. Steffan, M. Marzona

Valutazione dell'efficienza di fitoestrazione di *B. napus* nei confronti di zinco e rame

G. Rossi, S. Socciarelli, B. Pennelli, A. Figliolia

Effetto di miscele complesse di fenoli sull'attività detossificante di un enzima ossidoriduttivo

F. Sannino, L. Gianfreda

Distribuzione di metalli pesanti in suoli e muschi della Sicilia

R. M. Cenci, P. R. Trincerini, F. Leva, F. Galanti

Influenza di leganti organici a basso peso molecolare sull'adsorbimento di Pb^{2+} su ossidi misti di ferro ed alluminio.

M. Ricciardella, M. Pigna, R. Ragusa, A. Violante

Indagine sul significato pedogenetico dei polifenoli nel suolo. Primo contributo

A. Buondonno, F. Alianello, A. Benedetti, E. Coppola, M.T. Dell'Abate, P. Odierna

Influenza della sostanza organica del suolo sulle proprietà di superficie degli ossidi di ferro

L. Celi, M. Piccaluga, M. Martin, E. Barberis.

3ª Commissione *Biologia del suolo*

Effetti di compost da RSU sulla qualità biologica dei suoli

C. Crecchio, M. Curci, R. Mininni, P. Ricciuti, P. Ruggiero.

Protocollo di Kyoto: prime valutazioni a livello nazionale sul contributo di suoli agrari e forestali all'arricchimento di CO₂ dell'atmosfera

A. Benedetti, L. Pompili, L. Nisini

Approccio ecosistemico nella gestione dei suoli irrigati con acque reflue

A. Aru, P. Botti, B. Ceccanti, R. Corrias, M. Ferralis, G. Masciandaro, G. Marras, P. Spanu, S. Vacca

Gli "stazzi" dei pascoli d'alta quota: un particolare caso di eutrofizzazione del suolo

S. Baccella, C. Ingoglia, P. Imperiale, M. Del Gallo, A. Lepidi

Endobatteri in funghi micorrizici arbuscolari (AM): identificazione *in situ* e filogenesi.

V. Bianciotto, E. Lumini, L. Lanfranco, S. Perotto, P. Bonfante

Attinomiceti azotofissatori del genere *Frankia*: biodiversità nei suoli naturali e conservazione *ex-situ*, in vista delle loro applicazioni nel ripristino ambientale sostenibile

M. Bosco, E. Lumini, R. Materassi

Hippophae rhamnoides: una risorsa autoctona per la conservazione dei suoli e della loro biodiversità

A. L. Botta, M. Antonelli, M. Del Gallo

Il pH e lo scambio di materiale genetico nel suolo

M. Franchi, E. Gallori

L'agente di biocontrollo *Pseudomonas fluorescens* Pf5 produce l'antibiotico 2,4-DAPG sulle radici del mais

C. Picard, M. Ventura

Effetto della colonizzazione di micorrize V.A. resistenti al cadmio sullo sviluppo di piante di orzo (*Hordeum vulgare* cv extra)

E. Rea, M. Tullio, A. Salerno, F. Pierandrei

Il futuro della fertilizzazione organica: utilizzo di inoculanti microbici come biofertilizzanti

A. R. Tiberti, M. Del Gallo.

4^a Commissione *Fertilità del suolo e nutrizione delle piante*

Emissioni di anidride carbonica e protossido di azoto nell'atmosfera in relazione a diverse lavorazioni del terreno e gestione dei suoli

P. G. Arcara, C. Gamba, C. Piovanelli

Carico ambientale da fitofarmaci su terreni coltivati a fragola nel Metapontino

N. Montemurro, G. Lacertosa, F. Grieco, N. Linzalone, A. Visconti

Evoluzione della sostanza organica nei suoli del settore palustre-idromorfo di un sistema morenico alpino

L. Celi, E. Bonifacio, E. Barberis, E. Zanini.

Risultati sperimentali dello spandimento di acque di vegetazione su un Entisuolo antropico: effetti sui contenuti in sostanza organica

K. Caniglia, C. Dazzi, R. Scalenghe, D. Tusa

Pratiche di fertilizzazione organica dei suoli: efficacia e limiti

B. Ceccanti, G. Masciandaro, S. Filidei, C. Macci

Effetto della somministrazione di diversi tipi di fertilizzanti fosfatici sullo stato nutrizionale e sulle proprietà di adsorbimento fosforico del suolo

R. Indiatì, U. Neri, A. Figliolia, I. Perucchini

Effetto di diverse lavorazioni sulla distribuzione di carbonio, azoto e fosforo nel profilo del terreno in una monocoltura di mais

R. Papini, C. Gamba, C. Piovanelli, G. Brandi, G. Montagna

Caratterizzazione dell'ecosistema suolo dell'isola di Pianosa

B. Pezzarossa, R. Pini, F. Petacco, M. Scatena, L. P. D'Acqui, A. Dodero, C. A. Santi, M. Mazzoncini, R. Risaliti.

5ª Commissione *Genesi, classificazione e cartografia del suolo*

Ipotesi pedogenetiche e degrado forestale nel Krknose national park

E. Bonifacio, S. Santoni, E. Zanini

Concentrazioni e provenienze di elementi in traccia in suoli di ambiente alpino

S. Chersich, R. Comolli, F. Previtali, S. Solaro, D. Cantelli.

I suoli della Taiga Meridionale nella riserva biosferica statale della Foresta Centrale (Russia)

S. Chersich, M. Freppaz, S. Solaro, D. Tusa, C. Zucca

L'inserimento della Carta dei Suoli della Sardegna nell'European Soil Data Base

P. Baldaccini, S. Madrau, M. A. Deroma

Qualche osservazione sulle differenze concettuali fra classi di pedopaesaggio e contenitori pedogeografici

S. Brenna, R. Rasio

Confronto tra la metodologia americana di organizzazione delle informazioni pedologiche per serie e quella europea per Soil Body, In relazione ai suoli della provincia di Siena

A. Lachi, E. Costantini

Caratterizzazione pedologica, fisica e chimica dei suoli delle aree sommitali del Matese Campano (Caserta). A. Vacca, P. Violante

Suoli e siti di *Tuber magnatum* Pico

L. Lulli

6ª Commissione *Tecnologia e conservazione del suolo*

Studio dell'erosione dei suoli della Tenuta di Castelporziano. Due metodi a confronto
- Nota I°

F. A. Biondi, G. Montecchi, A. Menconi, A. Tinelli, A. Figliolia

Valutazione quali-quantitativa del consumo di suolo in funzione dello sviluppo del sistema insediativo nei territori prossimi all'asta del fiume Po

S. Lorito, P. Rosetti, G. Vianello

Monitoraggio delle proprietà idrauliche nei suoli irrigati con acque reflue urbane

P. Botti, A. Coppola, E. Murru, F. Salis, A. Santini, S. Vacca

Emergenza suolo e antropizzazione del territorio: un esempio siciliano

C. Dazzi, S. Monteleone

Il consumo di suolo per urbanizzazione in Sardegna negli anni 1954-1997. La provincia di Sassari, primi risultati

S. Madrau

7ª Commissione *Mineralogia del suolo*

Caratterizzazione mineralogica di suoli contaminati dall'attività di impianti siderurgici

P. Adamo, M. Arienzo, M. R. Bianco, P. Violante

Analisi micromorfologica e mineralogica di alcune figure pedogenetiche nelle Terre Rosse

C. Colombo, F. Terribile, A. Violante

8ª Commissione *Suolo e ambiente*

Monitoraggio del Cadmio in differenti comparti ambientali italiani. Nota I: risultati preliminari relativi alla matrice suolo

P. Sequi, L. Nisini, A. Trinchera, A. Benedetti

Contenuti di platino nei suoli urbani di Roma ed implicazioni per l'impatto da traffico veicolare sull'ambiente

D. Cinti, M. Angelone, U. Masi

Ricerche sperimentali sulla sensibilità dei suoli alla salinità. Nota II: Risultati di un settennio

V. Lombardo, G. Fierotti, A. Davì, G. Furnari

Indagine preliminare sull'evoluzione dei suoli in ambienti di recente bonifica (Delta del Po - Valli Ferraresi)

A. Buscaroli, M. Gherardi, G. Vianello

Realizzazione di un sistema di monitoraggio per il controllo del fenomeno di salinizzazione dei suoli: risultati della fase conoscitiva nella Piana di Muravera-Villaputzu (Sardegna sud-orientale)

N. Fadda, S. Fanni, F. Fantola, P. Lai, D. Manca, G. Mereu, M. Onano, R. Puddu, F. Sanna

Analisi fattoriale e rappresentazione su base G.I.S. di indici di contaminazione da metalli pesanti nel suolo. Caso studio di un transetto in Valchiavenna

A. Buondonno, E. Coppola, A. Letizia

L'emergenza suolo nelle pianure alluvionali del versante meridionale della Sicilia

S. Raimondi, A. Indorante

L'emergenza suolo sulle sciare (Formazione calcarenitica pleistocenica) in agro di Marsala e Mazara del Vallo (TP)

S. Raimondi, A. Indorante, V. Paladino

Caratterizzazione e valutazione della capacità depurativa dei suoli della media valle del fiume Corace

G. Vecchio, A. M. Caruso, G. Valboa, A. Gualtieri, L. Lulli

13.00-15.00: Pausa pranzo

Celebrazione del Cinquantenario

Presidenti: G. Fierotti, P. Sequi

15.00-15.30: Presentazione del numero d'oro del Bollettino

A. Benedetti

15.30-17.00: Altre iniziative

- Approvazione di una mozione sulla emergenza suolo
- Chiusura lavori

20.30: Cena sociale

INDICE GENERALE

Relazioni ad invito

Lezione magistrale: L'emergenza suolo fra mito e realtà <i>G. Fierotti</i>	1
Un secolo di scienza del suolo <i>F. Mancini</i>	3
Agricoltura, Acqua, Ambiente <i>P. Sequi</i>	4
Salinità e qualità del suolo <i>C. Dazzi</i>	5
Erosione e desertificazione <i>A. Aru</i>	6
Inquinamento del suolo <i>G. Petruzzelli</i>	7
Deforestazione e Incendi <i>G. Sanesi</i>	9
Problemi della gestione del territorio <i>G. Vianello</i>	11
Impatto dei cambiamenti climatici sul suolo <i>P. Nannipieri</i>	12
Il suolo in Italia ed in Europa <i>M. Pagliai</i>	14

Workshop Cost Action 831/838 Soil Emergency: Microbial Biodiversity Conservation

The role of international conventions in biodiversity conservation <i>A. Benedetti</i>	16
Introduction to microbial biodiversity of soil <i>M. Nuti</i>	17
Biodiversity and Soil Quality <i>J. Lynch</i>	18
Soil microbial diversity measurements at different levels of resolution <i>V. Torsvik</i>	19
Soil and rhizosphere communities affected by GM-crops? <i>K. Smalla</i>	21
Biodiversity and microbial efficiency: a contradiction? <i>H. Insam</i>	22
Beneficial rhizospheric microorganisms <i>P. Jeffries</i>	23

Contribution of mycorrhizal fungi to soil health <i>S. Gianinazzi</i>	25
Biodiversity of mycorrhizal fungi to soil fertility <i>J. M. Barea</i>	27
How to evaluate mycorrhizal fungal diversity <i>S. Perotto</i>	29
Role of mycorrhizal fungi in bioremediation <i>K. Turnau</i>	31

Poster

1^a Commissione *Fisica del suolo*

Caratterizzazione idropedologica di dettaglio di suoli di risaia in Lombardia <i>S. Brenna, A. Basile, F. Terribile</i>	33
Le variazioni di alcuni parametri chimico-fisici del suolo in relazione al passaggio di una trattoria equipaggiata con diversi tipi di pneumatici <i>P. Servadio, A. Marsili, C. Beni, C. Di Dio, A. Figliolia</i>	35
Caratterizzazione chimica e fisica dei suoli e qualità delle acque reflue nella sperimentazione per il riutilizzo dei reflui in agricoltura <i>P. Botti, R. Corrias, G. Marras, H.W. Muntau, P. Spanu, S. Vacca</i>	37
Confronto tra dati pedologici e dati fisico-chimici del terreno per una maggiore operatività nel campo dell'assistenza all'agricoltura <i>G. Bourlot</i>	38
Interpretazione e presentazione dei dati di penetrometro in prove di lavorazione del terreno <i>A. Castrignanò, De D. Giorgio, F. Fornaro</i>	40
Metodologia sperimentale per il monitoraggio dei suoli irrigati con acque reflue urbane <i>A. Aru, P. Botti, P. Buscarinu, A. Coppola, R. Corrias, M. Ferralis, G. Marras, H.W. Muntau, E. Murru, P. Pin, R. Puddu, F. Salis, A. Santini, N. Sechi, P. Spanu, S. Vacca, A. Viola, L. Volterra</i> – Con la collaborazione: <i>M. Bacchitta, L. Barbarossa, C. Borghero, G. Borghero, C. Montis, G. Pichiri, G. Saiu, M. Scalas, S. Zuddas</i>	42

2^a Commissione *Chimica del suolo*

Biorisanamento <i>in situ</i> di suoli inquinati da idrocarburi con ciclodestrine come coadiuvanti per incrementare la biodisponibilità <i>L. Bardi, S. Steffan, M. Marzona</i>	44
Valutazione dell'efficienza di fitoestrazione di <i>B. napus</i> nei confronti di zinco e rame <i>G. Rossi, S. Socciarelli, B. Pennelli, A. Figliolia</i>	46
Effetto di miscele complesse di fenoli sull'attività detossificante di un enzima ossidoriduttivo <i>F. Sannino, L. Gianfreda</i>	48

Distribuzione di metalli pesanti in suoli e muschi della Sicilia R. M. Cenci, P. R. Trincherini, F. Leva, F. Galanti.....	50
Influenza di leganti organici a basso peso molecolare sull'adsorbimento di Pb ²⁺ su ossidi misti di ferro ed alluminio M. Ricciardella, M. Pigna, R. Ragusa, A. Violante.....	52
Indagine sul significato pedogenetico dei polifenoli nel suolo Primo contributo A. Buondonno, F. Alianello, A. Benedetti, E. Coppola, M.T. Dell'Abate, P. Odierna.....	54
Influenza della sostanza organica del suolo sulle proprietà di superficie degli ossidi di ferro L. Celi, M. Piccaluga, M. Martin, E. Barberis.....	56
3^a Commissione Biologia del suolo	
Effetti di compost da RSU sulla qualità biologica dei suoli C. Creccchio, M. Curci, R. Mininni, P. Ricciuti, P. Ruggiero.....	58
Protocollo di Kyoto: prime valutazioni a livello nazionale sul contributo di suoli agrari e forestali all'arricchimento di CO ₂ dell'atmosfera A. Benedetti, L. Pompili, L. Nisini.....	60
Approccio ecosistemico nella gestione dei suoli irrigati con acque reflue A. Aru, P. Botti, B. Ceccanti, R. Corrias, M. Ferralis, G. Masciandaro, G. Marras, P. Spanu, S. Vacca.....	61
Gli "stazzi" dei pascoli d'alta quota: un particolare caso di eutrofizzazione del suolo S. Baccella, C. Ingoglia, P. Imperiale, M. Del Gallo, A. Lepidi.....	64
Endobatteri in funghi micorrizici arbuscolari (AM): identificazione <i>in situ</i> e filogenesi. V. Bianciotto, E. Lumini, L. Lanfranco, S. Perotto, P. Bonfante.....	66
Attinomiceti azotofissatori del genere <i>Frankia</i> : biodiversità nei suoli naturali e conservazione <i>ex-situ</i> , in vista delle loro applicazioni nel ripristino ambientale sostenibile M. Bosco, E. Lumini, R. Materassi.....	67
<i>Hippophae rhamnoides</i> : una risorsa autoctona per la conservazione dei suoli e della loro biodiversità A. L. Botta, M. Antonelli, M. Del Gallo.....	69
Il pH e lo scambio di materiale genetico nel suolo M. Franchi, E. Gallori.....	71
L'agente di biocontrollo <i>Pseudomonas fluorescens</i> Pf5 produce l'antibiotico 2,4-DAPG sulle radici del mais C. Picard, M. Ventura.....	72

Effetto della colonizzazione di micorrize V.A. resistenti al cadmio sullo sviluppo di piante di orzo (<i>Hordeum vulgare</i> cv extra)	
E. Rea, M. Tullio, A. Salerno, F. Pierandrei.....	74
Il futuro della fertilizzazione organica: utilizzo di inoculanti microbici come biofertilizzanti	
A. R. Tiberti, M. Del Gallo.....	76
4^a Commissione Fertilità del suolo e nutrizione delle piante	
Emissioni di anidride carbonica e protossido di azoto nell'atmosfera in relazione a diverse lavorazioni del terreno e gestione dei suoli	
P. G. Arcara, C. Gamba, C. Piovaneli.....	78
Carico ambientale da fitofarmaci su terreni coltivati a fragola nel Metapontino	
N. Montemurro, G. Lacertosa, F. Grieco, N. Linzalone, A. Visconti.....	80
Evoluzione della sostanza organica nei suoli del settore palustre-idromorfo di un sistema morenico alpino	
L. Celi, E. Bonifacio, E. Barberis, E. Zanini.....	82
Risultati sperimentali dello spandimento di acque di vegetazione su un Entisuolo antropico: effetti sui contenuti in sostanza organica	
K. Caniglia, C. Dazzi, R. Scalenghe, D. Tusa.....	84
Pratiche di fertilizzazione organica dei suoli: efficacia e limiti	
B. Ceccanti, G. Masciandaro, S. Filidei, C. Macci.....	86
Effetto della somministrazione di diversi tipi di fertilizzanti fosfatici sullo stato nutrizionale e sulle proprietà di adsorbimento fosforico del suolo	
R. Indiatì, U. Neri, A. Figliolia, I. Perucchini.....	87
Effetto di diverse lavorazioni sulla distribuzione di carbonio, azoto e fosforo nel profilo del terreno in una monocoltura di mais	
R. Papini, C. Gamba, C. Piovaneli, G. Brandi, G. Montagna.....	89
Caratterizzazione dell'ecosistema suolo dell'isola di Pianosa	
C. Pezzarossa, R. Pini, F. Petacco, M. Scatena, L. P. D'Acqui, A. Doderò, C. A. Santi, M. Mazzoncini, R. Risaliti.....	91
5^a Commissione Genesi, classificazione e cartografia del suolo	
Ipotesi pedogenetiche e degrado forestale nel Krknose national park	
E. Bonifacio, S. Santoni, E. Zanini.....	93
Concentrazioni e provenienze di elementi in traccia in suoli di ambiente alpino	
S. Chersich, R. Comolli, F. Previtali, S. Solaro, D. Cantelli.....	95
I suoli della Taiga Meridionale nella riserva biosferica statale della Foresta Centrale (Russia)	
S. Chersich, M. Freppaz, S. Solaro, D. Tusa, C. Zucca.....	97

L'Inserimento della Carta dei Suoli della Sardegna nell'European Soil Data Base P. Baldaccini, S. Madrau, M. A. Deroma.....	99
Qualche osservazione sulle differenze concettuali fra classi di pedopaesaggio e contenitori pedogeografici S. Brenna, R. Rasio.....	101
Confronto tra la metodologia americana di organizzazione delle informazioni pedologiche per serie e quella europea per Soil Body, In relazione ai suoli della provincia di Siena A. Lachi, E. Costantini.....	102
Caratterizzazione pedologica, fisica e chimica dei suoli delle aree sommitali del Matese Campano (Caserta) A. Vacca, P. Violante.....	104
Suoli e siti di <i>Tuber magnatum</i> Pico L. Lulli.....	106
6ª Commissione <i>Tecnologia e conservazione del suolo</i>	
Studio dell'erosione dei suoli della Tenuta di Castelporziano. Due metodi a confronto - Nota I° F. A. Biondi, G. Montecchi, A. Menconi, A. Tinelli, A. Figliolia.....	109
Valutazione quali-quantitativa del consumo di suolo in funzione dello sviluppo del sistema insediativo nei territori prossimi all'asta del fiume Po S. Lorito, P. Rosetti, G. Vianello.....	111
Monitoraggio delle proprietà idrauliche nei suoli irrigati con acque reflue urbane P. Botti, A. Coppola, E. Murru, F. Salis, A. Santini, S. Vacca.....	112
Emergenza suolo e antropizzazione del territorio: un esempio siciliano C. Dazzi, S. Monteleone.....	113
Il consumo di suolo per urbanizzazione in Sardegna negli anni 1954-1997. La provincia di Sassari, primi risultati S. Madrau.....	114
7ª Commissione <i>Mineralogia del suolo</i>	
Caratterizzazione mineralogica di suoli contaminati dall'attività di impianti siderurgici P. Adamo, M. Arienzo, M. R. Bianco, P. Violante.....	117
Analisi micromorfologica e mineralogica di alcune figure pedogenetiche nelle Terre Rosse C. Colombo, F. Terribile, A. Violante.....	119

8ª Commissione Suolo e ambiente

Monitoraggio del Cadmio in differenti comparti ambientali italiani. Nota I: risultati preliminari relativi alla matrice suolo P. Sequi, L. Nisini, A. Trinchera, A. Benedetti.....	121
Contenuti di platino nei suoli urbani di Roma ed implicazioni per l'impatto da traffico veicolare sull'ambiente D. Cinti, M. Angelone, U. Masi.....	123
Ricerche sperimentali sulla sensibilità dei suoli alla salinità. Nota II: Risultati di un settennio V. Lombardo, G. Fierotti, A. Davì, G. Furnari.....	124
Indagine preliminare sull'evoluzione dei suoli in ambienti di recente bonifica(Delta del Po - Valli Ferraresi) A. Buscaroli, M. Gherardi, G. Vianello.....	125
Realizzazione di un sistema di monitoraggio per il controllo del fenomeno di salinizzazione dei suoli: risultati della fase conoscitiva nella Piana di Muravera-Villaputzu (Sardegna sud-orientale) N. Fadda, S. Fanni, F. Fantola, P. Lai, D. Manca, G. Mereu, M. Onano, R. Puddu, F. Sanna.....	127
Analisi fattoriale e rappresentazione su base G.I.S. di indici di contaminazione da metalli pesanti nel suolo. Caso studio di un transetto in Valchiavenna A. Buondonno, E. Coppola, A. Letizia.....	129
L'emergenza suolo nelle pianure alluvionali del versante meridionale della Sicilia S. Raimondi, A. Indorante.....	131
L'emergenza suolo sulle sciare (Formazione calcarenitica pleistocenica) in agro di Marsala e Mazara del Vallo (TP) S. Raimondi, A. Indorante, V. Paladino.....	132
Caratterizzazione e valutazione della capacità depurativa dei suoli della media valle del fiume Corace G. Vecchio, A. M. Caruso, G. Valboa, A. Gualtieri, L. Lulli.....	133
Gruppi di lavoro	
Comitato Educazione	
La scienza del suolo va a scuola? Il Gioco della Terra: tre anni di esperienze nella Scuola dell'Infanzia M. T. Dell'Abate.....	138

RIASSUNTI

RELAZIONI AD INVITO

L'EMERGENZA SUOLO TRA MITO E REALTÀ

G. Fierotti

Dipartimento ACEP, Agronomia, Coltivazioni Erbacee e Pedologia, Università di Palermo

Dal mito di Cerere alla realtà della società post industriale ed altamente tecnologica, sono passati alcuni millenni durante i quali il mondo ha subito profonde metamorfosi.

La popolazione da pochi milioni di individui è passata agli oltre sei miliardi attuali e si appresta, nel prossimo futuro, a superare la cifra di oltre dieci miliardi.

Le foreste sono scomparse ad un ritmo sempre più frequente fino a diventare addirittura frenetico.

I suoli gradatamente hanno perduto buona parte della loro naturale capacità produttiva e di quella di reattore, filtro e trasformatore degli elementi estranei, tanto da limitare enormemente le sue capacità di resilienza.

La pressione antropica agricola ed extra agricola su tutte le risorse, prima fra tutte il suolo, ha raggiunto ormai livelli non più sostenibili.

La "madre terra" del mito è diventata la pattumiera dell'uomo.

Il suolo si trova in uno stato di grave emergenza da cui occorre uscire al più presto,

A questo quadro, certo poco confortante, fa riscontro un'esplosione del sapere, della ricerca scientifica e delle applicazioni tecnologiche che ha consentito in alcuni Paesi di raggiungere alti livelli di benessere, mentre in tanti altri Paesi si muore di fame.

Cosa ci promette il futuro?

Noi ci troviamo di fronte ad un bivio: una strada porta verso l'incremento del benessere a condizione però di sapere ritrovare quell'armonico rapporto fra uomo e suolo che aveva consentito ai nostri padri di prosperare ed al suolo di conservare quasi intatte le sue peculiarità, l'altra strada conduce a continuare a proseguire sulla strada dell'egoismo e dello spinto consumismo che, come già è accaduto, provoca danni irreversibili ed irrimediabili all'intera biodiversità e pedo diversità e l'abbassamento dei livelli della qualità della vita.

In questo quadro la Scienza del Suolo può svolgere un ruolo fondamentale nella risoluzione dello stato di emergenza.

Occorre però che dagli approcci preminentemente riduzionistici a cui si è fatto riferimento fino ad ora, si passi ad approcci olistici, in cui la figura dello studioso e del professionista possa giuocare un ruolo alla pari con tutti gli altri studiosi delle discipline che per un verso o per un altro sono interessati alla conservazione ed al miglioramento dell'ambiente in cui viviamo.

In altre parole allo studioso del suolo, comincia a stare troppo stretto il ristretto campo di ricerca dell'agricoltura per proiettarsi in quello molto più ampio delle problematiche ambientali.

Ai giovani ai quali per molti versi stiamo affidando un mondo migliore di quello di ieri ora spetta il compito di preparare per le prossime generazioni le condizioni necessarie a potere raggiungere alti livelli di qualità della vita per tutti i popoli senza eccezione alcuna.

UN SECOLO DI SCIENZA DEL SUOLO

F. Mancini

Presidente Onorario della Società della Scienza del Suolo

L'Autore illustra una lunga serie di avvenimenti del '900 nel campo della scienza del suolo, soffermandosi su alcuni fra i più importanti risultati della ricerca scientifica.

Richiama altresì figure fra le più prestigiose che hanno contribuito notevolmente al progresso delle nostre discipline.

Naturalmente l'illustrazione risente molto dell'esperienza dell'Autore che non è purtroppo in grado di creare un quadro esauriente dei pur importantissimi problemi della fisica, della chimica e della biologia del suolo.

Infine vengono ricordati vari congressi internazionali e lunghe escursioni che hanno permesso una più stretta e prolungata collaborazione fra colleghi vecchi e giovani di varia nazionalità e di diversa scuola.

AGRICOLTURA, ACQUA, AMBIENTE

P. Sequi

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

L'acqua che ha importanza per i cicli biologici, in larga prevalenza, è quella che viene a contatto con il suolo; il suolo ha un'importanza determinante nell'influenzare la sua qualità. L'unica attività dell'uomo realmente a contatto con il suolo è l'agricoltura. Se si vuole avere cura delle acque è indispensabile dotarsi di competenze del suolo, e, se si vuole operare per garantire un livello elevato di qualità delle acque è indispensabile sfruttare le potenzialità offerte dall'agricoltura e dalle buone pratiche agricole.

Il tema dei rapporti fra agricoltura, acqua e ambiente può essere trattato solo prendendo in esame i rapporti fra suolo e ciclo dell'acqua, sia per quanto riguarda i punti caratteristici acqua: suolo e le varie forme di acqua coesistenti all'interno del suolo, sia per i movimenti dell'acqua. E' necessario esaminare poi come fattori naturali da una parte e pratiche agricole dall'altra possono influire su processi di lisciviazione e di erosione. A questo punto si possono prendere in considerazione direttamente i rapporti fra acqua e attività agricole, per quanto concerne sia la regimazione delle acque, sia l'impiego delle acque per l'irrigazione, per poi passare ad esaminare le possibili interazioni con altre attività: gli allevamenti zootecnici e gli insediamenti umani. A questo punto si hanno tutti i termini per delineare un bilancio ambientale completo. Anche il compito resta tutt'altro che elementare.

SALINITÀ E QUALITÀ DEL SUOLO

C. Dazzi

Dipartimento ACEP, Agronomia, Coltivazioni Erbacee e Pedologia, Università di Palermo

La difficoltà di definire in modo compiuto ed univoco la qualità del suolo, dipende dal fatto che per un ecosistema così complesso e reattivo qual'è il suolo, non esiste un solo concetto di qualità ma, diversi concetti, che poggiano sulle differenti funzioni del suolo, legate alla sua pedodiversità e che dipendono sostanzialmente dallo scopo per il quale occorre definirne la qualità. Nei confronti della salinità, la risposta del suolo e, quindi i suoi attributi di qualità, vanno considerati in relazione all'origine della salinità e, soprattutto, in relazione al tipo di sali presenti. Storicamente, i suoli affetti da salinità sono stati distinti in suoli salini, suoli sodici e suoli salino-sodici. Tale schema di classificazione è stato abbandonato in favore di approcci maggiormente orientati verso i problemi della gestione, agricola ed ambientale. Oggi nel novero dei suoli salini sono da considerare i Solonchak, i Solonetz e i Gypsisols che hanno un'unica proprietà in comune, cioè un elevato contenuto di elettrolita ma, presentano parametri della qualità fisica, chimica, idrologica e biologica sostanzialmente diversi.

Fra le emergenze ambientali direttamente legate alla salinità del suolo, assumono un rilievo particolare, per via della loro pericolosità, i processi di salinizzazione secondaria dei suoli indotti dall'attività antropica e che hanno una importanza, sia scientifica che pratica, che cresce di anno in anno. Particolarmente soggetti ai problemi della salinizzazione secondaria, sono i suoli dei Paesi che si affacciano sul bacino del Mediterraneo, in particolare laddove il clima è tendenzialmente caldo-arido. I problemi posti dai suoli salini per il loro miglioramento, sono quanto mai complessi e, nelle aree irrigue, divengono complicati dal fatto che nelle relazioni acqua-suolo interagiscono due diverse espressioni di qualità: quella relativa all'acqua e quella relativa al suolo.

Un metodo unico, sempre valido ed universalmente applicabile per il controllo della salinità non esiste. Di volta in volta, occorre ricorrere alla combinazione di diverse pratiche che devono integrarsi fra loro, ed essere scelte secondo i casi, tenendo sempre presente che le azioni volte alla prevenzione dei processi di salinizzazione devono avere la priorità sulle azioni di recupero. In ogni caso, occorre tenere presente che la salinità rappresenta sostanzialmente un fattore di stress che influenza seriamente i parametri delle qualità dei suoli, e che finisce per influenzare la stessa qualità della vita dell'Uomo se, come è vero, quanto bassa è la qualità del Suolo, tanto bassa è la qualità della vita dell'Uomo.

EROSIONE E DESERTIFICAZIONE

A. Aru

Dip. Scienze della Terra , Università di Cagliari

L'erosione rappresenta il fenomeno più grave di degradazione dei suoli ed è il più diffuso nel mondo. Il progredire nel tempo di questo processo porta alla desertificazione del territorio. Il concetto di desertificazione oggi va riferito ai consumi delle risorse naturali non rinnovabili, se non in tempi molto lunghi.

Tali consumi sono dovuti più alla attività antropica che ai cambiamenti climatici. Nell'ambito del mediterraneo, soprattutto per le aree più aride, si è verificato negli ultimi quindici anni una diminuzione delle precipitazioni, non giustificabile col cambiamento del clima, in quanto dalle serie dei dati a disposizione, e dalla documentazione esistente, i periodi di maggiore aridità sono frequenti. Ciò che è stato rilevato è la crescita del periodo arido negli ultimi anni e la frequenza di eventi caratterizzati da precipitazione intense in poche ore. L'effetto sull'erosione di tali piogge è più evidente laddove il territorio è più devastato dall'azione antropica. L'azione è più catastrofica nelle aree incendiate, ove esiste il sovrappascimento con forte compattazione del suolo, ove l'ecosistema sia stato modificato con l'introduzione di specie esotiche e dove più evidenti sono gli inquinamenti da metalli pesanti.

La desertificazione a causa dell'uomo favorita dalla attività antropica è tanto più grave quanto più è arido il clima.

Si riportano alcuni esempi di casi di studio del Mediterraneo e in particolare per l'Italia meridionale e insulare.

INQUINAMENTO DEL SUOLO

G. Petruzzelli

Istituto per la Chimica del Terreno CNR Pisa

L'apporto di sostanze potenzialmente tossiche al terreno come risultato delle attività antropiche è un fenomeno che ha assunto dimensioni quantitativamente rilevanti fino dall'inizio della rivoluzione industriale; tuttavia solo recentemente è stata riconosciuto che il suolo è una risorsa limitata e che svolge un ruolo di fondamentale importanza negli equilibri ambientali. Gli effetti negativi indotti dai contaminanti sulla funzionalità del terreno, possono essere molteplici ed interessare la salute umana ed animale, gli organismi del terreno, la crescita e la qualità dei vegetali, nonché la composizione delle acque superficiali e profonde.

Tra le principali cause del degrado della qualità del suolo rivestono particolare importanza le forme di inquinamento che derivano dalle attività industriali, da quelle estrattive, dallo smaltimento dei rifiuti e talora anche dalle stesse attività agricole.

La necessità di conservare inalterata la insostituibile azione di protezione che il suolo svolge nei confronti di altri comparti ambientali si è manifestata, in questi ultimi anni, mediante un interesse crescente nei confronti dell'inquinamento del terreno tanto che tale tematica è diventata uno dei punti centrali di molte normative ambientali che si susseguono e si rinnovano con un ritmo che era assolutamente imprevedibile solo qualche anno fa.

In particolare, in tutti i paesi industrializzati l'inquinamento del suolo è divenuto l'aspetto fondamentale nella problematica dei "siti contaminati", pur con le notevoli differenze riscontrabili nelle politiche ambientali delle varie nazioni già a partire dalla definizione di contaminazione.

Nel caso dei suoli nei siti contaminati il rapporto terreno-contaminanti è molto complesso, spesso caratterizzato dalla presenza contemporanea di differenti classi chimiche di composti, che si sono accumulate nel tempo. In questo ambito la chimica del terreno deve offrire, all'interno di un approccio multidisciplinare, un contributo essenziale per una scelta corretta delle strategie di recupero dei suoli contaminati basata sulla conoscenza di alcuni aspetti fondamentali, quali le caratteristiche chimico fisiche del terreno, la speciazione degli inquinanti, la loro bio-disponibilità e degradabilità.

La conoscenza delle caratteristiche peculiari del terreno deve essere la base anche per una corretta predisposizione di misure per la prevenzione dell'inquinamento dei suoli non contaminati. Dal momento che la società non può cambiare in tempi brevi le modalità di produzione industriale ed il conseguente apporto di rifiuti, in un'area densamente popolata e particolarmente eterogenea dal

punto di vista geografico come l'Italia, è indispensabile non danneggiare assolutamente quelle aree che oggi risultano non contaminate. La priorità essenziale diventa quella di prevenire l'inquinamento, minimizzando la produzione di rifiuti mediante le opportune innovazioni nei cicli produttivi, ed adottando specifiche misure per controllare i processi di tutte quelle attività, industriali e non, che possono danneggiare la qualità del suolo.

Effetti delle modificazioni della vegetazione forestale e degli incendi sul suolo

G. Sanesi

Facoltà di Agraria, Università di Firenze

Ogni modificazione della vegetazione forestale e gli incendi comportano variazioni delle caratteristiche fisiche e chimiche ed evolutive del suolo.

Le recenti ricerche sugli effetti dell'inquinamento atmosferico e soprattutto delle piogge acide sul suolo, hanno offerto una nuova visione degli effetti indiretti del disboscamento e delle attività forestali in genere, sul suolo. Molte attività forestali si concludono infatti con una asportazione parziale o totale di biomassa. Le ricerche sul ciclo degli elementi negli ecosistemi forestali hanno messo in evidenza che ogni asportazione di biomassa equivale ad una asportazione di elementi e questo ad una acidificazione del suolo. Il risultato di questi processi dipende dalla elasticità e resilienza (capacità di recupero) del suolo rispetto alle operazioni forestali. Asportazioni di biomassa senza modificazioni sostanziali della composizione specifica dell'ecosistema, comportano spesso acidificazione che può essere facilmente tamponata in suoli con buone riserve di minerali alterabili. In suoli già impoveriti si possono liberare Al^{3+} in soluzione senza modificazioni evidenti del profilo (criptopodzolizzazione secondo Ulric). Il passaggio a fasi di vera e propria podzolizzazione è accertato in casi di disboscamento seguito dall'impianto di alcune conifere come abete rosso o pini, ma ipotizzato anche per modificazioni del contenuto di polifenoli nelle foglie su gradienti di acidità. Per il momento, il monitoraggio ha prodotto solo conoscenze sugli effetti a breve termine. Oggi ci si interroga su quali potranno essere gli effetti a lungo termine e quali effetti possono essere dovuti all'attività passata dell'uomo. Le informazioni sulla produzione interna ed esterna di protoni sembrano dimostrare che l'attività dell'uomo può avere avuto una influenza sull'acidificazione del suolo ben superiore agli apporti dell'inquinamento. Di conseguenza, la ricerca sui suoli forestali si è posta il problema degli effetti a lungo termine di certe attività. Introdotti certi correttivi come la riduzione del taglio raso con asportazione totale di biomassa, e l'introduzione di specie podzolizzanti, si cerca adesso di comprendere quali possono essere i tempi di recupero di suoli soggetti ad interventi umani, l'influenza delle immissioni di acidità sull'alterazione dei minerali delle rocce, i tempi di accumulazione dell'azoto e del carbonio e ciò allo scopo di definire delle tecniche di selvicoltura sostenibile.

Gli incendi sono tra gli eventi più catastrofici, tuttavia ci sono risultati molto contrastanti sulla loro influenza sul suolo e sull'ecosistema in genere. Il fuoco determina una perdita di fertilità, erosione di nutrienti e del suolo stesso, ma in alcuni ambienti rimette in circolazione elementi altrimenti immobilizzati nella

lettiera (humus di tipo mor). Gli effetti a lungo termine non sono molto chiari. Le statistiche sui tempi di ritorno degli incendi, sulla loro estensione, sul tipo, sono tuttora molto scarse per cui in questo settore rimane ancora molto da fare mancando una solida base per la ricerca di campo.

PROBLEMI DELLA GESTIONE DEL TERRITORIO

G. Vianello

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

Dopo la Conferenza mondiale sullo sviluppo sostenibile, organizzata dall'ONU a Rio de Janeiro nel 1992, molti Enti ai diversi livelli di gestione politico-amministrativa si sono impegnati a predisporre proprie "Agende 21 locali", cioè piani strategici utili a perseguire tale sviluppo nel corso del 21° secolo attraverso un processo di definizione di obiettivi e di azioni nella consapevolezza delle risorse umane e finanziarie disponibili. Su questa linea sono state redatte numerose relazioni sullo stato dell'ambiente che utilizzano indicatori validati dalle maggiori agenzie internazionali. Nel caso dell'Italia è stato preso come riferimento il modello OCSE "Pressione-Stato-Risposta" su cui si basa il lavoro dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (AEA) e dell'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA).

Nella relazione sullo stato dell'ambiente del 1997 venivano chiaramente evidenziati i rischi di perdita o di degradazione chimica, fisica e biologica della risorsa suolo; in quelle successive redatte da Regioni e Provincie tale rischio appare notevolmente sottovalutato a differenza di altri comparti ambientali quali ad esempio acqua, aria, habitat naturali per i quali vengono proposti numerosi indicatori di risposta. Alla tematica suolo vengono spesso associate condizioni di carattere geologico strutturale che poco hanno a che vedere con le problematiche connesse ai cicli della pedogenesi; nel caso dei suoli agrari gli indicatori di pressione sono rappresentati dall'apporto di fitofarmaci e di concimi e dallo spargimento di liquami zootecnici, e solo in qualche caso si accenna alle cause che hanno portato o portano all'impoverimento della fertilità naturale o a processi di erosione. Nella nuova relazione sullo stato dell'Ambiente coordinata dall'ENEA con il contributo delle esperienze regionali appare evidente come per il suolo non sussistano una programmazione coordinata ed obiettivi prefissati; ne consegue la necessità di sollecitare gli Enti preposti affinché la "risorsa suolo" venga maggiormente analizzata per evidenziarne i livelli di vulnerabilità a causa di inopportuni interventi antropici, per razionalizzarne i livelli di produttività e di vocazionalità, per definirne il grado di concentrazione di sostanze contaminanti.

IMPATTO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI SUL SUOLO

P. Nannipieri

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

Il suolo gioca un ruolo essenziale nel tamponare o nel rendere ancora più critico il trend relativo all'aumento di concentrazione nell'atmosfera di alcuni gas (CO_2 , N_2O e CH_4) responsabili del cosiddetto "effetto serra". Infatti, il suolo funziona da "source" e da "sink" per la CO_2 ed il CH_4 . L'aumento di temperatura dell'atmosfera può aumentare la mineralizzazione della sostanza organica del suolo con maggiore produzione di CO_2 e quindi con un ulteriore aumento di temperatura dell'atmosfera; si avrebbe cioè un processo "feedback" positivo. Tuttavia, altri processi possono contrastare la diminuzione del tenore di sostanza organica del suolo in virtù dell'aumento di temperatura. Infatti, l'aumento di concentrazione di CO_2 nell'atmosfera influisce positivamente sulla velocità del processo fotosintetico con una maggiore produzione primaria e quindi con un maggiore apporto di residui organici al suolo. Inoltre, i tessuti vegetali di piante cresciute in ambienti più ricchi di CO_2 presentano rapporti di C/N e lignina/N più elevati, e per questo motivi la loro degradazione è minore di quella di residui della stessa specie cresciuta in atmosfera con un tasso di CO_2 normale.

Benché presente nell'atmosfera in concentrazioni minori della CO_2 , il metano è un gas più pericoloso per la sua capacità di trattenere il calore, che è 58 volte più elevata di quella della CO_2 . Si è stimato che il 15-20% del metano prodotto sulla Terra proviene dai suoli coltivati a riso, una delle colture più diffuse. Tuttavia i suoli, anche quelli sommersi durante la coltivazione del riso, possono funzionare non solo da "source" ma anche da "sink". Vari fattori, principalmente la disponibilità di substrati organici e la presenza di accettori elettronici e di condizioni anaerobiche, possono influenzare la produzione di metano. Il consumo di metano da parte del suolo è dovuto alla sua ossidazione che può essere di tipo biotico od abiotico, con una netta prevalenza dei processi microbici per la presenza nel suolo di batteri metanotrofi.

Gli ossidi di azoto, tra i gas responsabili dell'effetto serra, possono essere prodotti da processi di natura biotica ed abiotica che avvengono nel suolo. Il protossido di azoto è prodotto dai processi di riduzione dissimilatoria del nitrato, che avvengono in condizioni anaerobiche, o durante il processo di nitrificazione, cioè in condizioni aerobiche.

E' possibile con diverse strategie diminuire la velocità dei processi che portano alla produzione di gas responsabili dell'effetto serra. Così nel caso del CH_4 , è possibile diminuire la sua produzione operando con opportune pratiche agricole,

quali l'interruzione della sommersione mediante drenaggio, la fertilizzazione con compost e composti a base di solfato e l'aggiunta di inibitori della nitrificazione. Nel caso della produzione di CO₂ si può operare attraverso pratiche agricole, quali la lavorazione ridotta, la scelta del "set-aside" e di tutte quelle operazioni che favoriscono l'aumento del tenore di sostanza organica del suolo.

IL SUOLO IN ITALIA E IN EUROPA

M. Pagliai¹, E. Costantini¹

¹ Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Firenze

Sebbene le conoscenze di Scienza del Suolo, sia in termini qualitativi sia quantitativi, in Italia abbiano raggiunto un livello assolutamente paritario con gli altri Paesi Europei, come si può evincere anche dall'esame della letteratura internazionale, molto resta ancora da fare in termini di traduzione applicativa di tali conoscenze al fine proprio di conservare e valorizzare la risorsa suolo. La carenza più grave, in Italia, è la mancanza di un Servizio del Suolo. Attualmente, in Europa, il servizio più avanzato è quello della Germania distribuito capillarmente nei vari "Lander". Di notevole tradizione il "Soil Survey" della Gran Bretagna potenziato proprio dopo la sua privatizzazione e alla cui guida c'è uno scienziato di valore quale è Peter Bullock, per non parlare poi, in fatto di tradizione, delle Scuole di Pedologia Francese e Olandese.

In Italia è stato istituito l'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo presso il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali il quale ha dato vita a importanti iniziative, fra cui la Collana dei Metodi di Analisi del Suolo, l'istituzione dei Referenti Regionali per la Pedologia, i Progetti "Metodologie Pedologiche" per la realizzazione della "Carta dei Suoli d'Italia 1:250.000".

L'ambiente pedologico Italiano è certamente più diversificato rispetto sia al Nord Europa, sia agli altri paesi del Mediterraneo. Infatti, mentre in Spagna la geologia è più stabile e in Grecia i suoli non presentano grande evoluzione, in Italia si alternano ambienti estremamente dinamici ad altri stabili ed è proprio questa variabilità che si riflette sul paesaggio. Paesaggio di notevole valore culturale e che è valso all'Italia l'appellativo di "Bel Paese".

Da un punto di vista strettamente pedologico, ad esempio, i suoli vulcanici sono tipici dell'ambiente Italiano così come i suoli argillosi presentano notevoli peculiarità specialmente rispetto ai Paesi del Nord Europa. La rete delle crepacciature di quest'ultimi suoli, oltre a rappresentare un esempio di strutturazione indipendente dalla presenza di "cementi", consente un'elevata infiltrazione dell'acqua in lunghi periodi dell'anno. Questo rende difficile, fra l'altro, l'applicazione di modelli di previsione dell'erosione del suolo.

La vulnerabilità dei suoli italiani ai processi degradativi è certamente più elevata rispetto agli altri Paesi Europei proprio per la variabilità dell'ambiente. La modernizzazione dell'agricoltura tende indubbiamente ad uniformare le agrotecniche, cosa che mal si concilia con la diversità delle condizioni pedologiche. Negli ambienti collinari e montani, prevalenti nel nostro Paese, ha notevolmente aumentato, ad esempio, i processi erosivi. Fenomeni di degradazioni

sono stati indotti anche in ambienti pianeggianti ove le monocolture e le lavorazioni tradizionali intensive hanno provocato la formazione di strati compatti lungo il profilo (suola d'aratura) sconvolgendo le proprietà idrologiche dei suoli e riducendo il drenaggio, con conseguenti sommersioni in casi di eventi piovosi notevoli e concentrati in breve tempo. Simili conseguenze sono state prodotte, ad esempio, dalle recenti alluvioni francesi in cui i tecnici ed i mezzi di informazione di massa ne hanno palesemente attribuito la causa all'intensificazione dei sistemi produttivi agricoli e proprio alla formazione della suola d'aratura. Altri aspetti di degradazione del suolo riguardano il compattamento e la formazione di croste superficiali in seguito all'impovertimento di sostanza organica dei suoli.

I problemi di degradazione del suolo e dell'ambiente sono, quindi, essenzialmente dovuti ad una non equilibrata pressione antropica, sia agricola sia extragricola. Proprio a quest'ultima si deve il consumo di suolo, con le relative conseguenze, quali l'impermeabilizzazione ("soil sealing").

La suddetta diversificazione dell'ambiente italiano e della vulnerabilità dei suoli infine molto spesso fa risultare non corretta l'applicazione delle Direttive Comunitarie in materia di politiche agricole (PAC).

Workshop Cost Action 831/838
Soil Emergency: Microbial
Biodiversity Conservation

THE ROLE OF INTERNATIONAL CONVENTIONS IN BIODIVERSITY CONSERVATION

A. Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante-Roma

The present paper introduces the issues to be developed during the workshop on the conservation of microbial diversity of soils.

The problem of biodiversity depletion was focalised at the first time during the Rio de Janeiro meeting held on 5 June 1992 in which 150 member States bound to establish, the sustainable conservation of biological resources by national plans.

In the paper will be described the original text of the Rio de Janeiro convention and its main articles. The text of the Convention is composed by 42 articles. The article 1 prefixes the general objectives: biological diversity conservation, "sustainable use of its elements", fair partitioning between both producing and consumer Countries of biological sources. The article 7 prefixes the intervention strategies. The 18 and 19 articles establish the role of biotechnology in biodiversity conservation.

Special attention will be dedicated to the Italian plan. Italy, puts in practice the Rio de Janeiro Convention starting from census and monitoring of national genetic and cultural resources (Law 124 of the 14 February 1994 official Journal 23/02/94).

Other initiatives at Italian level, ranging from research projects to activity of specific working group, ecc. will be described.

In particular two Italian research projects on microorganism conservation will be discussed presented. The aim of the first project, named "Collection of microorganisms" is to census the different collections of microorganisms involved in agricultural processes, from primary production to food transformation and conservation, kept by Research Institutes of the Agricultural and Forestries Ministry. The second project, named "Microorganisms in sustainable agriculture" is divided into 4 different subprojects: bioindicators, bioremediation, biodiversity and biofertilization. The activity of working group biodiversity will be presented.

INTRODUCTION TO MICROBIAL BIODIVERSITY OF SOIL

M. Nuti, A. Russo, M. Agnolucci

Dip.to di Chimica e Biotecnologie Agrarie, Università di Pisa

Microbial biodiversity is mainly meant as the diversity of individuals assigned to different taxa. This view could be enlarged nowadays to embrace the diversity of individuals assessed up to below the rank of biovar with high-through-put analytic or global tools. These include the study of individual cells at genomic and proteomic level to obtain *in vivo* informational imaging; the global tools also apply to the study of functional biodiversity of (a) single microbial cells within a community and (b) communities within the surrounding biota, both (a) and (b) with respect to the environment. The enlarged view seems to fit adequately to the complexity of soil environment.

Soil microorganisms can be assessed at quantitative and qualitative level. Soil microbial biomass is measured through soil incubation/fumigation; the method gives estimates with an experimental error of ca. 15% or more and as a limited application to define biomass diversity. However, methods have been developed in the last decade to assess microbial diversity in complex environments where a minimum of 4000-7000 different bacterial genomes can be present in a gram of soil; these tools can provide useful information on cells which are metabolically active, although in a non-culturability status (VNC). *In situ* hybridisation is an example, eventually improved with the use of fluorescence staining. However, the bulk of methods to assess microbial diversity of soil is based on the analysis of DNA from cultured isolates (0,1-10% of total population) or DNA directly extracted from environmental samples such as the recently described metagenomic libraries. The latter can provide useful information on phylogenetic and functional diversity of community members.

Survival, horizontal/vertical movement, community fluctuation of soil bacteria have been assessed also by using genetically tagged bacteria, relevant for agriculture, used as soil/seed inoculants.

The management of microbial biodiversity for agricultural uses responding to modern needs requires (i) the maintenance of productivity levels of traditional agriculture (ii) the development of new agricultural models towards biological/organic and biotechnological farming. All these systems have advantages and disadvantages; for all of them however, the minimum interference on plant/animal/microbial biodiversity is a priority task. In the actual transition phase from traditional to new agriculture, soil microbiology has to play a vital role.

BIODIVERSITY AND SOIL QUALITY

J. Lynch

School of Biological Sciences, University of Surrey, UK

SOIL MICROBIAL DIVERSITY ANALYZED AT DIFFERENT LEVELS OF RESOLUTION USING MOLECULAR BIOLOGY TECHNIQUES

V. Torsvik

Department of Microbiology, University of Bergen, Norway

Microbial diversity may provide a good quantitative indicator of the genetic and functional potential of a microbial community. Studies of microbial biodiversity have been hampered by the lack of methods covering the entire microbial community. Nucleic acid analysis are becoming increasingly common in microbial ecology as they provide tools for studies on the structure and diversity of microbial communities including those microbes, which have not been cultured. We have applied different molecular methods offering a wide range of resolution. Such polyphasic approaches provide information at different biological organization levels, ranging from specific genes and genetic elements to populations and total communities.

Total community DNA has been analyzed by techniques, which provide complementary information about the overall genetic diversity and structure of the community. Such analyses are broad-scale and low-resolution methods. The rate at which denatured, single-stranded DNA reassociates when the temperature is set at approximately 25°C below its melting point is indicative of the DNA complexity. When applied to microbial community DNA, reassociation kinetics is used as a measure of biodiversity. The method has revealed very high levels of diversity within soil bacterial communities. It has also revealed that the biodiversity of total soil community was far higher than that of the cultivable part of the soil community. DNA derived from total soil communities is often very complex therefore the reassociation rate is very low. To obtain a good estimate of the biodiversity, it is desirable to reach at least 50% reassociation. This requires very long reassociation times for DNA derived from soil communities, and may be a limitation to the method.

Measurements of the percent guanine + cytosine (mole% G+C) base distribution, derived by thermal denaturation provide a community profile and is indicative of the overall species composition. If two communities have a similar base distribution it does not necessarily mean that they have similar species composition, because distantly related organisms may have similar base composition. On the other hand, if the communities have different base distribution it is strong evidence that they have different species composition. The method has been used to demonstrate changes in community composition after perturbation of microbial communities.

Analysis of specific genes like rRNA genes, are methods with higher resolution. There is a wide range of approaches based on analysis of rRNA or rDNA molecules. They are excellent for discrimination of microbes at the strain and

population level, and are useful for distinguishing differences in relatively simple communities. There are however limitations when trying to differentiate between communities with great diversity. Alternatively rRNA based approaches can be used in partial community analysis, focusing on main phylogenetic groups or subsets of the community. We have used PCR (polymerase chain reaction) amplification of rRNA genes combined with denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE) which gives a community fingerprint. The PCR-DGGE method is useful for rapid screening of multiple samples. It has been used to distinguishing soil microbial communities, and provides information about community changes through space and time. If the community is not too complex information about the numerically dominant phylotypes can be obtained as they create distinct bands by DGGE. Such bands can be subjected to phylogenetic analysis either by hybridization with phylogenetic probes or by sequencing.

To investigate the relative abundance of main phylogenetic groups of microorganisms in soil communities, we have used phylogenetic probes for whole cell fluorescence in situ hybridization (FISH). The FISH analysis has been compared to hybridization with cloned rDNA amplicons and bacterial isolates using the same phylogenetic probes. Hybridization with phylogenetic probes revealed profound difference in the community composition based on cells and clones on one hand and isolates on the other.

SOIL AND RHIZOSPHERE COMMUNITIES AFFECTED BY GM-CROPS?

K. Smalla

Biologische Bundesanstalt Institut für Biochemie Messeweg 11/12 D-38104 Braunschweig

BIODIVERSITY AND MICROBIAL EFFICIENCY-A CONTRADICTION?**H. Insam, N. Riddech**

Univ. of Innsbruck, Inst. of Microbiology, Technikerstr. 25, 6020 Innsbruck, Austria

It is known that diverse ecosystems are characterized by a diverse microflora. Among microorganisms, rapidly growing and also slowly growing species are known. These r- and K- selected species, respectively, usually do exhibit different substrate use efficiencies since they are either adapted to habitats rich or poor in substrates. The dominance of either r- or K-selected strains largely determines the overall microbial efficiency, which may be expressed by the microbial respiration-to biomass ratio, or metabolic quotient.

On the plant diversity level, e.g. in large-scale agricultural systems, intensive crop monocultures are considered to be more (cost) efficient than low-input agricultural systems. Also on the level of microbes, intensive crop monocultures are less diverse than the low-input systems. Thus, low microbial diversity (and biomass) appears to be linked with high-yield agriculture. May we conclude from this that a high microbial diversity is unimportant? Of course, this were too simple: Long-term soil sustainability relies on the maintenance of a high organic matter level, and the resilience of soils to disturbances is intimately linked to microbial diversity.

In this paper some specific evidence is given for the importance of (microbial) biodiversity in specific habitats for their sustainability. The examples range from oral cavities to forests. In this presentation it will be shown that, seen from an autecological and synecological viewpoint, biodiversity and microbial efficiency are no contradiction, but often are closely linked. While plant biodiversity is related to ecosystem stability in natural systems, microbial biodiversity, and microbial efficiency, are most important for the long-term sustainability of agricultural soils, irrespective of the type of agricultural practice.

BENEFICIAL RHIZOSPHERIC MICROORGANISMS

P. Jeffries

Research School of Biosciences, University of Kent, Canterbury, Kent CT2 7NJ, UK

The plant root system and associated rhizosphere supports a plethora of microorganisms. Some are essential for the maintenance of plant health and nutrient cycling through mutualistic symbioses, whilst others benefit plant growth through more subtle activities. In natural ecosystems, the existence of a balanced and diverse soil microflora thus ensures that plant communities are stabilised and soil fertility is sustained (1). Severe disturbance or degradation of soil can lead to a loss of important microbial components in the rhizosphere such that plant health is compromised. Restoration of plant communities will then require strategies that include consideration of the microbial communities in the soil in order to maximise the growth potential of reintroduced plants (2). Restoration of an appropriate microbial community may often be a prime requirement in revegetation. Alternatively, manipulation of existing microbial communities might achieve bioremediation and thus help to reverse the degradative processes occurring in problem soils.

In order to introduce this topic, the main groups of beneficial microorganisms (mycorrhizal fungi, nitrogen-fixing bacteria, plant growth promoting rhizobacteria) will be described. It is important to consider which plants in a natural succession are targeted to restore a degraded ecosystem to ensure appropriate microorganisms are present at the site or need to be introduced. Individuality within species of microorganisms also needs to be considered as different isolates can show differential benefits to target plants. A brief overview will also be given of the ways in which beneficial microorganisms can influence plant growth (nitrogen fixation, enhancement of nutrient acquisition, protection against biotic or abiotic stress, aggregation of soil particles, etc). Microbial diversity studies are problematic but recent research will be reviewed which has indicated that diverse populations of beneficial rhizospheric microorganisms can rapidly colonise soils of low fertility (3) and can have a direct influence on aboveground plant diversity (4).

1. Jeffries, P., Barea, J.M. (2000) Arbuscular Mycorrhiza – a key component of sustainable plant-soil ecosystems. In: *The Mycota, Volume IX. Fungal Associations*. Ed. Hock, B. Springer-Verlag, 95-113.
2. Requena, N., Perez-Solis, E., Azcón-Aguilar, C., Jeffries, P., Barea, J.M. (2001). Management of indigenous plant-microbe symbioses aids restoration of desertified ecosystems. *Appl. Environ. Microbiol.* 67, 495-498.
3. Dodd, J.C., Dougall, T.A., Clapp, J.P., Jeffries, P. (2001). The role and species richness of AMF in plant community establishment at the Eurotunnel site of

- special scientific interest, Samphire Hoe, Kent, UK. Biodiversity & Conservation, (in press).
4. Van der Heijden, M.G.A., Klironimos, J.N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Boller, T., Wiemken, A. and Sanders, I.R. (1998b) Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* 396, 69-72.

ROLE OF MYCORRHIZAL FUNGI IN BIOREMEDIATION*

K. Turnau¹, S. Gianinazzi²

¹Institute of Botany of the Jagiellonian University, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków, Poland

²Laboratoire de Phytoparasitologie, UMR INRA/Burgundy University 'Biochimie, Biologie Cellulaire et Ecologie des Interactions Plantes-Microorganismes', INRA-CMSE, BP 86510, 21065 Dijon Cedex, France

Diverse human activities resulted in creation of large areas contaminated by heavy metals and persistent organic pollutants. Bioremediation is an alternative to traditional technologies, such as landfilling or incineration. Considerable attention has been focused on the potential use of plant rhizosphere to remediate contaminated soil. Much interest has been paid to the stimulation of microorganisms by the plant root system; however, the role of mycorrhizal fungi, which are an important component of soil microbiota has been almost neglected. Properly developed mycorrhizal symbiosis may enhance the survival of plants in polluted areas by improved nutrient acquisition, water relations, pathogenic resistance, phytohormone production, etc., thus improving the success of bioremediation. A range of ecto- and arbuscular mycorrhizal fungi has been shown to degrade organic pollutants. Some of them are believed to perform important initial metabolic steps and thus facilitate the degradation of compounds by other rhizosphere organisms (Donnelly et al. 1994, Gilbert and Crowley 1997, Green et al. 1999). In addition mycorrhizal fungi have been found to play an important role in heavy metal detoxification, though this phenomenon has been (well) documented only in a few cases. Recently the presence of mycorrhizal symbiosis has also been found (demonstrated) in hyperaccumulating plants, which are being used in phytoextraction. Although the fungi are not expected to increase strongly heavy metal uptake of these plants, they certainly improve plant survival, stabilise the soil and attenuate soil erosion. Soils, which have been slightly contaminated, could be more easily restored by growing selected plant cultivars such as maize inoculated with metal-resistant fungi (Hildebrandt et al 1999). This offers an alternative to the use of genetically modified plants (Ernst 2000). For successful bioremediation both plant and fungal species must be chosen that can withstand the hostile environment of polluted sites. The selection of effective fungal strains involves several new methods, such as molecular tools, that have recently been developed. They will not only allow for characterisation of strains but also for detection of the ones introduced in the area of interest. Another important use of mycorrhizal fungi concerns their application in biomonitoring of the success of the remediation technique. Arbuscular mycorrhizal plants might be especially useful in this case. Also spores of Glomales could possibly be used for the estimation of soil toxicity.

Large areas in Central and Eastern Europe, which are contaminated by floods, close vicinity of industrial plants or waste deposits are awaiting restoration. Despite the high concentration of elements such as Cd, Pb or As vegetables are being cultivated there. These areas can not be chemically cleaned. The development of cheap and simple biomonitoring and bioremediation techniques is the only solution. The proper management of microbiota resources, including mycorrhizal fungi, could be the valuable choice.

References

- Ernst E. 2000. *New Phytol.* 146: 357-358
Hildebrandt U., Kaldorf M., Bothe H. 1999. *J. Plant Physiol.* 154: 709-717
Donnelly P.K., Hedge R.S., Fletcher J.S. 1994. *Chemosphere* 28: 981-988
Gilbert E.S., Crowley D.E. 1997. *Appl. Environ. Micr.* 63: 1933-1938
Green N.A., Meharg A.A., Till C., Troke J., Nicholson J.K. 1999. *Appl. Environ. Micr.* 65: 4021-4027

*This work is part of an EU INCO Copernicus project (IC15-CT98-0116) and EU MYCOREM project (QLK3-1999-00097)

CONTRIBUTION OF MYCORRHIZAL FUNGI TO SOIL FERTILITY

J. M. Barea

Dpto. Microbiología del Suelo y Sistemas Simbióticos, Estación Experimental del Zaidín, CSIC.
Profesor Albareda, 18008-Granada, Spain

“Soil fertility”, is an ecosystem property conformed/affected by chemical, physical, biological and environmental factors, and their interactions (1), and it is recognized that arbuscular mycorrhizal (AM) fungi (AMF) contribute to “fertility” by modifying its three soil-inherent components. Actually, after the biotrophic colonization of root cortex, the AMF develop an external mycelium which is a bridge connecting the root with the surrounding soil microhabitats, thereby affecting many ecosystem properties (2).

The effect of AMF on “chemical fertility” derives from the widely known fact that AMF are key determinant of the ability of a root system to acquire nutrients from soil, particularly those slow-diffusing, mainly phosphate and ammonium (3).

Mycorrhiza establishment is known to change the mineral nutrient composition, hormonal balance, C allocation patterns, and other aspects of plant physiology. Thus, the AM symbiotic status changes the chemical composition of root exudates being a typical function of the AM soil mycelium to serve as a carbon source to microbial communities, even outside the limit of the proper rhizosphere. This results in an important contribution through interactions with microbiota components to improve plant growth and health, and soil quality. Mycorrhiza-induced changes affect both quantitatively and qualitatively the microbial populations in either the rhizosphere and/or the rhizoplane, thereby affecting “biological fertility” of the soil (4).

The AMF effect on “physical soil fertility” was studied on a representative area within a desertified semi-arid ecosystem in southeast Spain, where the existing natural vegetation was a degraded shrubland with *Anthyllis cytisoides*, a drought-tolerant legume able to form symbioses with both rhizobial and AM microsymbionts was the dominant species (5). A long-term improvement in the physico-chemical properties was evident in the soil around the *Anthyllis* plants inoculated with an AM fungal inoculum based in indigenous taxa. The benefit including an increased soil N content, and a higher amount of organic matter and soil aggregation, key issues contributing to maintain good water infiltration rates, good tillage and adequate aeration for plant growth thus to improve soil quality.

(1). Pauli, F. W. 1967. *Soil Fertility*. Adam Hilger, London.

(2). Barea, J. M. 1991. In *Advances in Soil Science*, 15: 1-39. Springer, New York

- (3) Gianinazzi S, Schüepp H (eds). 1994. *Impact of Arbuscular Mycorrhizas on Sustainable Agriculture and Natural Ecosystems*. (COST) ALS, Birkhäuser, Basel.
- (4) Azcón-Aguilar, C. , Barea J. M. 1996. *Mycorrhiza* 6:457-464.
- (5) Requena, N., Perez-Solis, E., Azcón-Aguilar, C., Jeffries, P., Barea, J. M. (2001) *Appl Environ Microbiol* 67:495-498.

EVALUATION OF GENETIC AND FUNCTIONAL DIVERSITY OF MYCORRHIZAL AND ROOT-ASSOCIATED FUNGI

S. Perotto, V. Bianciotto, M. Girlanda, L. Lanfranco, E. Lumini, P. Bonfante

Centro Studio sulla Micologia del Terreno e Dipartimento di Biologia Vegetale, Torino, Italy

The rhizosphere is a dynamic environment in which bacteria, viruses, fungi, and microfauna develop, interact with each other and take advantage of organic matter released by the root (Lynch 1990). A substantial consequence of this richness in comparison with the bulk soil is intense microbial activity, with feedback effects on root development and the growth of the whole plant. The diversity of the microorganisms resident in the rhizosphere has been the subject of several studies (e.g. Weller and Tomashow 1994). Mycorrhizal fungi and saprotrophic root-associated fungi are an important component of the rhizosphere of most terrestrial plants and an essential feature of plant health and soil ecology (Smith and Read 1997). Apart from their positive effects on plant nutrition and health, they strongly influence soil biotic and abiotic parameters: i.e. the whole microbial biodiversity, soil nutrient cycling as well as soil texture and stabilization.

The diversity of rhizospheric fungi has profound repercussions on the functioning and the diversity of both soil microbial and plant communities (van der Heijden *et al.*, 1998). In the presentation it will be described how a combination of morphological and molecular analyses has been useful to investigate and evaluate the genetic diversity of some arbuscular mycorrhizal fungi and of their endosymbiotic bacteria (Bianciotto *et al.*, 2000).

In order to maintain this microbial diversity, transgenic plants engineered with genes coding for anti-microbial factors need to be carefully analysed for their possible impact on mycorrhizal and root-associated fungi, and some example will be provided (Girlanda *et al.*, 2001). Finally, it will be discussed how the functional diversity of mycorrhizal fungi in their interactions with heavy metals (Martino *et al.*, 2000) may provide useful tools for bioremediation in metal detoxification programmes.

- (1) Lynch J. M. 1990. *The Rhizosphere*, John Wiley & Sons.
- (2) Weller M., and Thomashow L. S. 1994. *Molecular Ecology of Rhizosphere Microorganisms* (F. O' Gara, D. N. Dowling, and B. Boesten, eds.), VCH, Weinheim, , pp. 1-18.
- (3) Smith S. E., and Read D. J. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*, Academic Press, San Diego.
- (4) Van der Heijden M.G.A., Klironomos J.N., Ursic M., Moutoglis P., Streitwolf-Engel R., Boller T., Wiemken A, and Sanders R. 1998. Mycorrhizal fungal

diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* 396: 69-72.

(5) Bianciotto V., Lumini E., Minerdi D., Lanfranco L., Bonfante P., and Perotto S. 2000. Detection and identification of bacterial endosymbionts in arbuscular mycorrhizal fungi belonging to Gigasporaceae. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 4503-4509

(6) Girlanda M., Perotto S., Moenne-Loccoz Y., Bergero R., Lazzari A., Defago G., Bonfante P., and Luppi A.M. 2001. Impact of *Pseudomonas fluorescens* CHA0 and a GM derivative on the diversity of culturable microfungi assemblages in the cucumber rhizosphere. *Applied and Environmental Microbiology*, in press

(7) Martino E., Turnau K., Girlanda M., Bonfante P., and Perotto S. 2000. Ericoid mycorrhizal fungi from heavy metal polluted soils: their identification and growth in the presence of zinc ions. *Mycological Research* 104: 338-344

ROLE OF MYCORRHIZAL FUNGI IN BIOREMEDIATION***K. Turnau¹ S. Gianinazzi²**¹Institute of Botany of the Jagiellonian University, ul. Lubicz 46, 31-512 Kraków, Poland²UMR INRA/U.Burgundy BBCE-IPM, INRA-CMSE, BP 86510, 21065 Dijon Cedex, France

Diverse human activities resulted in creation of large areas contaminated by heavy metals and persistent organic pollutants. Bioremediation is an alternative to traditional technologies, such as landfilling or incineration. Considerable attention has been focused on the potential use of plant rhizosphere to remediate contaminated soil. Much interest has been paid to the stimulation of microorganisms by the plant root system; however, the role of mycorrhizal fungi, which are an important component of soil microbiota has been almost neglected. Properly developed mycorrhizal symbiosis may enhance the survival of plants in polluted areas by improved nutrient acquisition, water relations, pathogenic resistance, phytohormone production, etc., thus improving the success of bioremediation. A range of ecto- and arbuscular mycorrhizal fungi has been shown to degrade organic pollutants. Some of them are believed to perform important initial metabolic steps and thus facilitate the degradation of compounds by other rhizosphere organisms (Donnelly et al. 1994, Gilbert and Crowley 1997, Green et al. 1999). In addition mycorrhizal fungi have been found to play an important role in heavy metal detoxification, though this phenomenon has been (well) documented only in a few cases. Recently the presence of mycorrhizal symbiosis has also been found (demonstrated) in hyperaccumulating plants, which are being used in phytoextraction. Although the fungi are not expected to increase strongly heavy metal uptake of these plants, they certainly improve plant survival, stabilise the soil and attenuate soil erosion. Soils, which have been slightly contaminated, could be more easily restored by growing selected plant cultivars such as maize inoculated with metal-resistant fungi (Hildebrandt et al 1999). This offers an alternative to the use of genetically modified plants (Ernst 2000). For successful bioremediation both plant and fungal species must be chosen that can withstand the hostile environment of polluted sites. The selection of effective fungal strains involves several new methods, such as molecular tools, that have recently been developed. They will not only allow for characterisation of strains but also for detection of the ones introduced in the area of interest. Another important use of mycorrhizal fungi concerns their application in biomonitoring of the success of the remediation technique. Arbuscular mycorrhizal plants might be especially useful in this case. Also spores of Glomales could possibly be used for the estimation of soil toxicity.

Large areas in Central and Eastern Europe, which are contaminated by floods, close vicinity of industrial plants or waste deposits are awaiting restoration. Despite

the high concentration of elements such as Cd, Pb or As vegetables are being cultivated there. These areas can not be chemically cleaned. The development of cheap and simple biomonitoring and bioremediation techniques is the only solution. The proper management of microbiota resources, including mycorrhizal fungi, could be the valuable choice.

Ernst E. 2000. *New Phytol.* 146: 357-358

Hildebrandt U., Kaldorf M., Bothe H. 1999. *J. Plant Physiol.* 154: 709-717

Donnelly P.K., Hedge R.S., Fletcher J.S. 1994. *Chemosphere* 28: 981-988

Gilbert E.S., Crowley D.E. 1997. *Appl. Environ. Micr.* 63: 1933-1938

Green N.A., Meharg A.A., Till C., Troke J., Nicholson J.K. 1999. *Appl. Environ. Micr.* 65: 4021-4027

*This work is part of an EU INCO Copernicus project (IC15-CT98-0116) and EU MYCOREM project (QLK3-1999-00097)

POSTER

1^a Commissione

Fisica del Suolo

CARATTERIZZAZIONE IDROPEDOLOGICA DI DETTAGLIO DI SUOLI DI RISAIA IN LOMBARDIA

S. Brenna*, **A. Basile⁺**, **F. Terribile⁺⁺**

(*) Servizio del Suolo, ERSAL Lombardia

(+) CNR-ISPAIM Ercolano (NA)

(++) DISCA, Università di Napoli, Napoli

In Lombardia la coltivazione del riso è diffusa nella parte sud-occidentale della pianura a nord del Po. Su queste superfici, in gran parte risalenti al Pleistocene Superiore, i suoli sono evoluti su sedimenti grossolani ad elevata permeabilità e riportano, lungo il profilo, i segni evidenti della particolare gestione agricola a cui sono sottoposti. Infatti, la costipazione artificialmente esercitata nella preparazione delle risaie per contenere e controllare le perdite di acqua determina la comparsa di orizzonti con caratteri "anthraquici" in suoli che sono interessati nel periodo irriguo da flussi idrici quantitativamente molto rilevanti e da consistenti oscillazioni delle falde.

La fragilità di questi ambienti è inoltre confermata dai fenomeni di contaminazione delle falde da residui di antiparassitari avvenuti nel passato.

Allo scopo di approfondirne il comportamento funzionale e di definire in modo più preciso il ruolo che essi possono esercitare nel controllare i rischi di vulnerabilità degli acquiferi, ERSAL e CNR-ISPAIM hanno avviato una specifica ricerca per la caratterizzazione idrologica e pedologica di dettaglio di queste tipologie di suoli.

L'indagine è stata condotta su cinque suoli rappresentativi, tutti coltivati a riso da lungo tempo e localizzati sul livello fondamentale della pianura, dove, oltre alla descrizione del profilo pedologico, sono stati prelevati campioni per le analisi chimiche, fisiche e mineralogiche e campioni indisturbati per effettuare analisi micromorfologiche, della struttura (analisi d'immagine bidimensionale e tridimensionale) e delle proprietà idrologiche (ritenzione idrica e conducibilità idraulica).

Nel presente lavoro vengono presentati alcuni primi risultati e valutazioni emerse dallo studio.

Il compattamento degli orizzonti sottosuperficiali (si tratta in genere di orizzonti Apg2 e in un caso di un orizzonte Btgl) trova conferma nei maggiori valori di densità apparente, nei minori valori di ritenzione e di conducibilità idraulica e nell'analisi della distribuzione dei pori.

In tutti i suoli, le classi dei pori maggiormente interessate dal compattamento sono risultate essere quelle intorno ai 180-360 nm e i macropori di dimensione superiore ai 1000 nm. La riduzione della ritenzione idrica e della capacità di trasporto dell'acqua insorgono, in tutti gli orizzonti sottosuperficiali, in genere, a valori abbastanza elevati di potenziale (intorno a \approx 100 cm) e si notano evidenze

vicino alla saturazione di una specifica regione del moto dell'acqua che può essere impegnata da flussi preferenziali.

L'analisi micromorfologica ha poi evidenziato che consistenti segregazioni e pellicole illuviali di ferro si rinvergono nei suoli maggiormente soggetti ad idromorfia. Le illuviazioni ed i riempimenti di limo, dovuti alle lavorazioni del terreno, sono caratteristiche comuni a tutti i suoli di risaia. Tali concentrazioni di limo si rinvergono spesso associate alle radici, inducendo ad ipotizzare che possano svolgere un ruolo nutrizionale.

E' stata effettuata un'analisi SEM-EDS di alcuni micrositi presenti nelle sezioni sottili. Nel subsoil le aree eluviali, riferibili a linee preferenziali di flussi idrici, presentano alti tenori in Si (64%) e sono invece povere in Fe (7.9%) mentre le aree illuviali sono risultate essere povere in Si (48%) e ricche in Fe (21%). Ciò risulta spiegabile dal particolare regime idrologico dei suoli coltivati a riso. Le indagini effettuate sembrano, in via preliminare, indicare che, da un lato, la possibile presenza di vie preferenziali del moto e, dall'altro, la presenza di forti processi di illuviazione, potrebbero giocare un ruolo importante rispetto al trasporto di soluti in genere e di nutritivi, pesticidi, metalli ed inquinanti in particolare, suggerendo l'opportunità di proseguire con ulteriori ricerche nell'approfondimento del comportamento funzionale di queste tipologie pedologiche.

LE VARIAZIONI DI ALCUNI PARAMETRI CHIMICO-FISICI DEL SUOLO IN RELAZIONE AL PASSAGGIO DI UNA TRATTRICE EQUIPAGGIATA CON DIVERSI TIPI DI PNEUMATICI

P. Servadio¹, A. Marsili¹, C. Beni², C. Di Dio³, A. Figliolia²

¹ Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola, Roma

² Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

³ Trelleborg Wheel System

In questa memoria è stato analizzato il compattamento di un suolo limo-argilloso in seguito al passaggio di una trattoria equipaggiata con tre diversi tipi di pneumatici radiali denominati A, B e C che sono stati caratterizzati per il tipo di costole, il rapporto di scolpitura ecc.. Tale studio è stato effettuato attraverso il monitoraggio dei cambiamenti delle proprietà fisico-chimiche del suolo e la valutazione delle correlazioni esistenti tra i diversi gruppi di variabili. Per ogni tipo di equipaggiamento propulsivo, su altrettanti appezzamenti di terreno adiacenti, precedentemente arati ed erpicati, sono stati effettuati 1 e 3 passaggi sulla stessa orma per un totale di 6 tesi. In corrispondenza delle orme lasciate dalla trattoria sono stati effettuati i seguenti rilievi chimico-fisici sul suolo: tessitura, pH (in H₂O), carbonio organico totale (%), sostanza organica (%), azoto totale (%), rapporto carbonio/azoto, fosforo assimilabile Olsen (P₂O₅ mg kg⁻¹), capacità di scambio cationico (meq 100 g⁻¹), umidità (%), massa volumica apparente (Mg m⁻³), resistenza alla penetrazione (MPa), resistenza al taglio (kPa) e conducibilità idrica (mm h⁻¹).

Dai risultati relativi alle analisi chimiche effettuate emerge che l'unica differenza statisticamente significativa si è verificata per il contenuto in sostanza organica del suolo relativo al blocco nel quale sono state condotte le prove con il pneumatico A. Tale differenza, tuttavia, non ha comportato effetti significativi sul grado di compattamento del suolo, dovuti sia alle differenze tra gli pneumatici che al numero dei passaggi.

Passaggi multipli effettuati con la trattoria equipaggiata con i tre diversi tipi di pneumatico hanno indotto effetti molto simili anche sulla resistenza alla penetrazione del suolo soprattutto negli strati più profondi. Confrontando le diverse tesi infatti, le differenze dei valori della resistenza alla penetrazione sono risultate statisticamente significative solo negli strati più superficiali (0-0.05 m) in favore della tesi C dopo un passaggio e della tesi A dopo tre passaggi. Il più basso valore della resistenza al taglio è stato rilevato nella tesi C dopo un passaggio e nella tesi A dopo tre passaggi. Anche dopo un passaggio della trattoria la conducibilità idrica è diminuita in maniera significativa ed il valore più elevato è stato trovato per la tesi A. Per tutte le tesi dopo tre passaggi i valori della conducibilità idrica diminuiscono drasticamente e sono prossimi allo zero. Sono state trovate correlazioni altamente significative fra resistenza alla penetrazione e massa

volumica apparente e fra resistenza alla penetrazione e conducibilità idrica. Nello strato più superficiale (0-0.10 m), visto il più elevato valore della conducibilità idrica ed il più basso valore della resistenza alla penetrazione, la tesi C e A (1 passaggio) mostrano il più basso grado di compattamento quindi il tipo di costolatura e l'altezza delle costole del pneumatico sembra aver influenzato questa caratteristica del suolo, specialmente negli strati più superficiali.

Parole chiave: Compattamento del suolo; proprietà chimiche del suolo; proprietà fisiche del suolo; pneumatici.

CARATTERIZZAZIONE CHIMICA E FISICA DEI SUOLI E QUALITÀ DELLE ACQUE REFLUE NELLA SPERIMENTAZIONE PER IL RIUTILIZZO DEI REFLUI IN AGRICOLTURA.

P. Botti¹, R. Corrias¹, G. Marras¹, H. W. Muntau², P. Spanu¹, S. Vacca³

¹ Ente Autonomo del Flumendosa, Cagliari

² Commissione Europea C.C.R., Ispra

³ Università degli Studi di Sassari

Il poster descrive il quadro analitico applicato per la caratterizzazione fisica e chimica delle acque e dei suoli oggetto della sperimentazione che l'Ente Autonomo del Flumendosa (Regione Autonoma della Sardegna) conduce sul riutilizzo dei reflui civili in agricoltura.

Le prove di irrigazione sono state condotte con le acque prodotte dall'impianto di trattamento di Pimentel, piccolo centro urbano della Provincia di Cagliari.

Sono state scelte tali acque perché molto simili a quelle dell'effluente dell'impianto di depurazione dei reflui civili di Cagliari (Is Arenas), acque che in seguito verranno realmente utilizzate, previa defosfatazione e immissione nel Lago del Simbirizzi, a scopi irrigui.

Le acque di Is Arenas, infatti, non sono risultate idonee all'utilizzo durante la fase sperimentale a causa della loro elevata salinità dovuta a ingressioni di acque salmastre nella condotta fognaria di Cagliari che dovranno essere necessariamente eliminate nel momento in cui si deciderà di riutilizzare tali acque a scopo irriguo.

Le prove sperimentali di irrigazione sono state condotte con l'ausilio di un irrigatore a pioggia caratterizzando le acque reflue e i suoli prima e dopo la percolazione, dal punto di vista fisico, chimico e microbiologico.

Lo spettro analitico è stato esteso ai principali costituenti inorganici ivi compresi i più significativi metalli pesanti, alla componente organica nonché ad alcuni parametri microbiologici, allo scopo di valutare eventuali fenomeni di accumulo e trasformazioni nel sistema acqua - suolo.

I cinque suoli investigati sono stati scelti tra quelli più significativi dell'area irrigabile del Campidano (Sardegna meridionale), e sono stati analizzati secondo le metodiche ufficiali del Ministero delle Politiche Agricole - Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del suolo limitatamente ai parametri più rappresentativi connessi alle proprietà chimiche e idrauliche che caratterizzano il suolo.

Le acque sono state analizzate secondo i Metodi analitici per le acque IRSA-CNR (1994) e secondo gli Standard Methods (1995).

LA EFFICACIA E I DATI FISICO-CHIMICI DEL SUOLO E LA OPERATIVITÀ NEL CAMPO DELL'AGRICOLTURA

Agrochimico

iniziare studi pedologici nel 1978, quando fu creato il "Sistema dei Suoli", un primo strumento di lavoro a piccola scala (1:250.000). Da allora, con l'evoluzione delle tecniche di rilevamento e la cartografia dei suoli diventano sempre più importanti la realizzazione della carta pedologica piemontese; entro il 2002 essa sarà completa e coprirà le Province di Torino e Cuneo. L'Istituto per le Pianta (IPLA) è l'ente che si occupa della cartografia, interpretazione e gestione dei dati pedologici al cui interno operano i pedologi e i chimici. La produzione della Carta dei Suoli e la sua omogeneità nel rilevamento e nelle successive revisioni della carta. L'IPLA, attraverso Internet delle informazioni

il Laboratorio Agrochimico Regionale; articolato nelle tre sedi di Torino, Cuneo e Ivrea - e ogni anno oltre 2000 analisi del terreno, dall'IPLA come Ente strumentale della struttura di riferimento al monitoraggio e alla gestione del territorio agrario. Il LAR ha prodotto procedure di lavoro per l'analisi dei dati di analisi del terreno; in particolare, è stata promossa una banca dati di coordinate per le analisi, con 16000 punti validati, che consentono il lavoro con altri laboratori operanti in Piemonte e la conoscenza del suolo "puntiforme" fornite dall'IPLA, che sono i principi della scienza pedologica; lo sono conoscenza dei suoli a livello regionale; 2)

permettere ai tecnici impegnati nell'assistenza all'agricoltura di impostare ragionamenti più corretti sulla gestione agronomica; 3) costituire una fonte di validazione sia per le analisi del LAR, sia per il lavoro portato avanti dall'IPLA; 4) mostrare le sinergie che questo approccio metodologico può produrre; 5) costituire un esperimento in vista di altri progetti che in Piemonte tendono a rendere pubbliche le conoscenze sul suolo, anche via Internet. L'area di studio è una zona di pianura, a prevalente indirizzo cerealicolo, situata in Provincia di Torino e compresa nei Comuni di Chieri, Riva di Chieri, Santena, Poirino e Cambiano. In questa zona sono in atto rilevamenti da parte dell'IPLA nell'ambito del progetto "Carta dei suoli in scala 1:50.000" per le zone di pianura; sono disponibili, inoltre, numerose recenti analisi del terreno effettuate e georeferenziate dal LAR. Si sta operando quindi un confronto tra le conoscenze IPLA e LAR relative all'area di studio, con la realizzazione di carte tematiche in grado di visualizzare le conclusioni tratte; un importante contributo sarà poi rappresentato dalla redazione, in collaborazione con la Facoltà di Agraria di Torino, di un protocollo operativo che possa essere di supporto ai tecnici di campo nel confrontare le analisi dei terreni con le carte dei suoli IPLA.

INTERPRETAZIONE E PRESENTAZIONE DEI DATI DI PENETROMETRO IN PROVE DI LAVORAZIONE DEL TERRENO

A. Castrignanò, D. De Giorgio, F. Fornaro

Istituto Sperimentale Agronomico, Bari.

L'impedenza meccanica del suolo, misurata con un penetrometro a cono, largamente usata per valutare gli effetti di compattamento o di distruzione della struttura causate dalle lavorazioni e dalle stesse macchine agricole, rappresenta una misura empirica. Alla semplicità della misura, la natura empirica e le complesse relazioni fra l'impedenza meccanica e altre proprietà del suolo rendono spesso molto difficile l'interpretazione dei dati penetrometrici. La misura è essenzialmente puntuale, pertanto tende ad essere altamente variabile, anche entro brevi distanze. La sua natura essenzialmente dinamica, legata principalmente al contenuto idrico del suolo, rende il dato estremamente variabile anche nel tempo. A ciò si aggiunga che in uno stesso punto vengono generalmente eseguite più misure, corrispondenti a diverse profondità lungo il profilo di suolo esplorato. Si pone pertanto la necessità di impiegare un indice integrato, sufficientemente sensibile agli effetti prodotti, sulle caratteristiche meccaniche del suolo dalle diverse modalità di lavorazione.

In questo articolo viene proposto un approccio metodologico nelle misura, analisi e presentazione dei dati penetrometrici, raccolti in 3 momenti distinti del ciclo colturale del grano duro in una prova di lavorazioni. In un campo 130 x 75 m, con suolo limoso-argilloso, furono poste a confronto 4 tipi di lavorazioni: convenzionale (aratura a 35-40 cm con bivomere, 1 frangizollature a 20 cm con aratro a dischi e fresatura a 5 cm); a due strati (ripuntatura a 60 cm e fresatura a 10 cm in contemporaneo con attrezzo combinato, fresatura a 5 cm); superficiale (aratura a 20 cm con pentavomere, fresatura a 5 cm); minima (solo fresatura a 5 cm), secondo uno schema a blocchi randomizzati con 2 ripetizioni. Le misure con il penetrometro furono fatte secondo una griglia regolare 3 x 5 m, fino ad una profondità di 50 cm con incrementi verticali di 3.5 cm. I dati sono stati elaborati secondo le tecniche geostatistiche multivariate, utilizzando il cokriging collocato. Al fine di sintetizzare i dati profilometrici, questi sono espressi in termini di probabilità di superamento di valori critici di impedenza del suolo per la penetrazione da parte delle radici. L'inclusione del fattore "lavorazione" nell'algoritmo numerico geostatistico richiede un preliminare processo di calibrazione.

I risultati di tale analisi, espressi sottoforma di mappe probabilistiche, mostrano come i rischi maggiori di incontrare strati di scarsa penetrabilità si hanno in corrispondenza del minimum tillage, quelli minori in corrispondenza della lavorazione tradizionale. Una maggiore resistenza che non impedisce, però, all'apparato radicale di esplorare gli strati più profondi. Considerazione che

consente di ridurre gli apporti energetici e contemporaneamente una migliore gestione del "suolo" e quindi dell'ambiente.

METODOLOGIA SPERIMENTALE PER IL MONITORAGGIO DEI SUOLI IRRIGATI CON ACQUE REFLUE URBANE

A. Aru¹, P. Botti², P. Buscarinu², A. Coppola³, R. Corrias², M. Ferralis², G. Marras², H. W. Muntau⁴, E. Murru², P. Pin², R. Puddu⁵, F. Salis², A. Santini⁶, N. Sechi⁷, P. Spanu², S. Vacca⁷, A. Viola⁸, L. Volterra⁹

Con la collaborazione: M. Bacchitta², L. Barbarossa², C. Borghero², G. Borghero², C. Montis², G. Pichiri², G. Saiu², M. Scalas², S. Zuddas².

¹ Università degli Studi di Cagliari

² Ente Autonomo del Flumendosa

³ Università degli Studi della Basilicata

⁴ Commissione Europea C.C.R. Ispra

⁵ Centro Regionale Agrario Sperimentale - Cagliari

⁶ Università degli Studi Federico II di Napoli

⁷ Università degli Studi di Sassari

⁸ Università degli Studi di Cagliari

⁹ Istituto Superiore di Sanità di Roma

Il poster illustra una ricerca multidisciplinare pianificata dall'Ente Autonomo del Flumendosa (Cagliari) finalizzata al reimpiego in agricoltura delle acque reflue urbane nel sud della Sardegna, ed ha l'obiettivo di illustrare le metodologie sperimentali utilizzate per verificare e quantificare gli effetti che le complesse interazioni chimico - fisiche fra il suolo e i costituenti chimici delle acque reflue possono indurre sulle caratteristiche del moto dell'acqua e del trasporto di soluti nel suolo.

La sperimentazione viene condotta su colonne lisimetriche di suolo non rimaneggiato prelevate in duplicato in cinque siti rappresentativi di altrettanti "Profili tipo" individuati sulla base del substrato pedogenetico e della presenza di alcune proprietà fisiche e strutturali, che fossero al tempo stesso riferibili alle tipologie pedologiche più diffuse nella Sardegna Meridionale.

- Profilo 1: suoli su marne.
- Profilo 2: suoli con orizzonte carbonatico su alluvioni antiche
- Profilo 3: suoli privi di orizzonte carbonatico su alluvioni antiche.
- Profilo 4: suoli su alluvioni recenti- fase sabbiosa.
- Profilo 5: suoli su alluvioni recenti- fase argillosa.

Ciascuna colonna del diametro esterno di 40 centimetri e di altezza pari a 120 centimetri è stata montata su letto drenante attraverso cui l'effluente viene convogliato verso raccoglitori posti alla base; essa viene munita della seguente strumentazione:

- Riflettometro e sonde TDR: vengono utilizzate per il monitoraggio del contenuto idrico nel suolo, attraverso il metodo noto come: Riflettometria nel Dominio del Tempo.
- Tensiometri: misurano le variazioni del potenziale dell'acqua nel suolo al variare del suo contenuto idrico.
- Estrattori: vengono utilizzati per prelevare la soluzione circolante nel suolo per eventuali analisi.

La sperimentazione si articola nelle seguenti fasi:

1. Prove preliminari di infiltrazione per la determinazione delle proprietà idrauliche del suolo.
2. Esperimenti di moto miscibile con tracciante, per determinare le caratteristiche del trasporto dei soluti.
3. Cicli di infiltrazione ed esaurimento con acque reflue.
4. Prove di infiltrazione e di moto miscibile come quelle citate ai punti 1) e 2) per quantificare gli effetti sul suolo, provocati dall'utilizzo dei reflui.
5. Determinazione dei profili di concentrazione di sostanze inquinanti per la valutazione di particolari fenomeni di immobilizzazione ed accumulo.

In particolare a seguito di una preliminare caratterizzazione dei campioni prelevati si procede con i cicli di irrigazione ed evaporazione che servono per riprodurre artificialmente i regimi idrici che si determinano naturalmente nei suoli a seguito delle intermittenti applicazioni di acque reflue e del successivo esaurimento per evaporazione.

Nel corso delle prove sono stati effettuati continuamente dei rilievi del contenuto d'acqua e dei potenziali di matrice ed è stata inoltre monitorata la dinamica di differenti specie chimiche e microbiologiche mediante campionamento della soluzione circolante e di quella effluente dalla base della colonna.

L'efficacia delle metodologie sperimentali utilizzate rappresenta la premessa indispensabile perché i processi possano essere studiati ed interpretati anche in pieno campo e perché si possano applicare, in maniera affidabile, i modelli interpretativi attraverso i quali descrivere gli stessi processi con le più diversificate condizioni al contorno del campo di moto.

2^a Commissione

Chimica del Suolo

BIORISANAMENTO *in situ* DI SUOLI INQUINATI DA IDROCARBURI CON CICLODESTRINE COME COADIUVANTI PER INCREMENTARE LA BIODISPONIBILITA'

L. Bardi*, S. Steffan¹, M. Marzona¹

*Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Torino

¹Dipartimento di Chimica Generale ed Organica Applicata, Torino

Il rilascio di idrocarburi nell'ambiente è una delle principali cause di inquinamento delle acque e dei suoli. Fra i vari metodi di bonifica applicabili al suolo, il biorisanamento, in cui la decontaminazione è ottenuta sfruttando i processi metabolici degradativi della naturale microflora dei suoli stessi, è particolarmente auspicabile, sia per motivi ambientali che economici. Infatti, con il biorisanamento gli inquinanti vengono effettivamente distrutti, e non semplicemente rimossi o "trasferiti" nello spazio; l'ecosistema del sito viene minimamente turbato ed è possibile ripristinare adeguatamente la naturale fertilità del suolo dopo l'intervento; inoltre si riducono l'esposizione della popolazione agli inquinanti e la loro diffusione nell'aria, ed i costi sono notevolmente ridotti rispetto agli usuali trattamenti fisico-chimici. E' noto che gli idrocarburi alifatici ed aromatici sono potenzialmente biodegradabili, ma esiste una forte limitazione rappresentata dalla loro bassissima biodisponibilità: a causa della loro idrofobicità, passano molto lentamente nella fase acquosa, dove possono essere metabolizzati dai microrganismi. Per di più, nel suolo vengono facilmente adsorbiti dalle frazioni umiche e argillose. Per incrementare la solubilità di questi composti si possono utilizzare surfattanti, ma questi sono in genere sostanze inquinanti e non biocompatibili. Agiscono tuttavia come surfattanti anche le ciclodestrine, che sono oligosaccaridi ciclici caratterizzati da una cavità toroidale idrofobica con una superficie esterna idrofila. Esse formano complessi di inclusione con molecole idrofobiche di taglia compatibile con la loro cavità interna, incrementandone la solubilità. Sono composti naturali, non tossici, a loro volta biodegradabili, e pertanto potrebbero trovare una valida applicazione nella biobonifica di suoli contaminati da idrocarburi. E' già stato dimostrato *in vitro* che le ciclodestrine possono incrementare drasticamente la degradazione di alcuni idrocarburi alifatici ed aromatici in ambiente acquoso (Bardi et al., *Enzyme and Microbial Technology* (2000) 27(9):709-713). Nel presente lavoro è stata condotta una verifica sull'eventuale rischio di incremento della percolazione degli idrocarburi dovuto all'aumentata solubilità degli stessi in presenza di ciclodestrine. Sono stati presi in esame tre suoli di differente granulometria, che sono stati posti in colonne da comatografia; alla loro superficie sono stati applicati idrocarburi alifatici e ciclodestrine, quindi attraverso di essi si sono fatte percolare soluzioni tampone a

diversi pH e di volume calcolato in base alle precipitazioni medie annuali del territorio nazionale. Si è verificata quindi la presenza dell'inquinante nella soluzione eluita e nel substrato solido, e si è rilevata la totale assenza di eluizione sia in assenza che in presenza di ciclodestrine. Si può pertanto dedurre che questi surfattanti possono essere impiegati *in situ* senza incrementare il rischio di percolazione in falda. Si è inoltre effettuata una prova di biodegradazione simulando un sistema tipo landfarming, utilizzando terreni a diversa granulometria. Si è verificato che le ciclodestrine accelerano drasticamente la degradazione; l'effetto è più evidente dove prevale la frazione sabbiosa, mentre è meno evidente, e il tempo di degradazione è molto maggiore, quando prevale la frazione argillosa.

VALUTAZIONE DELL'EFFICIENZA DI FITOESTRAZIONE DI *B. NAPUS* NEI CONFRONTI DI ZINCO E RAME.

G. Rossi, S. Socciarelli, B. Pennelli, A. Figliolia

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

Uno dei problemi ambientali di maggior interesse è l'incremento della concentrazione dei metalli pesanti nei suoli causato da attività antropiche, tra cui l'utilizzo agricolo di reflui agro-industriali. In particolare i liquami zootecnici contengono elevate quantità di zinco e di rame ed il loro uso in pratiche di fertilizzazione potrebbe comportare nel lungo periodo un accumulo di questi due elementi nel suolo. Nell'intento di fornire un rimedio ai possibili danni ambientali provocati da questi fenomeni, assume particolare importanza l'applicazione di tecniche di fitodecontaminazione mediante colture no-food per il controllo della concentrazione dei metalli pesanti nei suoli agricoli.

L'obiettivo del presente lavoro è stato quello di studiare l'accumulo e la traslocazione di zinco e rame in piante di *Brassica napus* per valutare l'efficienza di tale specie nell'asportare detti metalli dal suolo.

La prova, condotta in vaso e in ambiente controllato, ha preso in considerazione, oltre al controllo (T), altre sei tesi. L'inquinamento del suolo è stato realizzato con la somministrazione di compost da RSU arricchito con Zn e/o Cu in due dosi: 300 mg kg⁻¹ suolo (Zn₃₀₀; Cu₃₀₀) e 600 mg kg⁻¹ suolo (Zn₆₀₀; Cu₆₀₀). Per la dose massima è stata inoltre allestita una tesi con la presenza contemporanea dei due metalli (Zn₆₀₀+Cu₆₀₀). Infine è stata considerata la tesi costituita da suolo + compost non arricchito (T+C). Dopo cinque settimane dalla semina sono state prelevate le piante di colza, separandole in radici, fusto e foglie. Le concentrazioni dei metalli pesanti nei vegetali sono state determinate dopo mineralizzazione in acido nitrico e lettura degli estratti mediante spettrometria al plasma (I.C.P.).

La *B. napus* ha mostrato una diversa capacità di fitoestrazione nei confronti di zinco e rame. I risultati ottenuti hanno evidenziato infatti che, in assenza di metalli aggiunti (T e T+C), lo zinco si distribuisce in uguale misura tra la parte ipogea e quella epigea (fusti + foglie), mentre il rame si concentra preferenzialmente nelle radici. Nelle piante allevate su suolo contaminato con solo zinco (Zn₃₀₀; Zn₆₀₀) le quantità accumulate nell'intera pianta sono risultate superiori rispetto alle tesi T e T+C. In Zn₆₀₀ inoltre le maggiori concentrazioni del metallo si trovano nelle foglie e nei fusti rispetto alle radici. Nelle tesi trattate con solo rame (Cu₃₀₀; Cu₆₀₀), le quantità accumulate in *B. napus* sono notevolmente basse rispetto alle dosi di inquinamento del suolo non mostrando sostanziali differenze nella distribuzione del rame all'interno delle piante rispetto alle tesi T e T+C. Da questi risultati appare quindi come lo Zn sia un elemento più facilmente accumulabile e traslocabile

all'interno della pianta mentre il comportamento del Cu lascia presupporre l'esistenza di un "effetto barriera" a livello radicale. Nelle piante allevate in presenza contemporanea di Zn e Cu ($Zn_{600}+Cu_{600}$), il rame mantiene lo stesso andamento riscontrato nelle altre tesi. Nel caso dello zinco invece si osserva un netto decremento della quantità totale accumulata in tutta la pianta ed inoltre detto elemento si ritrova in maggiore quantità nelle radici. Considerando anche la biomassa vegetale prodotta nelle singole tesi, è risultata in *B. napus* un'elevata asportazione dello zinco nella porzione epigea, a differenza di quanto riscontrato per il rame. Inoltre in $Zn_{600}+Cu_{600}$ le quantità asportate diminuiscono sensibilmente per entrambi i metalli, facendo presupporre l'esistenza di fenomeni di antagonismo.

In conclusione, la *B. napus* utilizzata in tecniche di fitodecontaminazione, può risultare molto più efficiente nel rimuovere dal suolo lo zinco piuttosto che il rame.

EFFETTO DI MISCELE COMPLESSE DI FENOLI SULL'ATTIVITÀ DETOSSIFICANTE DI UN ENZIMA OSSIDORIDUTTIVO

F. Sannino, L. Gianfreda

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Portici (NA)

I fenoli rappresentano una delle categorie di sostanze inquinanti più comuni, ritrovate nell'ambiente. Essi sono generalmente presenti non solo nelle acque di scarico di varie attività industriali, quali la lavorazione del petrolio, la produzione di acciaio, di sostanze plastiche, etc. ma anche nelle acque reflue provenienti dalla produzione dell'olio d'oliva (OMWW). E' noto infatti, che le acque di vegetazione, caratterizzate da elevate concentrazioni di monomeri e polimeri fenolici, per il loro potenziale inquinante, rappresentano uno dei principali problemi di smaltimento per tutti i paesi del Mediterraneo.

I sistemi inquinati sono di solito caratterizzati dalla presenza di numerosi fenoli di diversa natura e complessità. Risulta quindi, di importanza fondamentale, lo sviluppo di strategie di intervento basate su tecnologie efficaci, a basso costo e di semplice attuazione per la rimozione e/o l'abbattimento di tali inquinanti.

Gli enzimi ossido-riduttivi quali laccasi, perossidasi e tirosinasi, sembrano particolarmente adatti per la trasformazione e la rimozione di sostanze di natura fenolica nelle acque e suoli inquinati. In particolare, la capacità delle laccasi di trasformare, attraverso reazioni di accoppiamento ossidativo, i fenoli e i composti aromatici in polimeri ad alto peso molecolare ed insolubili in acqua, rende il processo enzimatico un importante mezzo di detossificazione di sistemi naturali inquinati.

Numerose evidenze sperimentali hanno dimostrato che l'attività detossificante delle laccasi è strettamente correlata al tipo e alla natura del substrato fenolico e alla eventuale copresenza di più substrati fenolici. Tuttavia, i dati riportati in letteratura, in generale, riguardano sistemi in cui sono presenti, al più, solo due sostanze di natura fenolica.

Scopo del presente lavoro è stato valutare le capacità detossificanti di una laccasi (*Rhus vernificera*) nel processo di disinquinamento di miscele acquose di natura fenolica. Sono state condotte prove simulando, in laboratorio, condizioni sperimentali volte a riprodurre "in vitro" un sistema modello "acque inquinate", costituito da miscele diverse di quattro substrati fenolici, comunemente ritrovati nei reflui oleari. I substrati fenolici, oggetto di studio, sono stati catecolo, metilcatecolo, tirosolo e idrossitirosolo, che sono normalmente presenti in concentrazioni elevate nelle suddette acque.

Le prove sono state condotte sui quattro composti fenolici da soli o in miscela binaria, ternaria e quaternaria, in un volume di 2-5 ml in tampone citrato-fosfato

100 mM pH 6.0, contenente 3.0 Unità/ml di laccasi. Dopo incubazione, sono state analizzate sia la concentrazione di substrato non trasformato che l'attività enzimatica residua. I risultati ottenuti hanno mostrato che il processo di trasformazione dipendeva a) dal tipo di substrato fenolico, b) dalla combinazione e dalla concentrazione dei substrati, e c) dal tempo di incubazione.

La rimozione di ciascun fenolo, è sembrata influenzata in misura diversa dalla copresenza, nella miscela di reazione, degli altri fenoli oggetto di studio. Per esempio, nelle miscele binarie, ciascuno dei fenoli ha esibito effetti sia di tipo inibitorio che attivatorio. Infatti, la presenza del catecolo ha attivato la rimozione sia del metilcatecolo (incremento dal 32 all'80%), che del tirosolo (dal 5 al 27%), mentre ha mostrato un effetto inibitorio nei riguardi dell'idrossitirosolo, la cui trasformazione si è praticamente, dimezzata. La trasformazione del catecolo è risultata invece inibita dalla presenza del metilcatecolo, con un decremento di rimozione dal 58 al 38%, ed è stata fortemente attivata sia dal tirosolo che dall'idrossitirosolo. Infatti, in presenza di ciascuno dei due fenoli, la rimozione del catecolo è risultata pressochè totale.

L'attività enzimatica residua è stata, di solito, fortemente decurtata all'aumentare del livello di rimozione del substrato fenolico. Inoltre, nelle miscele binarie, ternarie e quaternarie i livelli di attività enzimatica residua misurati sono risultati variamente influenzati dalla copresenza dei diversi fenoli, con effetti predominanti da parte di alcuni di essi. Tale diminuzione di attività è in accordo con l'ipotesi di un eventuale intrappolamento di molecole enzimatiche attive nei prodotti polimerici di neoformazione.

DISTRIBUZIONE DI METALLI PESANTI IN SUOLI E MUSCHI DELLA SICILIA

R. M. Cenci, *P. R. Trincherini, F. Leva, F. Galanti

Commissione Europea, Istituto dell'Ambiente, Unità Suolo e Rifiuti

*Unità Acqua, Ispra

I processi che portano alla degradazione del suolo sono veicolati sia da fattori naturali legati essenzialmente alle condizioni pedoclimatiche che da incidenze di natura antropica connessi alla gestione del suolo. L'apporto di elementi indesiderati, metalli denominati arbitrariamente "pesanti" e metalloidi, può contribuire al degrado chimico-biologico della fertilità del suolo, le cui ripercussioni sociali ed ambientali sono talora di evidente interesse. Rispetto alla dotazione naturale, in questi ultimi decenni è stato riscontrato un progressivo incremento di tali elementi nell'orizzonte superficiale dei suoli, in particolare per quanto riguarda As, Cd, Cu e Pb

I suoli della Regione Sicilia sono soggetti ad un forte degrado per la perdita "naturale" dell'orizzonte organico che gioca un ruolo importante nel ciclo biogeochimico degli elementi, a fronte di una tipologia di suoli estremamente diversificata per caratteristiche pedologiche. Appare quindi interessante proporre i risultati di una indagine ambientale condotta allo scopo di valutare la distribuzione della concentrazione di elementi indesiderati nei suoli e di quantificare, mediante muschi, la ricaduta atmosferica di tali elementi in aree rurali dell'intero territorio. I campioni di suolo e muschio, sono stati raccolti in 33 aree di campionamento.

Sono stati presi in considerazione gli elementi Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb e Zn, le analisi sono state effettuate mediante Spettrometria di Assorbimento Atomico e Spettrometria di Massa a Plasma Induttivo (ICP MS).

Per quanto riguarda il suolo, il valore medio degli elementi Cd (0.34 mg/kg), Cr (72 mg/kg), Cu (41 mg/kg), Hg (0.04 mg/kg), Mn (1120 mg/kg), Ni (41 mg/kg), Pb (26 mg/kg) e Zn (78 mg/kg), esso è compreso nei valori medi di concentrazione per i suoli italiani. I valori più elevati di concentrazione sono stati riscontrati nelle vicinanze di Cefalù (Hg 0.31; Mn 13300; Pb 100 e Zn 209 mg/kg), nel territorio di Caltagirone (Cr 213 e Ni 132 mg/kg), nella piana di Palermo (Cd 2.58 mg/kg) e nella piana di Catania (Cu 159 mg/kg). La distribuzione spaziale è risultata alquanto disomogenea, le differenze geochimiche del territorio siciliano sono la causa principale, non devono comunque essere esclusi fenomeni di arricchimento in ristrette aree a seguito delle attività dell'uomo.

I muschi hanno permesso di individuare, discriminando tra loro, sia gli elementi indagati, sia le aree interessate. Le ricadute al suolo sono state disomogenee, esse risentono in parte dalle attività dell'uomo. Il valore medio degli elementi Cd (0.4

mg/kg), Cr (9 mg/kg), Cu (16 mg/kg), Hg (0.08 mg/kg), Mn (164 mg/kg), Ni (8 mg/kg), Pb (10 mg/kg) e Zn (58 mg/kg) è per alcuni elementi simile al valore italiano. Dai valori di concentrazione ottenuti nei muschi si è calcolato il rateo di deposizione annuo. In fine l'abbinamento suolo-muschio ha consentito di valutare il Fattore di Arricchimento, permettendo di individuare, con buona approssimazione, le deposizioni di origine antropica dalle deposizioni naturali.

INFLUENZA DI LEGANTI ORGANICI A BASSO PESO MOLECOLARE SULL'ADSORBIMENTO DI Pb^{2+} SU OSSIDI MISTI DI FERRO ED ALLUMINIO

M. Ricciardella, M. Pigna, R. Ragusa, A. Violante

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

Leganti organici ed inorganici influenzano notevolmente l'adsorbimento di elementi pesanti sui colloidi del suolo ed hanno un ruolo fondamentale sul loro destino nell'ambiente. Leganti organici a basso peso molecolare (acidi organici mono, bi e tricarbossilici, amminoacidi, fenoli, monosaccaridi etc.) sono ubiquitari nel suolo, particolarmente negli orizzonti superficiali e nella rizosfera. All'interfaccia suolo-radice, in particolare, essi raggiungono concentrazioni relativamente elevate (10^{-5} - 10^{-3} mM), essendo continuamente rilasciati dalle piante, come essudati radicali, e dai microorganismi. Il ruolo che leganti organici chelanti possono avere sull'adsorbimento di Cu, Zn, Cd, Pb su minerali a carica variabile non è stato ancora chiarito e molte ricerche hanno dato risultati contrastanti.

Obiettivo di questo lavoro è stato studiare l'adsorbimento di ioni Pb^{2+} a pH 4.0 in presenza di concentrazioni crescenti di ioni ossalato o tartrato su ossidi misti Fe-Al caratterizzati da diversa composizione chimica. Gli ossidi misti utilizzati sono stati preparati facendo coprecipitare a pH 5,5 ioni Fe(III) ed Al a rapporti molari iniziali Fe/Al (R) pari a 0, 1, 2, 4, 10 ed ∞ (R0, R1, R2, R4, R10 e R ∞). I geli misti R1-R10 sono risultati costituiti da ferridriti a scarso ordine cristallino caratterizzate da contenuto diverso di Fe e Al.

Prove di adsorbimento di Pb sono state realizzate aggiungendo a 10 mg di ciascun campione in 17 ml di KCl 0.02 M quantità costanti di Pb^{2+} (50 μ mol/g) e quantità crescenti di tartrato o ossalato in modo da avere rapporti molari iniziali legante organico/Pb pari a 0, 0.5, 1, 2, 4 e 6. Le sospensioni, tenute per 4 ore a pH 4.0, sono state centrifugate a 10.000 giri. Nel surnatante è stato quindi determinato il metallo per spettrofotometria di assorbimento atomico.

E' stato accertato che le quantità di Pb adsorbite dai complessi sono state tanto più elevate quanto maggiore il contenuto di ferro negli ossidi misti Fe-Al. L'adsorbimento del Pb in assenza di leganti organici è, infatti, variato dal 9% su R0 al 23-37% su R1-R ∞ .

La presenza di leganti organici ha facilitato la fissazione del Pb sulle superfici degli ossidi. Di solito maggiore il rapporto legante organico/Pb maggiore la quantità di metallo adsorbito. Tale incremento è risultato particolarmente elevato (fino a raggiungere il 50-80% del Pb aggiunto) sugli ossidi R4, R10 ed R ∞ anche se incrementi significativi si sono riscontrati anche sui campioni R0, R1 ed R2.

Questo andamento è stato verificato sia determinando le quantità di Pb adsorbite come $\mu\text{moli/g}$ che come $\mu\text{moli/m}^2$, indicando che l'adsorbimento del Pb in assenza o in presenza di ossalato o tartrato è funzione non solo della superficie specifica dei materiali adsorbenti ma anche della loro natura e composizione chimica.

È stato infine accertato che la modalità di aggiunta del Pb^{2+} e dei leganti organici ha notevolmente influenzato la fissazione del metallo sugli ossidi. Di solito più elevate quantità di Pb sono state adsorbite quando il legante organico è stato aggiunto prima del metallo pesante.

INDAGINE SUL SIGNIFICATO PEDOGENETICO DEI POLIFENOLI NEL SUOLO. PRIMO CONTRIBUTO

**A. Buondonno¹, F. Alianiello², A. Benedetti², E. Coppola¹,
M.T. Dell'Abate², P. Odierna¹**

¹Dipartimento di Scienze Ambientali, Seconda Università degli Studi di Napoli, Caserta

²Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

E' stato avviato uno studio finalizzato alla definizione del ruolo dei polifenoli nei processi pedogenetici, con particolare riferimento ai fenomeni di omogenesi. Un'indagine preliminare è stata condotta su orizzonti di superficie e di profondità di 15 profili (Alfisuoli, Inceptisuoli Spodosuoli) rappresentativi di ambienti pedoclimatici significativamente diversi dell'Italia settentrionale e meridionale. Le componenti polifenoliche sono state estratte in acqua (WPP) e in NaOH 0.1 N (NaOHPP). Sono stati accertati contenuti di WPP variabili da 0.0 a 0.161 g/kg, con valore medio pari a 0.05 e CV%=82.1, e contenuti di NaOHPP variabili da 0.013 a 5.765 g/kg, con valore medio pari a 1.536 g/kg e CV%=107.2. Il confronto tra i valori standardizzati di WPP e di NaOHPP ha evidenziato notevole eterogeneità di distribuzione, con curve di frequenza scarsamente sovrapponibili e basso valore dell'indice di determinazione ($R^2=0.375$) della retta di regressione lineare W-PP vs. NaOH-PP. Tali osservazioni hanno suggerito in prima istanza che i due estraenti utilizzati possano attingere a pool differenti della sostanza organica, rimuovendo classi di polifenoli con diverso significato pedogenetico. L'analisi della variabilità dei valori di W-PP e di NaOH-PP in funzione delle proprietà chimiche e chimico-fisiche dei campioni e delle caratteristiche pedoclimatiche dei suoli ha consentito di accertare che i polifenoli solubili sono solo parzialmente correlati ai contenuti di azoto totale ($r=0.471$), di carbonio organico ($r=0.540$) e di sostanze umiche ($r=0.563$); per contro, i polifenoli estraibili in NaOH hanno presentato coefficienti più elevati e maggiormente significativi nelle correlazioni con azoto totale ($r=0.827$), carbonio organico ($r=0.753$) e sostanze umiche ($r=0.800$). L'analisi della distribuzione dei polifenoli in relazione alle caratteristiche pedoclimatiche ha fornito ulteriori elementi di valutazione del significato pedogenetico di tali costituenti della sostanza organica. In relazione alla posizione degli orizzonti, i contenuti di WPP e di HPP sono risultati decrescenti nell'ordine superficie > profondità, con differenze più ampie e significative per la classe dei polifenoli NaOH-PP. In relazione all'ordine tassonomico, gli spodosuoli sono i suoli che presentano negli orizzonti di superficie la più elevata concentrazione sia di NaOH-PP, che di W-PP, con prevalenza di questi ultimi negli orizzonti di profondità. In relazione alla copertura vegetale, è stato inoltre accertato che il contenuto di polifenoli decresce nell'ordine conifere > erbaçee > latifoglie. Sulla base dei

risultati ottenuti in questa indagine preliminare, si ritiene di poter ascrivere i polifenoli estraibili in NaOH ad una classe di polifenoli associabili alle sostanze umiche; differentemente, i polifenoli solubili andrebbero ascritti ad una classe di polifenoli non stabilizzati, o transitori, presenti come precursori delle sostanze umiche, o come intermedi nei processi di umogenesi.

INFLUENZA DELLA SOSTANZA ORGANICA DEL SUOLO SULLE PROPRIETÀ DI SUPERFICIE DEGLI OSSIDI DI FERRO

L. Celi, M. Piccaluga, M. Martin, E. Barberis

Università di Torino, DIVAPRA - Chimica Agraria, Grugliasco (TO)

L'interazione della sostanza organica con gli ossidi di ferro è di considerevole interesse in diverse discipline della scienza del suolo. L'adsorbimento della frazione organica sugli ossidi può portare a notevoli modificazioni delle proprietà di superficie causando un cambiamento dello stato di aggregazione/dispersione dei colloidi. Ciò, da un lato, può influire sulla stabilità strutturale del suolo e sulla conseguente mobilità di particelle colloidali sia a livello superficiale che lungo il profilo; dall'altro può portare ad un'umentata solubilizzazione del Fe nella rizosfera e ad una variazione della capacità di scambio dei minerali: entrambi gli aspetti possono avere notevoli risvolti sia di tipo pedologico che agronomico.

Le sostanze umiche sono dotate di elevata reattività a causa dell'alto numero di gruppi funzionali quali gruppi carbossilici e -OH fenolici e sono in grado di adsorbirsi sulle superfici degli ossidi a seconda del pH e della composizione della soluzione del suolo. Anche le dimensioni molecolari delle diverse frazioni organiche concorrono a determinare l'entità ed i meccanismi di interazione con gli ossidi di Fe e le conseguenti variazioni delle proprietà di superficie.

Questo lavoro è volto a valutare l'influenza delle diverse frazioni della sostanza organica sulle proprietà di superficie di un ossido di ferro. A tale scopo, da un Histosuolo sono stati estratti la frazione organica solubile in acqua (DOM), gli acidi fulvici (FA) e gli acidi umici (HA) secondo le procedure indicate dall'IHSS. Le tre frazioni sono state caratterizzate per la loro composizione elementare e i gruppi funzionali attraverso analisi chimiche e spettroscopiche UV-vis e FT-IR. Le frazioni sono state quindi poste ad interagire per 30 giorni con una ferridrite di sintesi a pH 4.5 o 8.0. Le modificazioni delle proprietà di superficie, rispetto al tempo iniziale, sono state valutate determinando la carica di superficie (potenziale zeta) e le dimensioni delle particelle mediante velocimetria laser Doppler accoppiata a spettroscopia a correlazione di fotoni. Sulle sospensioni è stata effettuata anche la determinazione della ferridrite dispersa mediante spettrofotometria ad assorbimento atomico, nonché analisi FT-IR.

A pH 8.0 la ferridrite presenta un potenziale zeta attorno al punto di carica zero. L'adsorbimento della sostanza organica causa un netto incremento della carica negativa (-28 mV per tutte le frazioni) che rimane tale dopo 30 giorni di interazione in presenza di HA, mentre tende a diminuire con gli FA e DOM (-22mV). Ciò si traduce in una dispersione delle particelle che aumenta con

l'aumentare delle dimensioni molecolari e del contenuto in gruppi azotati delle frazioni organiche.

A pH 4.5 la ferridrite tal quale presenta un valore di potenziale zeta nettamente positivo. L'aggiunta di sostanza organica è in grado di promuovere un'iniziale inversione di carica, il cui valore si attenua nel tempo per tutte le frazioni. La dispersione a questo pH è meno accentuata ed è maggiore con gli FA e DOM che con gli HA.

Gli spettri FT-IR mettono in evidenza la formazione di legami -COO-Fe e, a pH 8, il coinvolgimento di gruppi contenenti N nell'interazione soprattutto per quanto riguarda gli HA.

Si potrebbe ipotizzare che nel processo di interazione e di dispersione non influiscono solo i gruppi carbossilici e/o gli -OH fenolici, ma anche i gruppi ammidici e/o N eterociclici, che a pH 8.0 sono in forma neutra e sono in grado di agire da chelanti nei confronti del Fe, mentre a pH 4.5, sono in forma protonata e contrastano l'azione complessante e chelante dei gruppi COOH e OH fenolici.

Da questi risultati emerge che la sostanza organica ha un elevato effetto disperdente nei confronti degli ossidi di ferro. La stabilizzazione colloidale è da attribuirsi a effetti elettrostatici per le frazioni organiche a più basso peso molecolare, mentre nel caso degli acidi umici intervengono anche fattori sterici.

3^a Commissione

Biologia del Suolo

EFFETTI DI COMPOST DA RSU SULLA QUALITÀ BIOLOGICA DEI SUOLI

C. Crecchio, M. Curci, R. Mininni, P. Ricciuti, P. Ruggiero

Dipartimento di Biologia e Chimica Agroforestale ed Ambientale, Università di Bari

Suoli coltivati sono sempre più soggetti a perdita di sostanza organica e nutrienti con conseguente diminuzione di fertilità. Considerato che la qualità di un suolo riveste un ruolo centrale nel determinarne la produttività, pratiche agronomiche finalizzate al mantenimento ed al miglioramento della fertilità in un'ottica più ampia di sostenibilità ambientale hanno suscitato interesse crescente.

L'impiego di rifiuti di varia origine e natura, con la duplice finalità di ammendare suoli impoveriti e smaltire prodotti di scarto in maniera economicamente vantaggiosa, è un tipico esempio di tale strategia. In particolare, l'uso di rifiuti solidi urbani (RSU) compostati è aumentato notevolmente negli ultimi anni. RSU possono, infatti, stimolare e riattivare i cicli biogeochimici dei nutrienti, catalizzati da enzimi extracellulari e microrganismi del suolo. Peraltro la frequente presenza di elevate concentrazioni di metalli pesanti, oltre che costituire un rischio diretto di tossicità per le colture e, indirettamente, per l'intera catena alimentare, può influenzare negativamente la stessa comunità microbica responsabile delle principali trasformazioni del suolo e quindi la sua qualità biologica.

Una sperimentazione biennale è stata condotta al fine di valutare gli effetti di ammendamento con RSU su alcuni parametri fisico-chimici, attività enzimatiche e diversità genetica, recentemente utilizzati, singolarmente o in combinazione, quali indicatori di qualità del suolo. Parcelle sperimentali coltivate e non sono state ammendate con due dosi di compost da RSU e con concimazione azotata (nitrate di ammonio). Variazioni di 0.1 unità di pH tra le parcelle non erano significativamente correlate con il tipo di ammendante e la presenza di coltura. Suoli ammendati con RSU aumentavano invece in maniera statisticamente rilevante il contenuto in C organico, N totale, nonché le attività deidrogenasica e nitrato riduttasica; si riscontrava inoltre una buona correlazione tra contenuto in C organico ed attività glucosidasica e deidrogenasica. Non si evidenziavano differenze significative raddoppiando le dosi di RSU.

Fingerprint del DNA estratto dalle parcelle di suolo, ottenuti mediante due tecniche (DGGE ed ARDRA) entrambe in grado di fornire profili elettroforetici rappresentativi della diversità genetica della comunità microbica, non evidenziavano invece differenze significative tra campioni ammendati e non. Nell'ambito della sperimentazione a breve termine, ed in funzione della sola componente eubatterica investigata, l'assenza di variazioni tra profili molecolari

sembra indicare che l'ammendamento con RSU non altera la struttura della comunità microbica del suolo.

In sintesi, i nostri risultati preliminari dimostrano che l'uso di RSU in agricoltura può influenzare positivamente alcuni indicatori di qualità del suolo quali attività enzimatiche ed il contenuto in C e N, senza alterare la struttura della popolazione microbica.

**PROTOCOLLO DI KYOTO: PRIME VALUTAZIONI A LIVELLO
NAZIONALE SUL CONTRIBUTO DI SUOLI AGRARI E FORESTALI
ALL'ARRICCHIMENTO DI CO₂ DELL'ATMOSFERA**

A. Benedetti, L. Pompili, L. Nisini

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante – Roma

Con l'accordo raggiunto a Kyoto nel 1997 si è finalmente resa alle emissioni globali di anidride carbonica l'attenzione che meritava, essendo uno dei principali fattori che regolano la temperatura nella biosfera. Sulla base del "Protocollo di Kyoto" e della "Convenzione sui Cambiamenti Climatici" che ne è derivata, l'Italia ha adottato le "Linee Guida" per la realizzazione di politiche e misure nazionali per la riduzione delle emissioni dei gas serra. Partendo da queste iniziative il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (MiPAF) ha recentemente approvato il Progetto Finalizzato denominato "*CLIMAGRI- Cambiamenti Climatici e Agricoltura*", coordinato dal Dott. Domenico Vento, Direttore dell'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria di Roma (UCEA), che ha il compito di stabilire il ruolo attivo dell'agricoltura sui cambiamenti climatici globali. Nell'ambito di detto progetto, al suo primo anno di attività, l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante si sta occupando della raccolta dei dati relativi alle emissioni di CO₂ in atmosfera da parte di suoli a diversa gestione ed al suo ruolo nei confronti dei processi relativi ai cambiamenti climatici globali.

Che le attività agricole esercitino un'azione erosiva sul mantello terrestre, da contribuire ad alimentare il contenuto atmosferico di CO₂, molto più di quanto sia il contributo di suoli naturali forestali, non è stato tuttora dimostrato. Attualmente, non si è in grado di definire le dimensioni dei flussi di carbonio attraverso le piante, e quindi attraverso il suolo: non esistono, infatti, a livello italiano, dati sistematici ed organizzati in grado di confermare tali supposizioni.

Nel presente lavoro sono stati trattati dati relativi a suoli agrari (lavorazione profonda e superficiale) e suoli forestali, a diversa copertura vegetale (aree naturali, riforestate, prati- pascoli, ecc.).

Ognuno dei suoli considerati è stato classificato con un'opportuna scheda identificativa, che permette di ricavare informazioni relativamente al tipo di suolo, al sito di giacitura e alla coltura presente, alla località e alla profondità in cui il prelievo è stato effettuato.

I dati finora raccolti corrispondono ad oltre 500 curve respirometriche a 14 giorni, ottenute mediante la metodica di Jenkinson (1966). Nel presente lavoro saranno discussi i dati rilevati in alcune aree del Nord, Centro e Sud Italia e corrispondenti a circa 160. Tali osservazioni permettono di individuare l'attività di respirazione dei microrganismi in suoli a diversa vocazione, riportando valori di

emissione giornaliera di CO₂ iniziale - al primo giorno - e basale - al quattordicesimo- e valori di emissione cumulativa al quattordicesimo giorno. Inoltre sono riportate le caratterizzazioni dei suoli con particolare interesse ai parametri fisici (pH e capacità di ritenzione capillare) e chimici (carbonio organico totale, azoto organico totale). Tutti i parametri considerati sono stati scelti perché in grado di offrire informazioni sul turnover della sostanza organica nei suoli e sui processi di mineralizzazione del carbonio organico.

L'analisi dei dati, suddivisi in base al sito ed alla profondità del prelievo, tende a calcolare un insieme di indicatori statistici di tipo descrittivo (media campionaria, standard deviation ed altri indici di posizione), supportati da misure di correlazione empirica, calcolati relativamente ad alcuni dei parametri rilevati. Tali procedure statistiche sono state, inoltre, applicate ai dati di pieno campo ricavati trasformando i dati sperimentali ricavati dalle analisi di laboratorio.

"Ricerca svolta nell'ambito del progetto finalizzato CLIMAGRI finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali; D. M. 484 e 504/7303/2000 - Pubblicazione n.2".

APPROCCIO ECOSISTEMICO NELLA GESTIONE DEI SUOLI IRRIGATI CON ACQUE REFLUE

A. Aru¹, P. Botti², B. Ceccanti³, R. Corrias², M. Ferralis², G. Masciandaro³,
G. Marras², P. Spanu², S. Vacca⁴

¹ Università degli Studi di Cagliari

² Ente Autonomo del Flumendosa - Cagliari

³ Istituto per la Chimica del Terreno CNR - Pisa

⁴ Università degli Studi di Sassari

Il riciclo delle acque reflue depurate per scopi irrigui è possibile solo se si rispettano i limiti di concentrazione delle sostanze ritenute dannose per la salute e per l'ambiente. A fronte però degli innumerevoli sforzi che si stanno facendo in tutto il mondo per fissare limiti e modalità di riuso, poco si fa per garantire la "salute" del suolo.

Fin dai primi anni del secolo scorso, si è pensato a salvaguardare la vita acquatica e a non creare situazioni di rischio per le acque potabili trascurando però il suolo, che oggi reclama lo stesso livello di attenzione, se non altro perché popolato da innumerevoli organismi animali e microbici che svolgono funzioni fondamentali per la vita del pianeta.

Un approccio corretto potrebbe essere quello di inquadrare il suolo in una visione ecosistemica, approfondendo il concetto di suolo come "filtro" chimico - fisico e biologico.

E' ovvio che ogni sistema che si adotta o che si adotterà in futuro, dovrà tenere conto, fatte salve le limitazioni di legge relative alla tossicità ambientale e all'igiene, dei sistemi di trattamento già esistenti o possibili in zona, della loro efficienza depurativa, della possibilità di disporre di diverse tipologie di reflui, del supporto dei consorzi di bonifica e delle associazioni degli agricoltori nella gestione della distribuzione e nell'adeguamento delle reti irrigue.

Quindi, i punti fondamentali da considerare sono:

1. le proprietà filtranti del terreno
2. il livello di depurazione possibile in funzione dell'uso
3. la vulnerabilità dell'acquifero interessato

E' implicito che i tre punti sono interconnessi, in quanto le capacità filtranti e depurative del terreno dipendono dal carico di nutrienti ed inquinanti in arrivo (quindi dal grado di depurazione) e la vulnerabilità dei corpi acquiferi dipende dalle caratteristiche del suolo (barriera primaria), dai tempi di ricarica (diluizione degli inquinanti) e dalle capacità autodepurative (stato biologico). Tutto questo

ruota attorno al nuovo concetto, molto dibattuto, di indicatori della qualità del suolo e della vulnerabilità dell'acquifero.

Posto che alcuni parametri biologici possono essere considerati come indici di qualità del suolo, nell'ambito della sperimentazione sul riutilizzo dei reflui civili in agricoltura condotto dall'Ente Autonomo del Flumendosa – Regione Sardegna si propone uno studio sulle proprietà chimico strutturali e biochimiche della sostanza organica presente nei suoli.

Presso l'Istituto per la Chimica del Terreno del CNR di Pisa, è in corso la caratterizzazione dei campioni di terreno prelevati da cinque profili di suolo, tra i più rappresentativi della Sardegna meridionale, prima e dopo il trattamento con acque reflue civili, attraverso tecniche di pirolisi gascromatografica e specifici test enzimatici (□ – glucosidasi, fosfatasi e ureasi).

GLI "STAZZI" DEI PASCOLI D'ALTA QUOTA: UN PARTICOLARE CASO DI EUTROFIZZAZIONE DEL SUOLO

S. Baccella⁽¹⁾, C. Ingoglia⁽¹⁾, P. Imperiale⁽¹⁾, M. Del Gallo⁽²⁾, A. Lepidi⁽²⁾

⁽¹⁾Parco Scientifico e Tecnologico d'Abruzzo (AQ)

⁽²⁾Dipartimento di Biologia di Base ed Applicata, Università degli Studi di L'Aquila

Da secoli l'altipiano di Campo Imperatore, situato nel Parco Nazionale del Gran Sasso Monti della Laga, è stato teatro di attività pastorali che ne hanno caratterizzato il paesaggio. La "transumanza" indica lo spostamento stagionale delle greggi dalla montagna al mare e viceversa ed ha segnato nel tempo una rete viaria di notevole importanza. I "tratturi", sentieri erbosi larghi 111,6 m, non servivano solo per il semplice spostamento, ma consentivano anche alle greggi di alimentarsi per l'intera durata del viaggio, tanto da poter essere considerati dei pascoli estesi. Attualmente in Abruzzo la transumanza delle greggi è diventata verticale con l'utilizzazione di stazzi permanenti nei pascoli di alta quota. Gli stazzi sono ricoveri esterni per il gregge transumante delimitati da recinzioni, la permanenza prolungata delle pecore su tali zone provoca la crescita di una vegetazione di tipo nitrofilo causata da un'eccessiva fecalizzazione del terreno. I problemi principali legati a tale fenomeno sono di tipo sanitario, in quanto le lettiere prodotte dalle greggi sono fonte di proliferazione di patogeni (es. Clostridium) e di tipo ambientale, in quanto lo stazionamento del gregge in aree circoscritte causa il compattamento e l'erosione del suolo. Un'altra conseguenza è la graduale riduzione del pascolo, in quanto gli stazzi si presentano come aree fortemente eutrofizzate e la vegetazione impiega oltre 10 anni per riacquistare le caratteristiche originarie.

In questo lavoro sono riportati i risultati relativi al monitoraggio chimico-fisico e microbiologico di sei aree precedentemente adibite a stazzo. Lo studio è stato condotto con lo scopo di valutare la persistenza nel tempo della contaminazione microbiologica e dell'eutrofizzazione del suolo dovuto allo stazionamento delle greggi. I campionamenti sono stati eseguiti nell'ottobre del 2000, sugli stazzi sperimentali dell'ex Azienda Foreste Demaniali dello Stato in località Fonte Vetica, Campo Imperatore (Castel del Monte – L'Aquila). Lo stazzo più recente è stato utilizzato nella stagione estiva del 2000, mentre gli altri hanno da 1 a 5 anni di età dall'ultima utilizzazione.

Per le analisi microbiologiche sono stati considerati come indice di contaminazione i Coliformi totali ed i Clostridi, essendo questi ultimi tra i più importanti agenti eziologici primari di malattia negli animali da allevamento.

Per lo studio chimico-fisico dei campioni di suolo sono state analizzate le caratteristiche qualitative e quantitative della sostanza organica (carbonio totale, estraibile ed umificato), il rapporto carbonio/azoto il pH e la tessitura e l'umidità.

I risultati riportati confermano la presenza dei microrganismi patogeni nelle aree adibite a stazzo; tale contaminazione tende ad aumentare nel primo anno, diminuendo successivamente e persistendo ancora a distanza di 5 anni dall'abbandono dello stazzo.

Le analisi chimico-fisiche rivelano uno stato di eutrofizzazione delle zone in esame; in tutti gli stazzi, anche in quelli più vecchi, si riscontra una acidificazione dello strato superficiale (0-6 cm) ed un aumento del pH negli strati inferiori (6-15 cm). L'eutrofizzazione viene inoltre evidenziata da un'alterazione dell'aspetto paesaggistico della zona, dovuta alla presenza di associazioni vegetali tipiche di suoli ricchi in azoto che rendono distinguibili dal resto del pascolo anche gli stazzi abbandonati da più anni.

ENDOBATTERI IN FUNGHI MICORRIZICI ARBUSCOLARI (AM): IDENTIFICAZIONE *IN SITU* E FILOGENESI

V. Bianciotto, E. Lumini, L. Lanfranco, S. Perotto, P. Bonfante

Centro Studio sulla Micologia del Terreno e Dipartimento di Biologia Vegetale, Torino

Il citoplasma di un isolato del fungo micorrizico arbuscolare *Gigaspora margarita* (BEG 34) contiene batteri intracellulari che, sulla base della sequenza del 16S rDNA, appartengono al genere *Burkholderia* (Bianciotto et al. 96 AEM). Per poter verificare se batteri intracellulari fossero presenti anche in altri isolati appartenenti alla famiglia Gigasporaceae, undici isolati fungini provenienti da diverse aree geografiche, tra cui anche aree di ambiente mediterraneo italiano, sono stati analizzati utilizzando sia approcci morfologici che molecolari. Gli isolati appartengono a sei diverse specie: *Gi margarita*, *Gi. rosea*, *Gi gigantea*, *Gi. decipiens*, *Scutellospora persica*, *S. castanea*. I batteri sono stati visualizzati all'interno delle spore utilizzando un colorante fluorescente ed il 16S rDNA è stato amplificato utilizzando primers universali e primers specifici per gli endobatteri identificati in *Gi. margarita* (BEG 34). Con l'eccezione di *Gigaspora rosea*, tutti gli isolati analizzati presentano batteri nel loro citoplasma. Le osservazioni morfologiche sono state confermate dalle analisi molecolari ed esperimenti di ibridazione *in situ*. Inoltre, il 16S rDNA di sette isolati appartenenti a cinque specie diverse è stato amplificato con i primers specifici per gli endobatteri di *Gi. margarita* (BEG 34).

L'analisi filogenetica (Neighbour-joining) basata sulle sequenze complete del 16S rDNA ha mostrato che le sequenze dei batteri endosimbionti degli isolati di *S. persica*, *S. castanea*, *Gi. margarita* (WV 205) e *Gi. margarita* (BEG 34) formano un unico gruppo all'interno del genere *Burkholderia*.

**ATTINOMICETI AZOTOFISSATORI DEL GENERE *FRANKIA*:
BIODIVERSITÀ NEI SUOLI NATURALI E CONSERVAZIONE *EX-SITU*,
IN VISTA DELLE LORO APPLICAZIONI NEL RIPRISTINO
AMBIENTALE SOSTENIBILE**

M. Bosco, E. Lumini, R. Materassi

Dipartimento di Biotecnologie Agrarie, Sezione di Microbiologia, Università degli Studi di Firenze

Gli attinomiceti del suolo appartenenti al genere *Frankia* instaurano simbiosi radicali azotofissatrici con 24 generi di angiosperme non-leguminose (1) che arricchiscono il suolo di sostanza organica ad alto tenore in azoto (4). Per questa ragione le piante ospiti, dette "attinorriziche", riscuotono un crescente interesse nei sistemi agroforestali sostenibili dei climi temperati, occupando la nicchia ecologica propria delle simbiosi tra *Rhizobiaceae* e leguminose arboree ai tropici (9). Per valutare efficacemente, conservare e sfruttare la biodiversità di *Frankia* nelle applicazioni di arboricoltura da legno (8) e di ripristino ambientale (4), abbiamo affiancato ai tradizionali approcci colturali (13), moderni approcci biomolecolari (5) ed una rete telematica internazionale di scambio di informazioni (2, 7).

Mediante valutazione della diversità genomica dei ceppi di *Frankia* di riferimento conservati in coltura pura da 12 collezioni di microrganismi è stata dimostrata l'esistenza di sequenze specifiche per *Frankia* a livello di genere e l'elevata variabilità dello spaziatore intergenico *nifDK* (11). È stato stabilito un protocollo rapido di identificazione a livello di specie genomica (12), basato sull'amplificazione *in vitro* di frammenti specifici dei geni che codificano per l'enzima nitrogenasi (*nifHDK*), poi applicato agli acidi nucleici estratti direttamente dai noduli radicali (3, 6, 10) e dal suolo. Con questo approccio abbiamo semplificato la gestione della collezione di *Frankia* del nostro Dipartimento ed arricchito la banca dati della rete telematica. L'integrazione dei due approcci, biomolecolare e telematico, sta facilitando la valutazione dell'estensione della biodiversità di *Frankia* in alcune stazioni forestali naturali. I dati ottenuti serviranno per identificare e cercare di isolare tutti i ceppi di *Frankia* di una comunità microbica e per formulare inoculi capaci di mantenere la biodiversità di *Frankia* anche in impianti di arboricoltura da legno realizzati nell'ambito del regolamento U.E. 2080/92. Inoltre, la possibilità di monitorare l'inoculo in campo, mediante amplificazione di firme molecolari specifiche, permetterà di verificarne l'impatto sulla microflora autoctona.

Grazie al contributo del C.N.R. (Prog. Coordinato ECOMI) e del MiPAF (Progetto Panda).

1. Benson D.R. and W.B. Silvester. 1993. *Microbiol. Reviews* 57:293-319.
2. Bosco M. 1997. *Physiol. Plant.* 99:739.
3. Bosco M. ed E. Lumini. 1996. In: *Biodiversità Microbica. Aspetti tassonomici, biotecnologici e metodologici*. Edizioni Tecnos srl, Milano, pp. 215-218.
4. Bosco et al. 1992. In "Biomass for Energy, Industry and Environment", Elsevier Applied Science, London. pp. 128-132.
5. Bosco et al. 1992. *Appl. Environ. Microbiol.* 58:1569-1576.
6. Bosco et al. 1996. *Ann. Microbiol. Enzimol.* 46:115-123.
7. Bosco et al. 2000. In: "Biodiversità - germoplasma locale e sua valorizzazione". Carlo Delfino Editore, Sassari. pp. 1004-1008.
8. Buresti E. e M. Frattegiani. 1994. *Ann. Ist. Sperim. Selvicoltura XXIII*:183-189.
9. Dommergues Y.R. and M. Bosco. 1998. *Microbial Interactions in Agriculture and Forestry*. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, pp. 65-96.
10. Lumini E., and M. Bosco. 1996. *Appl. Environ. Microbiol.* 62:3026-3029.
11. Lumini E., and M. Bosco. 1999. *Can. J. Bot.* 77:1261-1269.
12. Lumini et al. 1996. *FEMS Microbiol. Ecol.* 21:303-311.
13. Margheri M.C., M. Tredici e G. Florenzano. 1983. *Ann. Microbiol. Enzimol.* 33:137-148.

HIPPOPHAE RHAMNOIDES: UNA RISORSA AUTOCTONA PER LA CONSERVAZIONE DEI SUOLI E DELLA LORO BIODIVERSITÀ

A. L. Botta*, M. Antonelli^o, M. Del Gallo*

*Dip. BBA, Università dell'Aquila, Coppito L'Aquila

^oIstituto Sperimentale per la Frutticoltura, Roma

L'Olivello spinoso, *Hippophae rhamnoides* L. (fam. *Eleaginaceae*), è un albero diffuso nell'intera Eurasia, dalla Gran Bretagna, attraverso i paesi baltici e la Russia, fino alla Siberia e la Cina; a Sud scende fino all'Europa meridionale, ai Balcani, alla Turchia ed al Kazakistan. L'habitat dell'olivello spinoso è tendenzialmente montano, da 1200 a 2000 m s.l.m., sebbene non manchino segnalazioni della pianta anche sulle dune sabbiose litoranee della Gran Bretagna occidentale e sulla Manica. Ne esistono otto sottospecie, molte delle quali diffuse prevalentemente in Asia Centrale; in Italia è presente solo la sottospecie *fluviatilis*, distribuita dall'arco alpino agli Appennini fino alla Sicilia.

La pianta è decidua, molto spinescente, ad accrescimento relativamente rapido e può raggiungere i 4-5 m di altezza. È una specie fortemente eliofila, a portamento acrotono, dioica, con fiori piccoli e quasi invisibili, ad impollinazione anemofila e con pochissimi parassiti naturali.

Questo albero possiede diverse caratteristiche interessanti, sia sotto il profilo produttivo (frutti da cui si ottengono nettari ad alto valore dietetico e farmaceutico), sia sotto quello della tutela ambientale e del paesaggio, infatti *H. rhamnoides* è una vera e propria pianta pioniera, grazie alla sua resistenza alla siccità e alla sua tolleranza nei confronti di condizioni pedologiche sfavorevoli: è indifferente alla reazione del suolo in un spettro di pH molto variabile (da 5 a 9), si può adattare a suoli magri o degradati per eccesso di salinità, di potassio o per la presenza di inquinanti come piombo e zinco o carbone. L'olivello spinoso possiede un apparato radicale molto espanso e con una spiccata tendenza pollonifera ed è stato impiegato con successo nel controllo dell'erosione dei suoli e nel consolidamento delle dune costiere. La rizosfera dell'olivello costituisce un ecosistema particolarmente ricco e diversificato: oltre ad ospitare il simbiote azotofissatore *Frankia* nei noduli, le radici formano micorrize di tipo vescicolo-arbuscolari e ospitano numerosi batteri appartenenti a varie specie che le colonizzano sia all'esterno che all'interno (endofiti).

Presso l'Istituto Sperimentale per la Frutticoltura esiste una collezione di germoplasma di *H. rhamnoides* con genotipi selvatici italiani e varietà agronomiche di origine tedesca e di recente sono state iniziate alcune indagini preliminari sulla pianta, volte a studiarne sia il potenziale produttivo, sia il valore come risorsa ambientale.

Dalle radici delle piante in collezione sono stati prelevati i noduli che sono stati impiegati per isolare e selezionare alcuni ceppi di attinobatteri. Un omogenato acquoso dei noduli è stato anche applicato per inoculare talee di alcuni genotipi di *fluvialis* precedentemente radicate su supporto sterile e dai primi risultati appare una relazione molto stretta fra sviluppo vigoroso della pianta e nodulazione delle radici.

Attualmente è in corso un programma di ricerca in collaborazione con il Corpo Forestale dello Stato della Regione Abruzzo per lo studio della pianta nelle condizioni della regione e per la messa a punto delle tecniche vivaistiche; la Regione Lazio, nell'ambito del PRAL ha finanziato un progetto per la verifica del potenziale produttivo frutticolo e farmaceutico e per approfondire le ricerche sugli endofiti associati alla pianta.

IL pH E LO SCAMBIO DI MATERIALE GENETICO NEL SUOLO

M. Franchi, E. Gallori

Dipartimento di Biologia Animale e Genetica, Firenze

I batteri rappresentano una frazione molto importante della biomassa del suolo, sia dal punto di vista quantitativo che funzionale, dato il loro coinvolgimento nei cicli degli elementi nutrizionali. Per questo motivo, la conoscenza dei meccanismi evolutivi delle popolazioni batteriche naturali, tra cui i processi di trasferimento genetico orizzontale (TGO), riveste un ruolo di primaria importanza ai fini della conservazione e del recupero della fertilità del suolo.

Diversi studi hanno dimostrato che la frequenza di fenomeni di TGO nel terreno è fortemente influenzata dai diversi parametri ambientali, sia biotici che abiotici, che caratterizzano questo habitat.

Nel presente lavoro, abbiamo preso in considerazione gli effetti del pH, uno dei parametri chimico-fisici fondamentali del terreno, sui processi di trasformazione e trasduzione fra batteri nell'ambiente suolo.

A questo scopo, materiale genetico (DNA cromosomico batterico, batteriofagi trasducenti), sia libero che adsorbito ai minerali argillosi montmorillonite (M) e caolinite (K), è stato impiegato in esperimenti di trasformazione e trasduzione del batterio del suolo *Bacillus subtilis*.

L'esposizione del materiale genetico a pH lontani dalla neutralità (<5.0, >8.0) influisce negativamente sull'efficienza dei processi di TGO, probabilmente compromettendo l'integrità molecolare sia del DNA che del capsido fagico. In presenza di minerali argillosi, la persistenza del batteriofago in forma integra è risultata aumentata a pH basici (>8,0) e ridotta a pH acidi (<5.0), probabilmente come conseguenza della carica netta negativa presente sulla superficie delle particelle minerali.

Per quanto riguarda la frequenza di trasferimento genetico per trasformazione, essa è risultata ridotta a pH non neutro (<5.0, >8.0), probabilmente a causa di una minore affinità del DNA, in queste condizioni, per i recettori presenti sulla parete cellulare batterica. Per quanto riguarda la trasduzione, invece, non sono stati messi in evidenza effetti rilevanti dovuti alle variazioni di pH. In generale, comunque, la presenza di minerali argillosi sembra svolgere un ruolo "tampone" rispetto alle variazioni di pH, facilitando gli scambi di informazione genetica.

L'AGENTE DI BIOCONTROLLO *PSEUDOMONAS FLUORESCENS* PF5 PRODUCE L'ANTIBIOTICO 2,4-DAPG SULLE RADICI DEL MAIS

C. Picard, M. Ventura

Laboratoire Agronomie et Environnement, ENSAIA-INRA
2, av. de la Forêt de Haye - B.P. 172; 54505 Vandoeuvre les Nancy, Francia

Il mais (*Zea mays* L.) è una coltura agraria importante in tutto il mondo. La sua coltivazione necessita di abbondanti irrigazioni, che creano un ambiente adatto alla proliferazione dei funghi patogeni radicali, come *Fusarium graminearum* e *Pythium aphanidermatum*. Attualmente, l'impatto di questa coltura sull'ambiente circostante è abbastanza negativa ed è soprattutto legato all'inquinamento da fungicidi. La necessità di strategie alternative all'applicazione di fitofarmaci di sintesi è, perciò, particolarmente sentita. Molti ceppi batterici del gruppo *Pseudomonas* fluorescenti sono in grado di proteggere le piante dallo sviluppo di funghi patogeni, producendo sostanze antibiotiche (1). Questi batteri sono studiati come possibili agenti di controllo biologico, per sostituire l'uso dei fitofarmaci (2, 3). Tra questi ceppi, *Pseudomonas fluorescens* Pf5 presenta caratteristiche di antagonista verso un ventaglio di fitopatogeni (4). Per quanto riguarda i patogeni del mais *Fusarium graminearum* e *Pythium aphanidermatum*, è stato dimostrato che Pf5 inibisce *in vitro* loro crescita con la produzione dell'antibiotico 2,4-diacetylphloroglucinol (DAPG) (5).

Al fine di valutare la capacità dell'agente di biocontrollo *Pseudomonas fluorescens* Pf-5 di produrre DAPG sulle radici del mais, questo batterio è stato inoculato su piante axeniche allevate in coltura idroponica. Dopo 14 giorni, analisi HPLC hanno permesso di mettere in evidenza la produzione di elevate quantità di DAPG (630 ng/ml).

Mediante ibridazione *in situ* di una sonda specifica per gli mRNA implicati nella sintesi di DAPG, abbiamo dimostrato che Pf5 produce questo antibiotico sull'insieme dell'apparato radicale del mais. Tuttavia, i segnali di ibridazione erano meno forti al livello dell'apice, dove i batteri sono meno numerosi.

Per stabilire se la minore produzione di DAPG osservata all'apice fosse regolata dagli essudati radicali di questa zona (molto diversi da quelli prodotti dal resto dell'apparato radicale) o dalla densità numerica dei batteri, la produzione di DAPG di Pf5 in coltura pura è stata saggiata con dieci diverse fonti di carbonio, scelte tra quelle già conosciute per essere essudate dall'apice radicale del mais, oppure dalle zone più vecchie della radice. Dai risultati finora ottenuti si deduce che la fonte di carbonio non modula la produzione di DAPG. Ciò suggerisce che la composizione degli essudati radicali del mais non è un fattore importante per la produzione di DAPG in Pf5. La densità dei batteri, invece, sembra essere il fattore predominante nella regolazione della produzione di DAPG sulle radici del mais.

Ringraziamo la Prof. Joyce Loper (Oregon State University) per averci messo a disposizione il ceppo Pf5 e per le costruttive discussioni.

- 1- O'Sullivan D. and O'Gara F. 1992. *Microbiol. Rev.* 56: 662-676
- 2- Capper A and Higgins K. 1993. *Plant Pathol.* 42: 560-567
- 3- Johnson L., Hokeberg M., Gerhardson B. 1998. *Eur. J. Plant Pathol.* 104: 701-711
- 4- Pfender W.F., Kraus J. and Loper J.E. 1993. *Phytopathology* 83: 1223-1228.
- 5- Ventura M., Picard C., Gallet A., Benizri E., Guckert A. 1998. *In* : B.K. Duffy, U. Rosenberger, and G. Défago (eds). *Molecular Approaches in Biological Control*, IOBC/wprs Bulletin no. 21 (9), pp. 27-31.

**EFFETTO DELLA COLONIZZAZIONE DI MICORRIZE V.A.
RESISTENTI AL CADMIO SULLO SVILUPPO DI PIANTE DI ORZO
(*HORDEUM VULGARE* CV EXTRA)**

E. Rea, M. Tullio, A. Salerno, F. Pierandrei

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma.

Il cadmio è forse tra i metalli pesanti quello che pone più preoccupazione negli studiosi. Può essere facilmente assorbito e traslocato nelle piante in quantità che non sono fitotossiche ma possono essere nocive alla salute umana ed animale (Sauerbeck, 1982). Durante gli ultimi dieci anni, il contenuto di cadmio negli agrosistemi è aumentato notevolmente. Cresce quindi il rischio di una possibile contaminazione delle catene alimentari e di una diminuzione della fertilità del suolo (Jackson e Alloway, 1992). L'interesse per le micorrize vescicolo-arbuscolari (V.A.) è dovuto soprattutto al fatto che queste colonizzano specie di interesse agronomico ed in generale apportano alle piante ospite dei vantaggi tra cui un miglioramento nelle relazioni idriche e nutrizionali, un aumento della tolleranza a stress, della resistenza a patogeni e della produzione di fitormoni. I metalli pesanti risultano avere effetti tossici anche sui microrganismi del suolo e quindi possono influenzare i processi che vi avvengono e che sono da questi mediati, determinando alterazioni negative nella funzionalità del suolo che sono ancora da chiarire (Brookes e Verstraete, 1989). Tuttavia studi hanno dimostrato che molti microrganismi del suolo sono capaci di tollerare estreme esposizioni a metalli pesanti. Poco si sa però riguardo ad un potenziale adattamento delle V.A. a questi, anche se dati presenti in letteratura mostrano la resistenza di alcune di esse a vari stress ambientali. Inoltre è stato dimostrato che le micorrize provenienti da suoli inquinati hanno una maggiore efficacia protettiva nei confronti delle piante ospite (Weissenhorn, Leyval, 1995). Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare se spore, provenienti da un ambiente estremo come quello delle dune sabbiose, che avevano mostrato già in precedenza di favorire la crescita della pianta ospite, da noi selezionate ulteriormente in presenza di cadmio, possano avere sviluppato una maggiore capacità di protezione nei confronti di piante di orzo (*Hordeum vulgare* cv extra) allevato su terreni inquinati a diverse concentrazioni di cadmio.

- Brookes P.C. e Verstraete W., 1989- The functioning of soil as an ecosystem. In: Soil Quality Assessment: State of the Art Report on Soil Quality. Final Report to the Commission of the European Communities, Directorate- General XII, Contract EV4A/0008/NL, prepared by Agricultural University, Wageningen;
- Jackson A.P. e Alloway B.J., 1992- The transfer of cadmium from agricultural soils to the human food chain. In: Biogeochemistry-of Trace Metals. Advances in

- Trace Sustances Research. Ed. D.C. Adriano. Pp 109-158. Lewis Publishers, Boca Raton, FL;
- Sauerbeck D., 1982- Welche Schwermetallgehalte in Pflanzen dürfen nicht überschritten werden, um Wachstumsbeeinträchtigungen zu vermeiden? Landwirtsch. Forsch., Sonderheft 39, 105-129;
- Weissenhorn I., Leyval C. (1995). Root colonization of maize by a Cd- sensitive and a Cd- tolerant *Glomus Mosseae* and cadmium uptake in sand culture. *Plant and Soil*. 175, 233- 238.

IL FUTURO DELLA FERTILIZZAZIONE ORGANICA: UTILIZZO DI INOCULANTI MICROBICI COME BIOFERTILIZZANTI

A. R. Tiberti, M. Del Gallo

Dipartimento di Biologia di Base e Applicata, Università degli studi di L'Aquila

L'utilizzo di microrganismi rizosferici come biofertilizzanti permette di ridurre, ed eventualmente di sostituire la fertilizzazione chimica del terreno con una fertilizzazione più naturale, incentivandone la biodiversità e contribuendo al miglioramento della qualità del suolo.

I batteri in grado di colonizzare attivamente le radici e di promuovere la crescita della pianta sono chiamati PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria). In questo gruppo sono compresi molti microrganismi endofiti, i quali hanno la capacità di penetrare all'interno dei tessuti vegetali, dove si insediano a livello intra o intercellulare. Gli endofiti ristabiliscono e aumentano la diversità microbica all'interno della biocomunità della pianta migliorandone l'adattabilità e quindi la produttività. Tali microrganismi hanno delle enormi potenzialità essendo in grado di ristabilire gli equilibri degli agroecosistemi contrastando la riduzione della biodiversità causata da pratiche agricole scorrette, di proteggere la pianta dagli stress ambientali e dagli attacchi dei patogeni, di fornire alla pianta azoto combinato e sostanze promotrici della crescita.

I risultati positivi ottenuti, presso il nostro laboratorio, inoculando batteri endofiti in sostituzione di concimazioni chimiche e pesticidi su alcune colture agrarie quali ad esempio sorgo, mais e barbabietola, hanno fornito una base per il presente lavoro. Lo scopo di questa ricerca è stato quello di valutare gli effetti su *Solanum tuberosum* dell'inoculazione di una miscela di batteri endofiti selezionati sulla base delle loro capacità di fissare l'azoto atmosferico, di produrre sostanze stimolatrici la crescita della pianta e siderofori. Sono stati utilizzati: *Gluconoacetobacter diazotrophicus*, *Azospirillum brasilense*, *Herbaspirillum seropedicae*, batteri azotofissatori e promotori della crescita della pianta, *Burkholderia* sp., batterio promotore della crescita della pianta e protettore dai patogeni. Si è osservato che inoculando tali batteri insieme e con micorrize del genere *Glomus*, sono ottimi colonizzatori dell'ecosistema pianta e stabiliscono delle biocenosi molto competitive. Sono stati condotti esperimenti *in vitro*, in condizioni axeniche e sono stati valutati alcuni parametri che potessero dare indicazioni sia sulla loro colonizzazione, sia sulla crescita e sullo sviluppo della pianta.

I dati ottenuti indicano che i ceppi microbici utilizzati hanno la capacità di colonizzare *Solanum tuberosum*, ma in grado differente a seconda della specie batterica utilizzata.

L'obiettivo finale è quello di definire un protocollo sperimentale per la produzione di materiale sementiero inoculato il quale, oltre a presentare garanzia di elevata qualità - sia per gli aspetti genetici che per l'assoluta sanità del materiale sementiero - sia caratterizzato dalla presenza di endocenosi batteriche benefiche ed efficienti per capacità di azoto fissazione biologica e trasmissibili alle generazioni successive.

4^a Commissione

Fertilità del Suolo e Nutrizione delle Piante

EMISSIONI DI ANIDRIDE CARBONICA E PROTOSSIDO DI AZOTO NELL'ATMOSFERA IN RELAZIONE A DIVERSE LAVORAZIONI DEL TERRENO E GESTIONE DEI SUOLI

P.G. Arcara, C. Gamba, C. Piovaneli

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

La pedosfera ha un ruolo primario nel determinare gli equilibri globali dell'atmosfera e in essa l'agricoltura ricopre una funzione fondamentale nella quantificazione dei fenomeni collegati ai cambiamenti climatici di sospetta origine antropogenica. Nel secolo appena trascorso il livello atmosferico della CO₂ è notevolmente aumentato (da 260 a 340 ppm). A questo innalzamento ha contribuito, per una parte stimata fra il 6 e il 25%, l'approfondimento delle lavorazioni del terreno, che determina una maggior ossigenazione ed un progressivo decadimento della sostanza organica. L'aumento delle emissioni di CO₂ sta provocando un incremento globale della temperatura, che a sua volta incide in maniera esponenziale sulla produzione microbiologica di CO₂ da parte del terreno. Ogni anno si verifica inoltre un aumento del 0,25 % della concentrazione del N₂O, gas responsabile della riduzione dell'ozono nella stratosfera, molto più incisivo della CO₂ nel determinare l'effetto serra. L'emissione di N₂O dal suolo, legata ai processi microbiologici di denitrificazione e nitrificazione, è notevolmente influenzata dalle pratiche agronomiche oltre che dalle condizioni di umidità e permeabilità del suolo. Risulta quindi essenziale finalizzare le attività agricole e la gestione del suolo ad un uso non dissipativo delle risorse, e approfondire gli studi circa il ruolo dell'agricoltura nel determinare le variazioni climatiche, verificando come una corretta gestione del suolo possa concretamente contribuire al miglioramento del bilancio globale del C e dell'N, riducendo le emissioni di CO₂ e N₂O nell'atmosfera.

Le nostre indagini sono state svolte in diversi ambienti dell'Italia centro-settentrionale, effettuando rilievi periodici delle emissioni gassose di CO₂ e N₂O nell'atmosfera, con diverse metodiche di incubazione del suolo (campioni disturbati, carote indisturbate e cover-box in situ) e analizzando i gas svolti tramite gas-cromatografia TCD e ECD. Per completare i dati analitici sono state inoltre determinate la sostanza organica, la biomassa microbica del suolo e gli indici di mineralizzazione del C e del quoziente metabolico, molto sensibili alla risposta della microflora agli interventi antropici. Dal complesso dell'attività svolta negli anni è risultato che le forme di carbonio più facilmente mineralizzabili sono le più idonee a incrementare il processo di denitrificazione e l'emissione di CO₂. In linea generale i suoli di ambiente mediterraneo, con scarso contenuto di sostanza organica e non fertilizzati, danno origine a produzioni insignificanti di N₂O, sia per

emissione diretta che per denitrificazione. La fertilizzazione azotata induce incrementi della denitrificazione e dell'emissione diretta di N_2O diversificati a seconda si tratti di suoli su matrice sabbiosa o argillosa; di norma gli incrementi delle emissioni di N_2O , tendono a diminuire progressivamente nelle settimane successive alla somministrazione dei fertilizzanti e si annullano nell'arco di 2-3 mesi. Le perdite di azoto per denitrificazione si innalzano debolmente con i fertilizzanti organici tradizionali (letame) ma significativamente in presenza di reflui zootecnici, specialmente se somministrati in combinazione con fertilizzanti azotati minerali. La somministrazione di liquami sembra accentuare particolarmente l'emissione di N_2O . Le perdite nell'atmosfera di N_2 e N_2O dai suoli forestali, sia di ambiente temperato freddo (appenninico) che di ambiente freddo (alpino), sono risultate mediamente più elevate di quelle dei suoli agrari e legate al tipo di sostanza organica e di vegetazione. Fra i suoli forestali quelli fortemente acidi e ricchi di sostanza organica scarsamente umificata dimostrano una maggior tendenza a presentare elevati valori di emissioni di N_2O .

Anche le emissioni di CO_2 sono in stretta relazione con la tessitura del terreno, poiché in suoli argillo-limosi abbiamo rilevato emissioni pari a $2 \square 5$ g m^2 al giorno, con picchi di $18 \square 20$ g in giugno-luglio, mentre in suoli molto più sciolti abbiamo rilevato emissioni più che doppie. La lavorazione del suolo ha grande influenza poiché arature e rippature profonde stimolano la mineralizzazione della sostanza organica, favorendo le emissioni di CO_2 , mentre lavorazioni superficiali sono meno dissipative.

CARICO AMBIENTALE DA FITOFARMACI SU TERRENI COLTIVATI A FRAGOLA NEL METAPONTINO

N. Montemurro*, G. Lacertosa, F. Grieco*, N. Linzalone, A. Visconti*

Metapontum Agrobios, Metaponto (MT)

*Istituto Tossine e Micotossine da Parassiti Vegetali, CNR, Bari

Il suolo è il più efficace mezzo di autodepurazione dell'ambiente e costituisce un filtro naturale per la salvaguardia delle acque superficiali e profonde, e quindi della biosfera. I prodotti fitosanitari, indispensabili per la difesa delle colture, possono rappresentare un serio pericolo per l'ecosistema; infatti, pervenendo in gran parte al suolo, possono diffondere più o meno velocemente nell'ambiente in relazione alle loro proprietà chimico-fisiche ed alle caratteristiche pedoclimatiche, influenzando così l'ecosistema. Obiettivo dello studio è stato quello di valutare l'impatto, in termini di accumulo nel terreno, di fitofarmaci normalmente utilizzati su una coltura intensiva quale è quella della fragola nell'area del Metapontino, dove la superficie coltivata (prevalentemente in tunnel) è pari a circa 760 ettari e rappresenta il 15 % della produzione nazionale (20.000 t/anno). L'individuazione della coltura della fragola quale potenziale causa di accumulo nel terreno di fitofarmaci è motivata dalle rilevanti problematiche di gestione fitosanitaria della coltura che determinano un notevole carico ambientale.

Nel periodo 1999-2000 nella piana del Metapontino sono stati effettuati 72 campionamenti di terreni in due periodi del ciclo colturale: prima della ripresa vegetativa ed al termine della campagna. Nel primo campionamento sono stati effettuati 54 prelievi per monitorare lo stato di qualità dei suoli, nel secondo 18 prelievi per valutare il carico ambientale dovuto a due tipologie di tecnica colturale, l'integrato e il tradizionale. L'indagine è stata supportata da interviste ai tecnici responsabili della conduzione aziendale. Su ciascun campione sono state determinate le principali caratteristiche chimico-fisiche del terreno ed un ampio spettro di fitofarmaci potenzialmente presenti (acaricidi, acilalanine, benzimidazolici, carbammati, dicarbosimmidici, tioftalimmidici, fosforati, piretroidi, triazoli, pirimidine). Sono inoltre stati ricercati alcuni clorurati non più in commercio come il DDT e suoi metaboliti.

I principi attivi riscontrati sono stati 26, dei quali alcuni non ammessi sulla coltura e provenienti probabilmente da trattamenti effettuati in annate precedenti. In qualche campione è stata inoltre rilevata la presenza di DDT e DDE. In termini assoluti si osserva che nel periodo della ripresa vegetativa il residuo non supera i 0.16 mg/kg, con una media di 0.016 mg/kg, mentre a fine campagna si hanno valori massimi di 0.62 mg/Kg e medi di 0.074 mg/kg. Il confronto tra le due tipologie di

difesa (tradizionale ed integrata) fatta sulla base delle schede raccolte evidenzia che sono stati utilizzati in totale 169.61 kg di principi attivi, dei quali 44.8 kg (26.4%) distribuiti su 9.5 ha di coltura integrata e 124.81 kg (73.6%) su 6.44 ha di coltura tradizionale. Tale risultato, confermato peraltro dai dati ottenuti in laboratorio, consente di estrapolare delle considerazioni sull'intero comparto in Basilicata; in definitiva il carico inquinante potenziale sarebbe pari a circa 13.6 t per la difesa tradizionale mentre si ridurrebbe del 75% e quindi sarebbe 3.3 t, nel caso della difesa integrata.

EVOLUZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA NEI SUOLI DEL SETTORE PALUSTRE-IDROMORFO DI UN SISTEMA MORENICO ALPINO

L. Celi, E. Bonifacio, E. Barberis, E. Zanini

Università di Torino, DIVAPRA – Chimica Agraria, Grugliasco (TO)

Nelle zone intermoreniche pedemontane alpine i suoli spesso evolvono in pedoambienti idromorfi al limite delle torbiere, soprattutto nelle conche di esarazione glaciale occupate un tempo dalle acque di fusione. All'interno dell'Anfiteatro Morenico Rivoli-Avigliana (TO) tale situazione è evidente con la presenza di tre laghi, risalenti ai tre diversi stadi della glaciazione Würmiana che si sono succeduti nella zona con intensità decrescente dall'episodio più antico al più recente. Il Lago Piccolo ed il Lago Grande, ancora presenti, vengono fatti risalire rispettivamente al Würmiano antico e medio, mentre il Terzo Lago di Avigliana, ora una depressione sartumosa nota come Palude dei Mareschi, è più recente ed è circondata dall'ultimo anello morenico Würmiano.

In questa zona si osservano le testimonianze di un'evoluzione del paesaggio che porta al lento interrimento e paludizzazione: tuttavia il processo geomorfologico naturale è significativamente influenzato dall'uomo. La naturale scomparsa della Palude è accelerata infatti da una concomitanza di fattori climatici, da recenti bonifiche e da emungimento di acque irrigue dal sistema lacustre. Attualmente affiorano i detriti morenici di fondo ricoperti da potenti depositi limnico-lacustri calcarei, su cui è ancora presente un epipedon che sta evolvendo da istico a mollico a diverso grado di decomposizione. Tale ambiente rappresenta attualmente un ecosistema particolarmente fragile in cui la dinamica della sostanza organica, vincolata ad un impaludamento parziale e/o intermittente, gioca un ruolo fondamentale nei processi pedo-evolutivi.

Scopo di questo lavoro è la valutazione della distribuzione della sostanza organica nelle diverse frazioni umiche e delle loro caratteristiche principali al fine di comprendere il grado di trasformazione e la conservabilità di questo pedoambiente in termini di resistenza della frazione organica. A tale scopo, dall'epipedon sono stati estratti la frazione organica solubile in acqua, gli acidi fulvici e gli acidi umici secondo le procedure indicate dall'IHSS. Le tre frazioni sono state caratterizzate per la loro composizione elementare e i gruppi funzionali attraverso analisi chimiche e spettroscopiche UV-vis e FT-IR.

Dai risultati è emerso che la sostanza organica è sottoposta a processi biodegradativi nei quali la microflora svolge tuttora una mineralizzazione meno intensa che in condizioni di buona aerazione. L'attacco del materiale cellulosico che costituisce la copertura vegetale avviene in gran parte attraverso attività

cataboliche di fermentazione, con produzione di composti intermedi, non completamente mineralizzati, che possono venire coinvolti in processi di umificazione. Infatti si è osservato un netto accumulo della frazione a più alto peso molecolare rispetto agli acidi fulvici e alla frazione organica solubile. Pur tuttavia, il contenuto in C organico e le caratteristiche delle tre frazioni indicano che la sostanza organica subisce comunque un processo degradativo a carico soprattutto della componente più labile. Gli acidi umici presentano un elevato grado di polimerizzazione da attribuirsi al selezionarsi di materiale idrocarburico recalcitrante alla degradazione e in cui la componente alifatica è preponderante. Nonostante tale grado di polimerizzazione, l'elevato contenuto in gruppi carbossilici permette l'estraibilità in soda e la separazione dalla frazione uminica. Queste caratteristiche sono da ricondurre non solo all'origine della sostanza organica, per lo più erbacea e microbica, ma anche al fatto che, in condizioni di idromorfia, sono comunque possibili reazioni di ossidazione della sostanza organica, svolte da microflora a catabolismo respiratorio anaerobio che utilizzano sostanze diverse dall'ossigeno come accettori di elettroni. Anche l'incorporazione di materiale proteico, da dedursi dal contenuto in N, indica una buona attività biologica. Gli acidi fulvici e la sostanza organica solubile si trovano in minore quantità sia a causa del lento processo di umificazione, sia a causa della presenza di calcio che forma sali con limitata mobilità. Da questi risultati emerge che l'elevata presenza di acidi umici recalcitranti la degradazione e di fulvati di calcio poco mobili permette una certa conservabilità in un ecosistema altrimenti estremamente fragile.

RISULTATI SPERIMENTALI DELLO SPANDIMENTO DI ACQUE DI VEGETAZIONE SU UN ENTISUOLO ANTROPICO: EFFETTI SUI CONTENUTI IN SOSTANZA ORGANICA

K. Caniglia, C. Dazzi, R. Scalenghe, D. Tusa

Dipartimento ACEP - Agronomia, Coltivazioni Erbacee e Pedologia
Università di Palermo

In Sicilia, terza regione in Italia dopo Puglia e Calabria per superficie olivetata, il frantoio più diffuso per la lavorazione delle olive e l'estrazione dell'olio è quello a "ciclo continuo" che per ogni 100 Kg di olive produce mediamente 100 Kg di acque di vegetazione. Lo smaltimento di queste acque è regolato dalla legge 574/96, che stabilisce in $80 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ annui il limite massimo spandibile. I quantitativi da smaltire, per altro sempre crescenti, sono ben superiori e rappresentano un notevole problema ambientale a causa del loro uso limitato; infatti lo spandimento del refluo è vietato su colture orticole in atto, su superfici che distano 200 m dal centro abitato e su quelle con falde superficiali.

Per verificare la possibilità di utilizzare quantitativi superiori, e quindi l'effetto di questi sul suolo, è stata impostata una sperimentazione condotta in un oliveto in un comprensorio a forte vocazione olivicola nella Sicilia centro meridionale (Sciacca) caratterizzato dalla presenza di suoli ascrivibili al Sottordine Arent. Sono state distribuite, per due anni consecutivi (1999-2000) acque di vegetazione (160, 320 e $640 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) in un'unica soluzione, e per confronto alcune parcelle sono state irrigate con acque dolci.

Lo spandimento del refluo è stato effettuato nel periodo immediatamente successivo alla raccolta e lavorazione delle olive, e cioè, in questo ambiente, nel mese di dicembre; in tal modo viene rispettato il limite imposto dalla legge che fissa in trenta giorni il periodo massimo di stoccaggio delle acque di vegetazione.

Da ciascuna parcella sperimentale, che presenta tre piante di olivo omogenee per stato vegetativo e sviluppo complessivo, sono stati prelevati campioni di suolo a profondità predefinite (0-5, 5-25 e 25-50 cm); i prelievi sono stati effettuati nei giorni precedenti e successivi allo spandimento e ad intervalli di trenta giorni fino al mese di maggio. Sui campioni di suolo sono state effettuate le determinazioni chimiche ed in particolare la sostanza organica.

Dall'analisi dei risultati emerge come lo spandimento dei reflui oleari determini un incremento in sostanza organica soprattutto dopo il secondo anno e ciò è ancora più accentuato nei suoli delle parcelle trattate con $640 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ rispetto a quelle non trattate o trattate con acqua dolce.

Occorre, inoltre, mettere in evidenza che nessuna influenza negativa è stata osservata in seguito all'uso del refluo eccedente il limite di accessibilità come

stabilito dalla legge, anzi, il dato di un più elevato accumulo di sostanza organica evidente nelle parcelle trattate con maggiori quantità, assume un significato più rilevante se inserito nel contesto ambientale della Sicilia, i cui suoli presentano contenuti medi in sostanza organica piuttosto bassi in virtù degli intensi processi di eremacausi che, in generale, comportano degradazione della qualità dei suoli.

PRATICHE DI FERTILIZZAZIONE ORGANICA DEI SUOLI: EFFICACIA E LIMITI

B. Ceccanti, G. Masciandaro, S. Filidei, C. Macci

CNR – Istituto per la Chimica del Terreno – Area della Ricerca, PISA

Il miglioramento e la conservazione della qualità del suolo sono esigenze prioritarie per contrastare il sempre più rapido processo di degradazione fisico-strutturale e chimico-biologico dei suoli agrari. Molti dati sono stati riportati sulla degradazione di ecosistemi-suolo su scala globale evidenziando l'impatto dell'attività antropogenica sul suolo. Gli interventi strategici devono essere attuati a livello locale per misurare la capacità del suolo nel sostenere l'impatto delle attività umane in base ad indici non solo economici e produttivi ma anche biologici e di vulnerabilità.

Da queste premesse è chiaro che l'agricoltura futura deve basarsi su pratiche eco-sostenibili che prevedano la conservazione e la rigenerazione dei suoli "stanchi" attraverso la riduzione dell'uso di prodotti chimici, l'espansione dell'agricoltura biologica, il riciclo "razionale" dei residui organici delle lavorazioni agricole ed industriali. Quindi, l'approccio più realistico per preservare le caratteristiche naturali dei suoli e per recuperare suoli degradati, è quello di fornire sostanza organica differenziata per tipologia e grado di maturazione. Pertanto, l'efficacia delle pratiche di fertilizzazione organica è legata alle proprietà del fertilizzante, alle modalità e alla quantità di applicazione, e alle proprietà fisiche e microbiologiche del terreno, in quanto non tutti gli agro-ecosistemi rispondono uniformemente allo stesso tipo di trattamento organico. Ad esempio, la sostanza organica fresca o poco stabilizzata somministrata a terreni localizzati in clima semi-arido e interessati da fenomeni di pre-desertificazione viene "bruciata biologicamente" e in modo relativamente veloce causando accumulo di salinità e di elementi tossici; il fenomeno viene aggravato dall'uso di acqua irrigua di scarsa qualità, generalmente presente in queste regioni. Viceversa, l'aggiunta della stessa tipologia di sostanza organica a terreni umidi, poco drenati, favorisce fenomeni fermentativi, l'acidificazione del terreno, e la produzione di sostanze fitotossiche.

Vengono presentati diversi schemi razionali di fertilizzazione organica che tengono in considerazione la vulnerabilità dell'ecosistema. Vengono, infine, suggeriti opportuni marcatori della qualità del suolo e delle proprietà della sostanza organica sulla base dell'evoluzione chimico-strutturale e biochimica.

EFFETTO DELLA SOMMINISTRAZIONE DI DIVERSI TIPI DI FERTILIZZANTI FOSFATICI SULLO STATO NUTRIZIONALE E SULLE PROPRIETA' DI ADSORBIMENTO FOSFORICO DEL SUOLO

R. Indiati, U. Neri, A. Figliolia, I. Perucchini

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante-MiPAF, Roma

Una razionale pratica di fertilizzazione fosfatica, condotta nell'ambito dell'agricoltura sostenibile, deve non solo assicurare la crescita delle diverse colture nei vari ambienti pedoclimatici, ma anche, nel contempo tener conto di tutti gli aspetti (aspetti economici ed ambientali) ad essa collegati. In quest'ottica, risulta di primaria importanza la conoscenza (i) della dotazione del P presente nel suolo in forma assimilabile dalle colture, (ii) del livello di sufficienza dell'elemento per quella particolare specie produttiva e per quel dato tipo di terreno, e (iii) delle caratteristiche di rilascio di P del tipo di fertilizzante usato, cioè della capacità dei differenti tipi di fertilizzante ad arricchire il pool del P nel terreno in forma disponibile per le piante (efficienza del fertilizzante).

I fertilizzanti fosfatici possono essere schematicamente classificati in tre gruppi principali: acidulati, parzialmente acidulati e non acidulati. Appartengono al primo gruppo i superfosfati, i fosfati tripli e le scorie Thomas (sottoprodotto della lavorazione dell'acciaio); al secondo gruppo appartengono le rocce fosfatiche trattate solo parzialmente con acido solforico, mentre i fertilizzanti non acidulati comprendono i vari tipi di rocce fosfatiche naturali. L'efficienza dei tre tipi di fertilizzanti dipende essenzialmente dalla intrinseca reattività del fertilizzante usato (dovuta anche alla dimensione delle particelle) e dalle proprietà chimico-fisiche del suolo (pH, quantità e tipo di colloidali argillosi ed (idro)ossidi di ferro ed alluminio, sostanza organica e carbonati). Un forte interesse si è sviluppato recentemente per l'applicazione diretta di rocce fosfatiche (PR) al terreno, a dispetto della scarsa solubilità da esse mostrata in genere. Questo è dovuto al fatto (i) che il PR è generalmente il fertilizzante più economico per kg di P applicato; (ii) che esso può risultare più efficiente di altri fertilizzanti per quanto riguarda l'assorbimento da parte delle piante, quando usato per colture a ciclo breve, in suoli dove P può essere facilmente lisciviabile (terreni sabbiosi), ed anche per colture a ciclo più lungo in altri tipi di suolo; e (iii) che essendo un minerale naturale che richiede una tecnologia di processo minima, esso risulta usato con favore nell'agricoltura biologica.

Nuovi tipi di fertilizzanti, i concimi organo-minerali, sono stati posti in commercio da relativamente breve tempo, con lo scopo dichiarato di salvaguardare, con la loro applicazione, la fertilità naturale del suolo nel rispetto dell'ambiente e di assicurare produzioni vegetali di "qualità". I particolari processi produttivi ed il

tipo di sostanze organiche umificate impiegate per la loro preparazione dovrebbero, interagendo con i nutrienti minerali aggiunti, consentire la formazione di complessi umo-minerali e proteggere così gli elementi responsabili della fertilità contro le svariate cause che possono portare ad una perdita di efficienza nutrizionale (insolubilizzazione, lisciviazione, , etc.).

Il lavoro che si intende presentare descrive i risultati di uno studio inteso ad investigare sugli effetti della somministrazione di P di provenienza diversa (fosfato idrosolubile, superfosfato, scorie Thomas, roccia fosfatica, roccia fosfatica parzialmente acidulata, ed un concime organo-minerale) sullo "status" fosforico e sulle proprietà di adsorbimento di due suoli diversi per caratteristiche chimico-fisiche e capacità di ritenzione fosfatica.

EFFETTO DI DIVERSE LAVORAZIONI SULLA DISTRIBUZIONE DI CARBONIO, AZOTO E FOSFORO NEL PROFILO DEL TERRENO IN UNA MONOCOLTURA DI MAIS

R. Papini, C. Gamba, C. Piovaneli, G. Brandi, G. Montagna

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

Il raggiungimento di un'agricoltura sostenibile ed ecocompatibile è ottenibile soltanto tramite una razionalizzazione e riduzione dei mezzi tecnici usati nell'agricoltura intensiva. Fra questi non va sottovalutato l'importanza del tipo di lavorazione che viene attuata per la preparazione del letto di semina. E' stato infatti dimostrato che in molti ambienti le arature profonde hanno provocato una diminuzione del contenuto della sostanza organica, un peggioramento delle caratteristiche fisiche ed ideologiche del suolo ed un aumento delle perdite di suolo per deflusso.

Nell'ottica di dare un contributo alle conoscenze in questo settore nel Centro Sperimentale di Fagna (Scarperia- Firenze) dell' Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo a partire dal 1993 è iniziata una sperimentazione riguardante l'applicazione di diverse di diverse tecniche di lavorazione su una monocoltura di mais, in un suolo franco, classificato come Udifluent tipico.

Le lavorazioni poste a confronto sono state le seguenti:

1. lavorazione ridotta, con discissura superficiale, tramite erpice a dischi, a 10 cm di profondità (LM);
2. aratura superficiale a 20 cm di profondità, con aratro rovesciatore (AS);
3. rippatura a 50 cm di profondità (R);
4. aratura profonda, a 40 cm di profondità, con aratro rovesciatore (AP).

Nel Novembre del 1999, dopo 6 anni di lavorazione differenziata, in tutte le parcelle è stato effettuato un campionamento di suolo fino alla profondità di 40 cm, procedendo in strati di 10 cm ciascuno. Su questi campioni di suolo sono stati determinati la sostanza organica ed il suo frazionamento, l'azoto totale, ammoniacale e nitrico, il fosforo totale, assimilabile ed organico ed il potassio scambiabile.

Dai primi risultati è emerso nella rippatura e nella lavorazione minima si ha un maggior contenuto di sostanza organica nello strato 10-20 cm, a cui fa riscontro, nella lavorazione minima una diminuzione negli strati sottostanti. Nella aratura superficiale e profonda invece il contenuto di sostanza organica è risultato pressoché costante in tutti gli strati esaminati.

Per quanto riguarda l'azoto si evidenzia un notevole accumulo nella lavorazione minima nei primi 10 cm di suolo, mentre nella rippatura gli incrementi sono

minori. Nella aratura ridotta si evidenzia invece un aumento del contenuto di azoto nello strato 20-30 cm.

Anche il fosforo totale mostra un notevole incremento alle profondità 0-10 cm e 10-20 cm nella aratura minima e nella rippatura, mentre negli strati più profondi il contenuto in queste due tesi è risultato leggermente inferiore. Il fosforo assimilabile nella lavorazione minima si accumula nei primi 10 cm e evidenzia un notevole calo negli strati sottostanti, nella rippatura invece si ha un incremento nello strato 10-20 cm. Nelle tesi arate infine il fosforo assimilabile risulta notevolmente più elevato rispetto alle altre due tesi alle profondità 20-30 e 30-40 cm.

Dai risultati riportati si evidenzia come sia con la lavorazione minima, che con la rippatura, si ha un accumulo dei residui colturali del mais nello strato superficiale del suolo che risulta quindi nei primi 20 cm arricchito in elementi della fertilità, mentre con le arature il continuo rivoltamento del suolo provoca una distribuzione di questo materiale in tutto lo strato lavorato e quindi una maggiore uniformità del contenuto di elementi nutritivi nei vari strati del suolo.

CARATTERIZZAZIONE DELL'ECOSISTEMA SUOLO DELL'ISOLA DI PIANOSA

***B. Pezzarossa, R. Pini, F. Petacco, M. Scatena**

****L. P. D'Acqui, A. Doderò, C. A. Santi**

*****M. Mazzoncini, R. Risaliti**

*Istituto per la Chimica del Terreno ICT-CNR, Pisa

**Istituto per la Genesi e l'Ecologia del Suolo IGES-CNR, Firenze

***Centro Interdipartimentale di Ricerche Agroambientali "Enrico Avanzi", Pisa

Il presente lavoro, svolto nell'ambito del P.S. NITCAR ed in collaborazione con il Parco Nazionale dell'Arcipelago Toscano, fa parte di una ricerca integrata riguardante il ruolo degli agroecosistemi terrestri nel sequestro di carbonio. I caratteri geologici dell'Isola di Pianosa costituiscono una singolarità all'interno dell'area insulare dell'Arcipelago toscano, in quanto vi affiorano estesamente formazioni neogeniche del Miocene, Pliocene e Quaternario. A circa quattro anni dal pressoché completo allontanamento della comunità carceraria, è possibile individuare nell'isola alcune situazioni predominanti per quanto riguarda l'uso del suolo e della vegetazione: le aree a macchia mediterranea, da considerarsi preservate nel tempo in modo pressoché naturale, e quelle nelle quali l'uso del suolo era legato al pascolo od a coltivazioni di tipo estensivo praticate dalla popolazione carceraria. Ci troviamo, quindi, di fronte a un suolo che, sostanzialmente omogeneo nella sua matrice rocciosa e nell'evoluzione pedologica, presenta tuttavia storie agronomiche diverse e dagli effetti ancora perfettamente riconoscibili sulle caratteristiche del suolo stesso e della vegetazione. L'intera isola si presenta dunque come un vero e proprio laboratorio dove è possibile tentare di valutare globalmente la funzionalità della risorsa suolo, stimare l'impatto dell'attività antropica e, in definitiva, formulare un giudizio sull'evoluzione degli ecosistemi. Allo scopo di caratterizzare l'ecosistema suolo sono state individuate tre aree rappresentative: macchia, ex seminativo ed ex pascolo. E' stata poi individuata una quarta area dove è possibile distinguere una zona di macchia, una zona di transizione ad essa adiacente, dove è ben visibile l'avanzamento della macchia su un ex seminativo, ed un ex seminativo non ancora invaso dalla macchia. All'interno delle quattro aree sono stati effettuati i campionamenti del suolo secondo un sistema di transect. Su tali campioni sono state effettuate analisi fisiche, chimiche e biologiche. I risultati delle analisi chimiche e fisiche hanno messo in evidenza come l'intervento antropico abbia influenzato in modo sensibile la fertilità fisica e chimica dei suoli, provocando una riduzione del contenuto di C e di N, mentre i dati delle analisi biologiche hanno dimostrato che questi suoli, abbandonati da diversi anni, hanno una discreta capacità di recupero biochimico. I

terreni precedentemente destinati a pascolo ed a seminativo hanno raggiunto una significativa somiglianza dal punto di vista biotico, pur mantenendo differenze sostanziali rispetto alla macchia, che in uno stato di equilibrio naturale potrebbe essere considerata come fase finale del processo evolutivo. Questi risultati preliminari necessitano di conferme e di approfondimenti e potrebbero essere utilizzati per la individuazione di parametri da utilizzare come "indicatori" della qualità del suolo. Lo studio delle caratteristiche di questi suoli assume, inoltre, un'importanza fondamentale per la valutazione della dinamica del carbonio, che è fortemente influenzata dalla capacità di protezione del suolo sulla sostanza organica. Tale dinamica, infatti, riveste un ruolo importante nella regolazione dei fenomeni di scambio del C del suolo con l'atmosfera, con le loro implicazioni nei "cambiamenti climatici globali".

5^a Commissione

**Genesi, Classificazione e
Cartografia del Suolo**

IPOTESI PEDOGENETICHE E DEGRADO FORESTALE NEL KRKNOSE NATIONAL PARK (GIANT MOUNTAINS, CZ)

E. Bonifacio, S. Santoni, E. Zanini

Università di Torino, DIVAPRA – Chimica Agraria, Grugliasco

Le Giant Mountains si trovano nell'area al confine tra Repubblica Ceca, Polonia e Germania nota con il termine di "triangolo nero" per il massiccio inquinamento subito durante gli ultimi decenni. Nel Krknose National Park il soprassuolo forestale ha subito danni così ingenti da presentare oggi seri problemi di sopravvivenza a causa della scarsissima rinnovazione spontanea e del quasi totale insuccesso di nuovi piantamenti artificiali. Il fenomeno delle piogge acide è stato per molto tempo considerato la causa unica o comunque determinante di questa situazione.

Nell'area è in corso un progetto di ricerca finanziato dall'UE (SUSBIOFOR) che vede l'interazione di diversi settori di ricerca tra i quali la pedologia, con l'obiettivo di evidenziare le cause multivariate del degrado e, se possibile, di proporre strategie di miglioramento della situazione. Scopo di questo lavoro è cercare di evidenziare in tal senso il ruolo dell'evoluzione dei suoli, formulando ipotesi pedogenetiche che, qualora verificate, dimostrerebbero come la ragione principale della situazione di degrado non siano tanto le piogge acide, pur non negando il loro effetto puntuale, ma il turbamento di un equilibrio pedologico che ha portato al prevalere di processi pedogenetici anomali rispetto a quelli normalmente considerati tipici delle aree montane dell'Europa Centrale.

L'area di studio comprende tre siti, paragonabili per roccia madre, quota, piovosità e temperatura media, ma differenti per quanto riguarda lo stato di degrado della copertura di abete rosso. Nel sito maggiormente degradato, la situazione degli alberi è tale per cui ad individui in buona salute, sono abbinate piante morte e altre deperienti. Il degrado della pecceta ha permesso l'instaurarsi locale di un'abbondante copertura erbacea riassumibile nell'associazione fitosociologica *Sphagno-Piceetum Molinietosum*. Nell'area sono stati descritti e campionati diversi profili, riconducibili a Typic Haplocryods, Placic Cryaquods e a Cryofibrists, anche con fasi di transizione tra Spodosuoli e Istosuoli e con orizzonte placico a diversi gradi di sviluppo. Ai diversi tipi di suolo corrispondevano condizioni idrologiche notevolmente diverse e gli Spodosuoli sembravano predominare in prossimità degli abeti più sani mentre gli Istosuoli si trovavano dove l'assenza della copertura arborea permetteva la presenza della vegetazione erbacea. La presenza discontinua dell'orizzonte placico ha portato ad escludere un suo ruolo predominante nelle variazioni di drenaggio, mentre un ruolo fondamentale sembrava averlo la sostanza organica, anche quando presente in

abbondanza negli orizzonti Bhs. Alla luce delle osservazioni fatte è in corso di verifica un'ipotesi genetico evolutiva che vede nei podsols il suolo tipico dell'area, l'aumento del processo di podsolizzazione con il diffondersi della monocoltura di abete rosso durante la seconda metà del 1800, la marcata eluviazione del ferro e dell'alluminio con il totale svuotamento delle forme più mobili dagli orizzonti più superficiali cui non corrisponde però una diminuzione dell'apporto della sostanza organica e la conseguente formazione di orizzonti Bhs anche molto ricchi di sostanze umiche. La presenza di sostanze idrofile in profondità avrebbe quindi determinato nelle condizioni climatiche dell'area di studio uno strato di rallentamento alla percolazione di acqua che potrebbe aver causato la saturazione di tutti gli orizzonti sovrastanti ad eccezione dei più superficiali, come frequentemente osservato in campo. L'abete rosso con apparato radicale già superficiale naturalmente, sarebbe in tal caso ulteriormente costretto a limitare l'approfondimento radicale per non incorrere in asfissia. Questo fenomeno lo renderebbe maggiormente vulnerabile a qualunque tipo di stress climatico o antropico, oltre a limitare il prelievo di elementi nutritivi agli orizzonti maggiormente impoveriti.

CONCENTRAZIONI E PROVENIENZE DI ELEMENTI IN TRACCIA IN SUOLI DI AMBIENTE ALPINO

S. Chersich, R. Comoli, F. Previtali, S. Solaro, D. Cantelli

Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio – Università degli Studi di Milano-Bicocca

Scopo del lavoro

Dal 1998 si sta svolgendo in Valchiavenna (Sondrio) una ricerca multidisciplinare volta alla realizzazione di un bacino pilota per lo studio e il controllo della qualità dell'ambiente nell'arco alpino ("Laboratorio Valchiavenna"); all'interno di questo progetto ci si è posti l'obiettivo di caratterizzare le principali tipologie di suolo e di verificare l'esistenza di una contaminazione ambientale a seguito della deposizione atmosferica di inquinanti.

Metodi di studio

Il rilevamento di campagna è stato effettuato lungo transetti topografici posizionati nelle principali valli: la Val S. Giacomo, con prevalente orientazione nord-sud, ed altre 14 vallate laterali, con prevalente orientazione est-ovest. Lungo le toposequenze sono state individuate 101 stazioni di rilevamento, descrizione e campionamento del suolo per orizzonti; il posizionamento è tale da garantire un dislivello altimetrico di circa 300 m fra l'una e l'altra stazione, ad eccezione del fondovalle subpianeggiante. I suoli sono stati classificati secondo il sistema WRB (1998). Oltre alle analisi standard, di tipo pedologico, sono state verificate le concentrazioni di sette elementi in traccia (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn), estratti in acqua regia mediante mineralizzatore a microonde e analizzati tramite assorbimento atomico con forno di grafite.

Risultati

Le tipologie di suoli rinvenute nella Valle appartengono ai seguenti gruppi: *Leptosols*, *Regosols*, *Umbrisols*, *Cambisols*, *Podzols*, *Fluvisols* e *Phaeozems*. In generale, si tratta di suoli acidi e desaturati (*Dystric*), a tessitura grossolana o moderatamente grossolana, con forte presenza di scheletro (*Skeletal*), ricchi di sostanza organica anche negli orizzonti sottosuperficiali (*Humic*). Alcuni suoli di fondovalle mostrano segni di ossidoriduzione da idromorfia (*Gleyic*); altri non sono desaturati (*Eutric*); altri ancora si formano su depositi di tipo alluvionale (*Fluvic*), pur non raggiungendo pienamente i caratteri tipici dei *Fluvisols*. Infine, i *Podzols* dei versanti sono spesso privi di orizzonte albico (*Entic*). In questo lavoro vengono presentati i risultati preliminari ottenuti su 90 campioni di suolo, prelevati da 25 profili appartenenti a quattro diversi transetti (Val S. Giacomo, Val Rabbiosa, Val dei Ratti, Andossi). Le considerazioni sui risultati ottenuti devono tener conto: • del contenuto naturale in elementi in traccia del materiale parentale. A questo

riguardo, si deve sottolineare che, nella gran parte dei casi, il materiale parentale (di origine glaciale, fluvioglaciale, fluviale, gravitativa, eolica) è differente dal substrato (roccia consolidata), con evidenti problemi interpretativi; • delle caratteristiche chimiche e fisiche degli orizzonti, nonché dei processi di pedogenesi in atto e trascorsi (ad esempio, nel caso dei *Podzols*); • delle caratteristiche climatiche (direzione dei venti e quantità delle precipitazioni); • della presenza di possibili fonti di inquinamento antropico (ad es.: discarica di scorie di fonderia presso il confine meridionale dell'area).

In questa fase è possibile evidenziare, limitatamente agli orizzonti A, una relazione fra concentrazione di elementi e la quota della stazione pedologica; tale relazione non è valida per l'intero set di dati ma solamente per i singoli transetti, e risulta particolarmente significativa nel caso di Ni, Cu, Zn e Cr, che mostrano un massimo di concentrazione verso i 1300-1500 m di quota, affiancato ad un altro nel fondovalle. Di questi picchi, il più elevato in quota potrebbe essere dovuto alle precipitazioni (per l'esistenza di un massimo pluviometrico in tale fascia altimetrica), mentre l'altro va probabilmente ricondotto ad inquinamento antropico (dispersione in atmosfera di polveri derivanti da scorie di fonderia, e possibile apporto di contaminanti da siti remoti). Limiti normativi: ad eccezione di Cr, per tutti gli altri elementi qualche campione supera la soglia A della normativa olandese (1987); quella prevista dalla Regione Lombardia è superata solamente (in pochi casi) per Zn e Cd; la concentrazione di Zn, in alcuni suoli del fondovalle, è quella più prossima alla soglia C della normativa olandese.

I SUOLI DELLA TAIGA MERIDIONALE NELLA RISERVA BIOSFERICA STATALE DELLA FORESTA CENTRALE (RUSSIA)

S. Chersich ¹, M. Freppaz ², S. Solaro ¹, D. Tusa ³, C. Zucca ¹

¹DISAT Università di Milano-Bicocca, Milano

²DIVAPRA Università di Torino, Grugliasco (TO)

³Dip. ACEP - Università di Palermo, Palermo

Nell'ambito delle attività dell'Istituto Italo-Russo di Formazione e Ricerche Ecologiche, nato in applicazione del Protocollo di Cooperazione Scientifica e tecnologica tra la Repubblica Italiana e la Federazione Russa, durante l'estate 2000 è stata organizzata una campagna pedologica finalizzata a studiare la distribuzione di alcune tipologie di suoli, legata a diversi processi pedogenetici, in un'area in condizioni naturali pressochè indisturbate.

Il territorio è infatti sede della Riserva Biosferica Statale della "Foresta Centrale" (regione di Tver, circa 300 km ad ovest di Mosca). Si trova nella fascia bioclimatica della taiga meridionale, caratterizzata da un ecosistema con una biodiversità maggiore rispetto alle zone più settentrionali in quanto, accanto alle conifere (pino, abete e larice), compaiono anche latifoglie quali betulla, quercia e tiglio; la Riserva si situa nell'area di contatto di tre grandi bacini idrografici (Volga, Dvina e Dnepr). Il substrato geologico dell'area è costituito da sedimenti olocenici di origini diverse (eolica e fluvio-glaciale), giacenti sopra materiale morenico del Pleistocene abbastanza eterogeneo, spesso con alto contenuto di carbonati. La morfologia è in genere pianeggiante o leggermente ondulata; le quote variano da 240 a 300 m s.l.m.; le zone di pianura spesso presentano superfici concave dove si formano paludi e torbiere. Il clima può essere definito come continentale umido, con una temperatura media annua pari a 3,8°C e precipitazioni totali annue di 707 mm, concentrate in estate; un terzo del totale delle precipitazioni è rappresentato da nevicate. Il clima è favorevole allo sviluppo di foreste; ciò invece non avviene né più a nord (tundra) a causa delle temperature troppo basse, né più a sud (steppa) per la scarsità di precipitazioni.

Sono state effettuate 12 osservazioni, tra profili e trivellate; ogni profilo è stato descritto in campo e sono stati prelevati campioni successivamente analizzati per la determinazione del pH e del colore. Alcune misure, tipo potenziale redox, sono state effettuate direttamente in campo.

Durante le osservazioni sul campo sono stati riconosciuti tre principali processi pedogenetici: podzolizzazione, gleificazione e accumulo di materia organica; spesso questi coesistono nello stesso sito oppure uno può prevalere sull'altro in funzione del drenaggio, della forma del pendio e dal tipo di materiale parentale.

L'influenza antropica sulla pedogenesi si osserva solo nelle zone che fino a qualche decennio fa erano coltivate (prima dell'istituzione della Riserva).

I suoli zonali di questa regione sono i suoli podzolici, tipici in aree pianeggianti, con substrati molto permeabili, o leggermente ondulate, dove sono favoriti i movimenti di acqua lungo il profilo. Condizioni locali, quali il ristagno idrico, possono portare alla formazione di altri tipi di suoli: in aree pianeggianti o leggermente concave prevalgono i processi di gleyficazione o la formazione di paludi e torbiere, anche molto estese.

I suoli sono stati classificati secondo il sistema russo della "Soil Map of the Russian Soviet Federative Socialist Republic" (SMR) che si basa sull'individuazione di orizzonti genetici diagnostici. In seguito sono state individuate le correlazioni tra questo sistema e le tassonomie FAO e WRB. Nel caso specifico le unità che si sono ritrovate, rientrano tra i Podzoluvisols, i Cambisols, gli Histosols ed i Gleysols.

L'INSERIMENTO DELLA CARTA DEI SUOLI DELLA SARDEGNA NELL'EUROPEAN SOIL DATA BASE

P. Baldaccini, S. Madrau, M. A. Deroma

Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Università di Sassari

Premessa

Le attuali politiche comunitarie sottolineano come la raccolta delle informazioni georeferenziate sia il presupposto per la realizzazione di una corretta politica di sviluppo rurale compatibile.

In ambito pedologico la Commissione Europea ha posto come obiettivo finale la realizzazione dell'EUSIS (European Soil Information System), attraverso un data base pedologico che ha l'obiettivo di permettere *l'integrazione tra i diversi livelli di dettaglio cartografico e di permettere di ottenere sia valide informazioni a piccola scala che la comparazione con un alto grado di precisione della evoluzione dei suoli in ogni parte d'Europa* (ESB, 1999).

Il data base è noto come European Soil Data Base (ESDB), la scala di lavoro considerata ottimale per il raggiungimento di questo obiettivo è il 250.000 e il suo raggiungimento è stato affidato all'European Soil Bureau (ESB).

La Carta dei suoli della Sardegna e l'European Soil Data Base

La Sardegna è una delle regioni italiane più studiate dal punto di vista pedologico. La bibliografia regionale di settore abbraccia infatti un arco temporale di oltre 40 anni.

La disponibilità di una carta dei suoli regionale recente (Aru et Al., 1992) al 250.000 ha facilitato le attività di realizzazione di un data base da inserire in quello europeo.

La disponibilità di adeguate cartografie geologiche e pedologiche a varia scala e di numerose osservazioni puntuali ha permesso il riconoscimento e la descrizione, attraverso una metodologia ascendente, delle componenti del data base: Soil Scape e Soil Region.

Nell'Isola sono state riconosciute 7 Soil Regions e 1 Soil sub Region. Di queste 4 non erano previste Manuale delle Procedure per l'ESDB.

Per la descrizione dei Soil Scapes sono state utilizzate caratteristiche geologiche, morfologiche, pedologiche e di uso del suolo che hanno permesso di individuare e descrivere 736 poligoni. Da questi sono stati derivati 285 Soil Scapes che permettono di descrivere efficacemente il territorio regionale secondo l'ottica dell'ESDB.

Per una parte di questi Soil Scapes (il 20% circa) è stato possibile descriverli mediante 1 o più Soil Bodies, questi ultimi intesi come *specifiche porzioni della*

copertura pedologica che ha caratteri diagnostici risultanti da processi pedogenetici similari (ESB, 1999).

Conclusioni

L'attività fino ad ora svolta in Sardegna nell'ambito della realizzazione dell'ESDB deve essere considerata come una fase di implementazione del data base stesso.

Obiettivo finale della attività è di giungere alla descrizione - tramite l'acquisizione continua di nuovi soil bodies - del Soil Scapes riconosciuti nell'Isola.

Bibliografia citata

- Aru A., Baldaccini P. et al. 1992 - Carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250.000. Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato Programmazione, Bilancio e Assetto del Territorio, Dip. Scienze della Terra Univ. Cagliari, Cagliari
- Carmignani L. Barca S., Oggiano G., Pertusati P.C., Salvadori I.,-1996 - Carta Geologica della Sardegna alla scala 1:200.000. Fogli 1 e 2. Regione Autonoma della Sardegna, Ass. all'Industria. Carmignani L. coordinatore. L.A.C., Firenze,
- European Soil Bureau, 1999 - Database Georeferenziato dei suoli europei. Manuale delle procedure, rel. 1.1. - Joint Research Centre, European Commission, Space Application Institute, Ist. Sper. Studio e Difesa del Suolo, versione italiana.

QUALCHE OSSERVAZIONE SULLE DIFFERENZE CONCETTUALI FRA CLASSI DI PEDOPAESAGGIO E CONTENITORI PEDOGEOGRAFICI

S. Brenna, R. Rasio

Ersal, Servizio del Suolo

La ripartizione di un territorio, oggetto di rilevamento pedologico e cartografia, in segmenti, o tratti, funzionali alla pianificazione del rilevamento medesimo ed alla successiva comunicazione delle unità cartografiche inventariate, ha mostrato e mostra la sua *utilità* pratica. L'organizzazione delle unità cartografiche della legenda in raggruppamenti con logiche derivanti da questo approccio è stata proposta, nel nostro paese, fin dalla fine degli anni '70.

Nel programma Usda un tale modo di comunicare gli esiti di un rilevamento, soprattutto per scale di dettaglio, è auspicato, per meglio trasferire il *know — how* acquisito dai rilevatori sui rapporti fra fattori e processi pedogenetici con determinate unità tassonomiche.

Un'ulteriore evoluzione di tale approccio si è avuta sul fluire degli anni '80, con l'organizzazione di veri e propri "cataloghi" regionali delle più ricorrenti tipologie con cui si presentavano le relazioni fra unità tassonomiche e partizioni paesaggistiche: è attecchito così il concetto di "pedopaesaggio" (di scuola francese) e le classi di pedopaesaggio (riconosciute in diversi livelli categorici di classificazione) ne hanno costituito la prima pratica applicazione.

Sul finire degli anni '90, con la pubblicazione della carta delle Soil Region europee alla scala 1:5M, si è presentata la possibilità di inquadrare una classificazione pedopaesaggistica, tipica e funzionale alla scala di una regione amministrativa ed al conseguente programma di rilevamento sistematico dei suoli regionali, nel più generale *framework* che concretizza una rete informativa pedologica di scala continentale: è il concetto di *nested database*, così facile da raffigurare ma non altrettanto agevole da rendere operativo.

In questo lavoro vengono così passati in rassegna e discussi i principi che possono portare alla classificazione del pedopaesaggio, con applicazioni alla scala regionale, e tale approccio viene poi confrontato con un'idea di "contenitore pedogeografico", a partire dall'esempio concreto delle Soil Region. Vengono poi discussi i concetti di entità geografiche subordinate (nel senso di "contenute") nelle Soil Region (Soil Subregion e Great Soilscape), la loro funzionalità per basi informative di scala 1:250.000 o inferiore, e le ipotesi di "raccordo", o "innesto funzionale", fra questi due concetti, per meglio finalizzare e supportare l'aspirazione ad allestire un *nested database* pedologico europeo.

CONFRONTO TRA LA METODOLOGIA AMERICANA DI ORGANIZZAZIONE DELLE INFORMAZIONI PEDOLOGICHE PER SERIE E QUELLA EUROPEA PER SOIL BODY, IN RELAZIONE AI SUOLI DELLA PROVINCIA DI SIENA

A. Lachi, E. Costantini

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo

Introduzione

La pubblicazione della versione italiana del Manuale delle procedure per il Database georeferenziato dei suoli europei alla scala 1:250.000 da parte dell'European Soil Bureau (1999), durante la progettazione della carta pedologica d'Italia alla stessa scala, ha posto ad un inevitabile confronto tra la metodologia di organizzazione delle informazioni pedologiche tradizionalmente diffusa in Italia, basata sulla Soil Taxonomy, e le nuove metodologie proposte per l'Europa. Nel presente lavoro si è posta l'attenzione sulla validità dell'oggetto Soil Body, che risulta essere il mattone fondamentale della metodologia europea, assieme al Soilscape e alla Soil Region. In pratica, si è cercato di verificarne il possibile parallelismo di significato tassonomico, esposto nel manuale europeo stesso, con il livello gerarchico più basso della Soil Taxonomy.

Materiali e metodi

I suoli sui quali è stato operato il confronto metodologico sono stati quelli del territorio provinciale di Siena, in cui è in atto una sperimentazione volta alla zonazione viticola ed olivicola (Costantini e Sulli, 2000). Dei suoli in studio esiste un database che raccoglie più di 15 anni di ricerche pedologiche e 1045 osservazioni di campagna (profili, trivellate, osservazioni) con relative analisi. I dati pedologici sono stati organizzati secondo la metodologia americana e la loro raccolta ed elaborazione è avvenuta applicando il software ISSDS97 (Gardin et al., 1996, 1998). Al fine di applicare la metodologia europea, i suoli sono stati anzitutto classificati secondo il World Reference Base (IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS, 1999); sono stati poi applicati gli altri criteri previsti dal manuale per la creazione dei Soil Body: il materiale parentale, la tessitura dell'orizzonte superficiale ed il limite di approfondimento radicale.

Risultati e discussione

Utilizzando la metodologia americana sono state caratterizzate 148 Sottounità Tipologiche di Suolo (STS: fasi, varianti, unità aggiuntive di serie) contro 102 Soil Body (circa il 33% in meno). Di tutti i Soil Body, solo 28 rientrano in una sola Sottounità della Soil Taxonomy, mentre i rimanenti raggruppano suoli appartenenti

a diverse Sottounità, in altre parole, non più del 27% dei Soil Body è comparabile alle Sottounità. Inoltre, 26 Soil Body riuniscono suoli appartenenti a più di una serie, rendendo ancora più difficile il possibile parallelismo tra i due sistemi. La causa di questa difformità è da ricercarsi soprattutto nei diversi attributi utilizzati per la definizione del Soil Body e delle serie i quali, nel primo caso, sono fissi e considerano solo alcuni caratteri e proprietà del profilo, mentre nel secondo sono variabili e contemplano più elementi, non solo del profilo, ma anche del paesaggio. In definitiva, il concetto di Soil Body si differenzia da quelli di serie e di STS della Soil Taxonomy perché non individua le relazioni tra suoli e paesaggi; per questo motivo sembra essere un oggetto maggiormente idoneo alla gestione dei dati di un rilevamento già effettuato, piuttosto che alla organizzazione di quelli provenienti da un nuovo rilevamento pedologico.

Riferimenti

- Comitato Scientifico dell'EUROPEAN SOIL BUREAU (1999). Database georeferenziato dei suoli europei. Manuale delle procedure. Versione 1.1. Vers. It. a cura di E. A.C. Costantini. JRC, Ispra (VA), pp. 170.
- Costantini E.A.C., Sulli L. (2000). Land evaluation in areas with high environmental sensitivity and qualitative value of the crops: the viticultural and olive-growing zoning of the Siena province. *Boll. S.I.S.S.*, 49 (1-2), p. 219-234.
- Gardin L., Napoli R., Costantini E.A.C. (1996). Architettura di un database relazionale per un sistema informativo pedologico. *Bollettino della Società Italiana di Scienza del Suolo*, 8, p. 165-182.
- Gardin L., Napoli R., Costantini E.A.C. (1998). L'archiviazione e la gestione dei dati pedologici con il software "ISSDS" ver.2. *Genio Rurale*, 4, 1998, p. 50-56.
- IUSS-ISRIC-FAO-ISSDS (1999). *World Reference Base for Soil Resources*. Versione italiana a cura di E.A.C. Costantini e C. Dazzi. ISSDS, Firenze, pp. 98.

CARATTERIZZAZIONE PEDOLOGICA, FISICA E CHIMICA DEI SUOLI DELLE AREE SOMMITALI DEL MATESE CAMPANO (CASERTA)

A. Vacca, P. Violante

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

Il massiccio del Matese forma la porzione più settentrionale dell'Appennino Campano, al confine tra Campania e Molise. La litologia dell'area è costituita dalla successione carbonatica mesozoica, che comprende prevalentemente dolomie, calcari dolomitici, calcari e calcareniti. Questi substrati sono stati ricoperti da prodotti piroclastici, derivati dall'attività esplosiva dei vulcani quaternari della Provincia Comagmatica Romana, segnalati da diversi Autori ma non riportati nella cartografia geologica ufficiale. Tali prodotti piroclastici assumono enorme rilevanza quali substrati pedogenetici di suoli con caratteri del tutto peculiari e distinti da quelli formatisi direttamente sui termini della successione carbonatica.

Vengono riportati i primi risultati di uno studio finalizzato alla caratterizzazione, con particolare attenzione agli aspetti pedogenetici, di cinque suoli rappresentativi di diversi ambienti del massiccio del Matese Campano. I suoli, presenti a quote comprese tra 1050 e 1225 m s.l.m, ricadono in un'area con condizioni climatiche definite da circa 1500 mm di precipitazioni medie annue e da una temperatura media annua di circa 10°C. Il popolamento vegetale dell'area è costituito da boschi di faggio, talvolta piuttosto degradati a causa dello sfruttamento per l'utilizzazione del legname, e da prati e pascoli, prevalentemente a graminacee.

La morfologia dei suoli studiati è fortemente influenzata dai caratteri della stazione. Nelle aree in cui l'azione protettiva del bosco, unitamente a probabili condizioni paleomorfologiche favorevoli, ha preservato le coperture piroclastiche dai processi erosivi, i suoli sono molto profondi e presentano un'evidente discontinuità litologica. La discontinuità è posta in corrispondenza del passaggio tra il suolo sviluppatosi dai depositi piroclastici, con profilo del tipo A-Bw-C, ed un sottostante orizzonte argillico, da riferire ad un suolo preesistente sepolto dalle vulcaniti. Nelle aree in cui la copertura vegetale è di tipo erbaceo, o laddove il bosco è molto degradato, i suoli sono sottili e presentano un contatto litico con la roccia carbonatica entro i 50 cm di profondità. Solo in corrispondenza delle fratture della roccia il suolo risulta profondo e caratterizzato da un orizzonte argillico che si estende fino al contatto con la matrice litologica. In alcuni casi l'orizzonte superficiale di questi suoli sottili manifesta carattere tixotropico.

Sui campioni prelevati dagli orizzonti dei diversi profili sono state condotte indagini analitiche fisiche e chimiche. I suoli che durante l'indagine di campo erano stati riconosciuti come derivati dall'alterazione delle ceneri vulcaniche

presentano spiccate proprietà andiche, evidenziate da densità apparente $< 0,9 \text{ g cm}^{-3}$, da ritenzione dei fosfati $> 85\%$ e da $\text{Al}_0\% + 0,5 \text{ Fe}_0\% > 2\%$. Tali proprietà interessano uno spessore di suolo sufficiente a consentire l'inserimento nell'ordine degli Andisuoli. I risultati delle analisi di dissoluzione selettiva condotte sui campioni prelevati da questi suoli hanno evidenziato la presenza di materiale allofanico, da mettere in relazione con il regime di tipo udico di umidità del suolo. Per quanto concerne i sottostanti orizzonti argillici, solamente in uno dei profili studiati si ha evidenza di proprietà andiche. Gli orizzonti dei suoli sottili presentano valori di ritenzione dei fosfati e/o valori di $\text{Al}_0\% + 0,5 \text{ Fe}_0\%$ inferiori a quelli prescritti per le proprietà andiche, pur possedendo bassi valori di densità apparente attribuibili agli elevati contenuti di sostanza organica. Gli orizzonti argillici presenti in corrispondenza delle fratture della roccia carbonatica non presentano proprietà andiche.

I risultati finora conseguiti consentono di concludere che, laddove le coperture piroclastiche sono state preservate dai processi erosivi, i fattori ambientali hanno consentito una pedogenesi che ha portato alla formazione di suoli con spiccate proprietà andiche. Nelle aree più erose i suoli sono attualmente sottili e manifestano solo parzialmente alcuni dei caratteri che definiscono le proprietà andiche. Nel proseguo della ricerca si accerterà la composizione mineralogica di questi suoli con l'impiego di XRD, IR e microscopia elettronica.

SUOLI E SITI DI *TUBER MAGNATUM* PICO

L. Lulli

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, Catanzaro Lido (CZ)

Vi è una stretta interdipendenza tra i siti che ospitano *Tuber magnatum* Pico, detto anche tartufo bianco pregiato o di Alba, e la natura dei suoli nei quali avviene la maturazione del carpoforo.

Gli ambienti

I depositi alluvionali attuali

La dinamica dei corsi d'acqua provoca, in alcuni punti dell'alveo, la deposizione caotica di materiali trasportati con una disposizione diffusa di pori di medie e grandi dimensioni. Questa sembra essere una condizione necessaria per lo sviluppo dei carpofori.

I suoli di tutte le superfici alluvionali attuali che ospitano *T. magnatum*, senza eccezioni, dimostrano di avere nella massa calcare attiva ed un pH che oscilla tra 7.6 ed 8.3. La presenza di un sistema di macropori interconnessi coincidente con la presenza di calcare attivo ed un pH subalcalino hanno condotto a pensare che il tubero per crescere abbia bisogno di una buona ossigenazione del mezzo. E, facendo riferimento alla cinetica del sistema $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O-CaCO}_3$, che dice che nel velo liquido che circonda il carpoforo la soluzione è in equilibrio ($\Omega = 1$) quando il pH oscilla tra circa 7.7 e circa 9.0 e di conseguenza la CO_2 viene immediatamente bloccata e precipita sotto forma di CaCO_3 , e riprendendo indagini dirette sulla atmosfera del suolo condotte da Pacioni che indica che l'atmosfera che circonda il carpoforo è ossigenata, se ne deduce l'esigenza di un ambiente suolo aerato per lo sviluppo e la crescita del tartufo.

L'osservazione è coerente con il fatto che il carpoforo di *T. magnatum* è eterotrofo e che necessita pertanto di ossigeno come fonte di energia per il suo metabolismo, e con l'osservazione, ormai consolidata dalle numerose osservazioni dei cavatori, di una rapida crescita del carpoforo poco prima della maturazione.

Può confermare questo asserto la perdita di capacità di produrre *T. magnatum* di quei siti di ambiente fluviale che non vengono sommersi dalle piene da qualche tempo, come avviene in gran parte dei corsi d'acqua torrentizi che sono stati regimati con opere di contenimento.

Due fenomeni possono confermare l'assunto: (1) i suoli delle superfici terrazzate limitrofe alle aree produttive e che non sopportano piene ricorrenti non producono carpofori di *T. magnatum*, anche se vi sono state introdotte piante simbionti sicuramente micorizzate; e (2) gli stessi livelli sedimentati di recente che

tendono a collassare e ad subire fenomeni di *infilling*, cessano col tempo di produrre tartufi.

Altri ambienti che favoriscono la distribuzione caotica delle particelle di suolo sono:

- *I versanti in frana ed i corpi franosi*
- *Gli argini in erosione*
- *I fan*
- *Gli ambienti montani* con un ricorsivo manifestarsi di gelo e disgelo nel suolo.
- *Le marne*. Se alle gelate ricorrenti si aggiunge una elevata stabilità strutturale degli aggregati di medie dimensioni, come avviene per i suoli di alcune marne diffuse nell'Appennino centrale ed in parte del Piemonte, allora la probabilità del verificarsi delle condizioni idonee alla crescita di *T. magnatum* aumenta sino a diventare un fenomeno esteso.

In sintesi il suolo deve essere tendenzialmente umido, drenante, aerato, subalcalino.

Condizioni idonee allo sviluppo ed alla crescita del carpoforo di *Tuber magnatum* Pico si possono verificare dunque, in presenza di simbionti, lungo tutto l'Appennino centro settentrionale e nelle prealpi piemontesi dove, a causa della tettonica attiva, vi è affioramento o deposizione di materiali ricchi di carbonati, con un pedoclima udico – mesico.

La particolare esigenza del fungo micorrizico di avere un ambiente aerato e umido per fruttificare può essere raggiunta in situazioni ambientali molto diversificate conseguenti comunque un evento catastrofico. In realtà *T. magnatum* fruttifica solo e solo se alcune condizioni del mezzo si verificano, che sono: la dinamica del sito (naturale o indotta), l'aerazione del sistema suolo, una quasi costante presenza di umidità, ed il calcare attivo che determina condizioni di ossigenazione nel sistema.

Le esigenze ambientali di *T. magnatum* indicano che il fungo ha scelto per crescere una strategia di specializzazione che gli consente di fruttificare in ambienti decisamente dinamici nei quali la disorganizzazione delle particelle di suolo determina una disposizione diffusa e continua dei pori. In questi ambienti a rischio la rapida crescita e maturazione del carpoforo consente di portare a termine la maturazione degli aschi, cosa questa che non sarebbe consentita ai *Tuber* spp. che emettono tossine che necessitano di ambienti sufficientemente stabili per la formazione dei pianelli, come *Tuber melanosporum* Vitt.

Tuber magnatum quindi si è adattato a condizioni molto particolari di crescita, incontrando la sua nicchia in tutte quelle condizioni dinamiche e continuamente rinnovabili che abbiano carbonati attivi e che siano collocati in climi temperati umidi con un certo periodo di caldo estivo. Questa può essere la ragione principale della sua limitata diffusione.

Bibliografia

- 1) BRAGATO G., GARDIN L., LULLI L., PANINI T., PRIMAVERA F. (1992). I suoli delle tartufaie naturali della zona di San Miniato (Pisa). *Monti e Boschi*, 43 (2) :17-24.
- 2) BRAGATO G., PANINI T., PAGLIAI M.(1991) - Soil porosity and structural conditions in soils involved in white truffle production in the "Crete Senesi" Area (Tuscany). In corso di stampa presso Agricoltura Mediterranea.
- 3) LULLI L., BRAGATO G., GARDIN L., PANINI T., PRIMAVERA F. (1992). I suoli delle tartufaie naturali della bassa valle del Santerno (Mugello - Toscana). *Italia Forestale e Montana*. XLVII, n.5:251-267.
- 4) LULLI L., PANINI T., BRAGATO G., GARDIN L., PRIMAVERA F. (1991) - I suoli delle tartufaie naturali delle Crete Senesi. *Monti e Boschi*, XLII (5):31-39.
- 5) LULLI L., PAGLIAI M., BRAGATO G., PRIMAVERA F. (1993). La combinazione dei caratteri che determinano il pedoambiente favorevole alla crescita di *Tuber magnatum* Pico nei suoli dei depositi marnosi dello Shlier in Acqualagna (Marche). *Quaderni di Scienza del Suolo*, vol. V:143-159.
- 6) MIRABELLA A. (1983) - Indagine preliminare sui suoli di alcune tartufaie di *Tuber magnatum* Pico (tartufo bianco pregiato) nella valli del Metauro, Foglia, Marecchia e Savio nelle Marche. *Ann. Ist. Sper. Selvicoltura*, 14, 389-407.
- 7) MIRABELLA A., PRIMAVERA F., GARDIN L. (1992). Formation dynamics and characterization of clay minerals in a natural truffle bed of *Tuber magnatum* Pico on Pliocene sediments in Tuscany. *Agricoltura Mediterranea. Research*, 4: 433-444.
- 8) PANINI T., BRAGATO G., GARDIN L., LULLI L., PRIMAVERA F. (1991). Suoli e siti tartufigeni di un versante tipico della zona di S. Miniato in Toscana. *L'Italia Forestale e Montana*, XLVI, n.5:373-393.
- 9) PRIMAVERA F., LULLI L. (1992). I siti e i suoli naturali del tartufo bianco pregiato nella collina toscana (Crete Senesi e San Miniato). *Atti Congr. 'Micologia e vegetazione mediterranea'* vol. VII, n.2:225-231.
- 10) USDA (1985) - Soil Survey Manual. 430-V-SSM.
- 11) USDA (1994) - Keys to Soil Taxonomy.V ed. SMSS Technical Monograph n. 19.

6^a Commissione

**Tecnologia e Conservazione
del Suolo**

STUDIO DELL'EROSIONE DEI SUOLI DELLA TENUTA DI CASTELPORZIANO DUE METODI A CONFRONTO - Nota I°

F. A. Biondi, G. Montecchi, A. Menconi, A. Tinelli, A. Figliolia

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

Al fine di valutare il grado di erosione attuale dei suoli della Tenuta Presidenziale di Castelporziano presso il litorale romano e di individuare le aree a maggior rischio, sono stati utilizzati due metodi: "Analisi Geomorfica Quantitativa" e "Universal Soil Loss Evaluation (USLE)"

Il primo metodo, con caratteristiche geomorfologiche, elaborato da Ciccacci et alii (1988), propongono, per determinare il grado di erosione dei terreni, il calcolo del deflusso torbido unitario medio annuo (Tu); che rappresenta la quantità di materiale trasportato in sospensione per unità di superficie del bacino (degradazione specifica) mediante l'analisi di parametri geomorfici quali: il Gradiente medio di pendio delle aste fluviali (J) e la Densità di drenaggio (D). Detti parametri risultano strettamente correlati alle diverse caratteristiche geotecniche ed idrogeologiche dei litotipi presenti nell'area di drenaggio del bacino considerato, secondo la seguente formula:

$$\log Tu = 0,32474 D + 0,00794 J + 1,43206 \quad (\text{per areali con } D < 6)$$

Nella suddetta Tenuta sono stati individuati n.34 tra bacini idrografici principali e sottobacini. Per poter confrontare i risultati ottenuti nei singoli bacini, utilizzando lo stesso metodo, con quelli forniti da altri metodi, tutti i valori del trasporto torbido sono stati riportati a millimetri di suolo asportati mediamente in un anno e suddivisi in cinque classi:

I° classe: < 0,5 mm; II classe: 0,5-1,0 mm; III classe: 1,0-2,0 mm; IV classe: 2,0-4,0 mm; V classe: > 4 mm

Il secondo metodo, con caratteristiche pedologiche, è quello dell'Universal Soil Loss Evaluation (USLE), che utilizza l'equazione di Wischmeier e Smith (1965-1978). Per calcolare la quantità media di suolo erosa (A) è stata utilizzata la seguente equazione: $A = R K L S C P$; dove **R** è il fattore principale, che rappresenta la capacità erosiva della pioggia, il fattore **K** prende in considerazione le caratteristiche di erodibilità di uno specifico suolo ed è definito come la perdita di suolo per unità dell'indice **R**. Gli altri fattori **L**, **S**, **C**, **P** sono coefficienti correttivi correlati alla lunghezza del terreno, alla sua copertura vegetale e alle sistemazioni agrarie effettuate. Nella valutazione sono state utilizzate le stesse classi adottate nell'Analisi Geomorfica Quantitativa.

Il metodo USLE, sicuramente più preciso, dal punto di vista operativo per grandi areali presenta delle difficoltà, dovute al fatto che tale equazione è applicabile soltanto per il calcolo dell'erosione idrometeorica del singolo versante e

pertanto necessita, per un rilevamento corretto, di un numero elevato di punti di osservazione. Per poter portare i dati di rilevamento puntuale a dati areali è stata effettuata una estrapolazione mediante la sovrapposizione di diverse carte tematiche: geologica, morfologica, pedologica e vegetazionale.

Confrontando i due diversi metodi si evince, in linea generale, una congruenza dei dati nell'individuare le porzioni della Tenuta a diverso grado di erosione.

L'interpretazione critica dei dati a disposizione ha permesso di definire l'entità di erosione cui sono soggette le varie aree della Tenuta. Nonostante si sia rilevata una tendenza ad una distribuzione diversa delle piogge durante l'anno ed un sensibile aumento delle stesse nel periodo autunnale, la quasi totalità del territorio studiato presenta valori di erosione medio-bassi (< 1mm). Ciò è riconducibile ad una concomitanza di fattori quali quello geopedologico, in quanto i suoli hanno prevalentemente un epipedon sabbioso, quello morfologico, presentando la gran parte dell'area deboli pendenze, e quello vegetazionale per l'estesa copertura boschiva presente.

VALUTAZIONE QUALI-QUANTITATIVA DEL CONSUMO DI SUOLO IN FUNZIONE DELLO SVILUPPO DEL SISTEMA INSEDIATIVO NEI TERRITORI PROSSIMI ALL'ASTA DEL FIUME PO

S. Lorito, P. Rosetti, G. Vianello

CSSAS – Centro Sperimentale per lo Studio e l'Analisi del Suolo – Università di Bologna

In tutta la pianura padana un evidente fenomeno di degrado della risorsa suolo è rappresentato dal consumo di suolo per urbanizzazione con una densità media intorno al 9%; nei comuni ad alta densità abitativa, per lo più collocati lungo l'asse della via Emilia, le superfici impermeabilizzate possono superare anche il 20% della superficie totale. Tale trend è in continuo aumento per la richiesta di ampie superfici da utilizzare per attività del terziario.

Il fenomeno richiede un attento controllo nei casi in cui i territori interessati ricadano in prossimità dell'asta del fiume Po e dei suoi affluenti maggiori. I suoli di queste zone, variabili sia per condizioni pedogenetiche che micromorfologiche, ospitano attività agronomiche particolarmente spinte ed "aggressive" e pur presentando un tipo di utilizzazione agricola ad alto livello di produttività in linea con le regioni europee più avanzate nel settore, sono per lo più condizionati dal mantenimento in efficienza delle sistemazioni idrauliche.

Ne deriva pertanto la necessità di porre a confronto la dinamica di trasformazione dell'utilizzazione del suolo, con particolare riferimento al sistema insediativo, con le caratteristiche di qualità dei suoli.

La redazione di supporti cartografici dell'uso del suolo per essere significativa al fine del confronto deve prevedere suddivisioni in classi tali da usufruire delle diverse tecniche di fotointerpretazione e telerilevamento e procedere, poi, ad una riclassificazione ponderata del territorio in modo da valutare in termini qualitativi e quantitativi il tipo di modificazione o la persistenza nell'uso del suolo. Lo studio dello sviluppo insediativo nei territori prossimi all'asta del fiume Po, ed in particolare di quelli emiliani, viene condotto a livello amministrativo comunale utilizzando un idoneo sistema informativo geografico; l'indagine compiuta a grande scala permette infatti di individuare con particolare accuratezza i mutamenti intercorsi in uno specifico arco temporale mentre la coincidenza dei limiti delle aree studiate con i limiti amministrativi dei governi di carattere locale consente un aggancio immediato ed una pronta utilizzazione a livello di attività pianificatoria di ambito circoscritto, mirata ad un migliore utilizzo e conservazione della risorsa suolo.

MONITORAGGIO DELLE PROPRIETÀ IDRAULICHE NEI SUOLI IRRIGATI CON ACQUE REFLUE URBANE

P. Botti¹, A. Coppola², E. Murru¹, F. Salis¹, A. Santini³, S. Vacca⁴

¹ Ente Autonomo del Flumendosa - Cagliari

² Università degli Studi della Basilicata

³ Università degli Studi Federico II di Napoli

⁴ Università degli Studi di Sassari

Questo lavoro si iscrive in una ricerca multidisciplinare coordinata dall'Ente Autonomo del Flumendosa (Cagliari) e finalizzata al reimpiego in agricoltura delle acque reflue urbane effluenti dal depuratore di Is Arenas su suoli della Sardegna meridionale. Il lavoro ha l'obiettivo di illustrare le metodologie sperimentali utilizzate per verificare e quantificare gli effetti che le complesse interazioni chimico-fisiche e microbiologiche fra il suolo e le acque reflue possono indurre sulle caratteristiche del moto dell'acqua e del trasporto di soluti nel suolo. Un uso prudente di acque reflue nella esercizio irriguo richiede necessariamente pratiche di gestione e procedure di monitoraggio più complesse e stringenti rispetto all'uso di acque di buona qualità. Allo scopo vengono illustrate le potenzialità dell'impiego della riflettometria nel dominio del tempo (TDR) per la interpretazione dei processi che governano il moto dell'acqua ed il trasporto dei soluti nei mezzi porosi stratificati attraverso misure dettagliate e sistematiche del contenuto d'acqua θ e di concentrazioni di soluto. Lo studio è stato condotto su colonne di suolo non rimaneggiato (120 cm di altezza e 40 cm di diametro), attraverso le quali è stato prelevato l'intero profilo fino al materiale parentale. Le colonne hanno consentito di studiare la cinetica di infiltrazione di piogge simulate lungo il profilo di suolo e la successiva redistribuzione in presenza di evaporazione, con la possibilità di imporre condizioni al contorno ben controllate e campi di moto unidimensionali. Durante le prove sono state applicate intensità di pioggia variabili in relazione alle condizioni di umidità alle quali condurre la prova, con la possibilità quindi di impegnare totalmente o parzialmente la porosità del suolo. Le colonne sono state alimentate utilizzando alternativamente acque reflue, una soluzione di CaSO_4 oppure una soluzione di CaCl_2 di concentrazione definita con riferimento ai suoli in esame. Per il rilievo dei profili del contenuto d'acqua e del potenziale di matrice dell'acqua, nonché per il campionamento della soluzione circolante a varie quote, le colonne sono strumentate con sonde TDR, tensiometri ed estrattori di soluzione rispettivamente. Per la elevata risoluzione spaziale e temporale offerta dalla tecnica TDR, la propagazione del fronte di inumidimento e la dispersione del soluto sono state seguite con estremo dettaglio, consentendo una caratterizzazione completa ed affidabile delle proprietà idrodinamiche e dispersive dei mezzi porosi indagati.

EMERGENZA SUOLO E ANTROPIZZAZIONE DEL TERRITORIO: UN ESEMPIO SICILIANO

C. Dazzi*, S. Monteleone #

*Dipartimento di Agronomia, Coltivazioni Erbacee e Pedologia - Università di Palermo

#Dipartimento di Geologia e Geodesia - Università di Palermo

Le attività che più delle altre minacciano la pedodiversità e che conducono ad una "entisolizzazione" dei suoli sono legate all'agricoltura. Alla base di questo processo si pone l'azione dell'uomo che determina una omogeneizzazione spinta delle caratteristiche dei suoli e che può, a tutti gli effetti, essere considerata alla stessa stregua dell'erosione genetica che restringe il campo di variabilità ed omogeneizza gli esseri viventi. Tale problema investe anche l'Italia e in particolare la Sicilia, la più grande isola del Mediterraneo. Vaste aree della Sicilia occidentale, centrale e sud-orientale sono state e sono interessate da un processo di questo tipo.

Un caso molto particolare è quello del territorio del comune di Mazzarrone, nella valle del fiume Acate, nel sud-est della Sicilia, ove la pedodiversità è stata ormai quasi completamente annullata. In quest'area, caratterizzata da un clima di tipo mediterraneo, da substrati costituiti da calcareniti, calciruditi organogene e arenarie molto friabili la cui morfologia, guidata dalla presenza di superfici strutturali e/o substrutturali, risulta caratterizzata da ampi pianori, si sono prevalentemente evoluti Typic e Calcixerollic Xerochrepts e Typic, Calcic e Petrocalcic Haploxeralfs.

In questo territorio l'uva da tavola (cultivar Cardinal) ha trovato un habitat molto favorevole che, non solo ne ha condizionato positivamente le caratteristiche organolettiche ma ha favorito anche un incremento di produzione. Ciò ha determinato da un lato un incremento dei benefici sociali (nel comune di Mazzarrone quasi non esiste la disoccupazione e il reddito pro-capite è aumentato del 400% nell'arco di 10 anni), dall'altro ha indotto gli agricoltori ad ampliare le superfici destinate alla vite, sconvolgendo completamente l'assetto del territorio e annullando totalmente le caratteristiche distintive dei suoli presenti. Al loro posto oggi vi sono solo Arents ma, sarebbe più corretto definirli Anthrosols in cui non si nota più alcuna logica distribuzione degli elementi organici e minerali.

Questa pressione abnorme esercitata sull'ecosistema suolo, porta a sconvolgimenti di altra natura: il suolo così violentato si offre indifeso all'erosione. Sotto questi vigneti infatti, ogni anno tonnellate di suolo vengono portate via dal vento o finiscono in mare attraverso ampi solchi d'erosione che, a mano a mano che si formano vengono riempiti con materiale terroso trasportato da altri luoghi ove sono suoli che presentano ancora una propria configurazione.

IL CONSUMO DI SUOLO PER URBANIZZAZIONE IN SARDEGNA NEGLI ANNI 1954 - 1997. LA PROVINCIA DI SASSARI, PRIMI RISULTATI

S. Madrau

Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Università di Sassari

Premessa

Il processo di desertificazione è stato definito nel 1991 dall'UNEP come *Land degradation in arid, semiarid and dry subhumid areas resulting mainly for adverse human impact*.

Tra le principali attività umane responsabili del degrado di un territorio il consumo di suolo per urbanizzazione ne rappresenta, a causa della sua irreversibilità una delle più gravi.

Questo fenomeno è particolarmente evidente nelle aree a forte antropizzazione, quale ad esempio il bacino del Mediterraneo, dove le aree di espansione urbana sono generalmente quelle di maggiore produttività agricola.

Il consumo di suolo in Sardegna

Il fenomeno è stato già studiato nei due centri principali dell'Isola: Cagliari (Aru et al., 1983), Sassari (Madrau, 1993) e per i comuni di Porto Torres (Satta, 1991) e Alghero (d'Angelo et al., 2000) rispettivamente polo industriale e turistico nella Sardegna nord-occidentale.

In questi lavori il consumo di suolo è stato calcolato in diversi momenti, generalmente a intervalli decennali ed è stato disaggregato nelle seguenti componenti essenziali:

- a- fabbricati, distinti in centri urbani, nuclei residenziali (borgate), case sparse di civile abitazione, fabbricati rurali e industriali;
- b- viabilità e trasporti, articolati in rete viaria di interesse regionale, comprensoriale, locale e reti ferroviarie.

Questa articolazione non è rigida in quanto prevede l'inserimento di alcune situazioni esempio, servitù militari (aeroporti, poligoni e depositi non contigui ai centri urbani) e gli invasi, non presenti in tutti i comuni dell'Isola.

In questa nota vengono riportati i soli dati relativi ai centri urbani, nuclei residenziali, servitù militari e aree industriali. Sono in corso di raccolta i dati relativi alle case sparse e alle reti viarie.

Il periodo di studio è quello tra gli anni 1954-58, in cui l'IGM realizzò i voli per la redazione delle tavolette della serie 25/V (l'unica base topografica comune a

tutta l'Isola) e il 1997 in cui l'EIMA ha realizzato l'ultimo volo disponibile per tutta la Sardegna.

Risultati

Nel 1954-58 la superficie occupata ammontava a 3707,07 ha di cui 1623,63 ha attribuiti ai centri urbani, 375,7 alle servitù militari, 1621,2 a invasi. Su 90 comuni solo due avevano centri urbani con superfici superiori a 100 ha. Il numero maggiore di comuni (28,9 %) ricadeva nella classe 5-10 ha di ampiezza. Infine due comuni presentavano superfici inferiori a 1 ha.

Nel 1997 la superficie interessata dalle quattro tipologie è di 14993,02 ha di cui 9216,4 ha dovuti ai centri urbani. Minimi presentano le servitù militari 638,85 ha e gli invasi 2540,45 ha. Nel periodo in studio le aree industriali raggiungono 2597,68 ha. Durante questi anni scompaiono i centri urbani con superficie inferiore a 5 ha. Le classi di ampiezza più diffuse sono quelle di 10 – 20 ha (19 comuni) e quella di 50 – 100 ha (22 comuni). Vi sono inoltre 5 centri con superfici comprese tra 150 e 500 ha e rispettivamente 1 comune con superficie da 500 a 1000 ha e il capoluogo con oltre 1000 ha.

Conclusioni

Questi sia pure parziali mostrano la presenza di più livelli di centri di inurbamento della popolazione. La crescita osservata non appare al momento strettamente correlata con quella della popolazione essendo molte situazioni dovute a residenze di tipo turistico. Dovrà essere verificato sia il consumo dovuto alle diverse tipologie viarie e alle residenze sparse. Tutti i valori dove possibile saranno ripartiti nelle diverse tipologie pedologiche al fine di determinare il consumo di suolo anche in termini di potenzialità produttiva agricola.

Bibliografia

- Aru A., Baldaccini P., Malquori A., Melis R.T., Vacca S., 1983 - Il consumo delle terre a causa della espansione urbana del territorio intorno a Cagliari. Istituto di Geologia, Paleontologia e Geografia Fisica dell'Università di Cagliari.
- d'Angelo M., Enne G., Madrau S., Zucca C., 2000 – Soil consumption by urbanisation: a case study in northern Sardinia (Italy). Proceedings of the meeting on *Interdependency between agriculture and urbanization: conflicts on sustainable use of soil and water*. Tunis, 3-6 April 2000, in print.
- Madrau S., 1993 - La perdita di suolo per urbanizzazione negli anni 1958-1989 nei territori comunali di Sassari e Stintino, (Sardegna nord- occidentale). Studi Ssassaresi, sez. III, Annali della Facoltà di Agraria, vol. XXXV (1°), pag. 77 -106, Sassari

- Satta V., 1991 – Il consumo di suolo per urbanizzazione nel territorio del commune di Portotorres (Sassari). Tesi di Laurea, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Sassari, Anno Accademico 1991-92
- UNEP, 1991 - Status of desertification and implemetation of the United Nations plan of action to combat desertification, Nairobi.

7^a Commissione

Mineralogia del Suolo

CARATTERIZZAZIONE MINERALOGICA DI SUOLI CONTAMINATI DALL'ATTIVITÀ DI IMPIANTI SIDERURGICI.

P. Adamo, M. Arienzo, M. R Bianco, P. Violante

Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università degli studi di Napoli Federico II Portici (Na)

Le attività legate ai processi produttivi di industrie di estrazione, lavorazione e trasformazione di metalli hanno indotto profonde modificazioni delle proprietà e del contenuto in elementi in traccia dei suoli presenti all'interno o in prossimità degli insediamenti industriali (Adamo et al. 2001, Dudka and Adriano, 1997). Numerosi suoli e siti contaminati sono stati descritti e caratterizzati negli Stati Uniti, in Canada, in Polonia e in diversi stati Europei. La maggior parte di tali indagini ha riguardato, in particolar modo, l'accertamento del grado di contaminazione da metalli pesanti di suoli prossimi ad industrie di estrazione di metalli da minerali non ferrosi. Al contrario, un numero molto limitato di studi, è stato condotto in aree interessate dall'attività di impianti siderurgici. In tali studi l'analisi mineralogica delle diverse frazioni del suolo in associazione con specifiche analisi chimiche, costituisce uno strumento essenziale per l'identificazione e la valutazione quantitativa delle forme minerali in cui gli elementi vengono a trovarsi nella pedosfera. L'accertamento delle diverse fasi minerali fornisce indicazioni circa le origini, la mobilità e la potenziale tossicità dei metalli pesanti nei suoli contaminati. Indicazioni che possono risultare particolarmente utili nella fase di selezione delle più appropriate metodologie di bonifica.

Si riportano i risultati delle analisi mineralogiche, condotte con l'impiego della diffrazione a raggi-X, sulle frazioni granulometriche sabbia grossa ($\varnothing 2-0.2$ mm) e argilla ($\varnothing < 2$ μ m), dei diversi orizzonti di alcuni profili rappresentativi dei suoli dell'impianto siderurgico dismesso ILVA di Bagnoli (Na). Tre profili (PM1, PM2, PM3) rappresentativi dei suoli dell'area Parco Minerale, interessata dallo stoccaggio di materie prime (minerali ferrosi, fondenti, metalli puri e ferroleghie). Un profilo (PF1), rappresentativo dei suoli dell'area Parco Fossile interessata dallo stoccaggio di carbon fossile ed un profilo (CA1), rappresentativo dell'area Campo Americano poco interessata dall'attività industriale.

E' stato inoltre determinato, nella frazione ($\varnothing < 2$ μ m) separata dai campioni prelevati dagli orizzonti di tutti i profili studiati, il contenuto dei metalli pesanti associati alle fasi di ferro amorfe e cristalline o presenti nella struttura di altri minerali (residuo), per trattamento con soluzione di ammonio ossalato a pH 3, e, in successione, con soluzione di sodio ditionito-sodio citrato e, in forno a microonde, con miscela HNO₃-HF (5:1).

Le fasi minerali del ferro, solubilizzate in sequenza dai reattivi impiegati, sono state messe in evidenza mediante l'impiego della diffrazione a raggi-X differenziale (DXRD).

Bibliografia

ADAMO P., DUDKA S., WILSON M.J., MCHARDY W.J. (2001). Distribution of trace elements in soils from the Sudbury smelting area (Ontario, Canada). *Water, Air & Soil Pollution* (in stampa)

DUDKA S., ADRIANO D.C. (1997). Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review. *J. Environ. Qual.* 26 : 590-602

ANALISI MICROMORFOLOGICA E MINERALOGICA DI ALCUNE FIGURE PEDOGENETICHE NELLE TERRE ROSSE

C. Colombo*, F. Terribile**, A. Violante**

*Dipartimento di Scienze Animali, Vegetali e dell'Ambiente Università del Molise, Campobasso (CB).

**Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie. Università di Napoli "Federico II", Portici (NA).

Le Terre Rosse sono paleosuoli delle regioni mediterranee sviluppatasi in condizioni pedoclimatiche di tipo xerico e generalmente distribuiti su rocce carbonatiche. Molte Terre Rosse presentano al loro interno "figure pedogenetiche" formatesi in condizioni climatiche diverse dalle attuali quali ad esempio le concrezioni di bauxite e le pellicole di argilla (Colombo and Terribile, 1994).

L'obiettivo di questo lavoro è lo studio micromorfologico e mineralogico di alcune di queste "figure pedogenetiche" in orizzonti sub-superficiali selezionati da Terre Rosse. Alcuni profili di Terre Rosse pugliesi sono stati descritti e campionati. L'analisi micromorfologica e mineralogica è stata focalizzata sugli orizzonti Bc, per le concrezioni, e sugli orizzonti Bt e Btc, per le pellicole di argilla. I campioni sciolti degli orizzonti Bc e le concrezioni bauxitiche sono stati osservati al microscopio ottico (MO) ed al microscopio elettronico a scansione (SEM) fornito di microanalisi (EDS). Sulle sezioni sottili sono state analizzate le concrezioni e le pellicole di argilla.

Le concrezioni hanno presentato una struttura a fasce concentriche con microcavità al cui interno sono stati osservati cristalli di ematite e di gibbsite di dimensioni comprese tra 1 e 10 μm . La composizione mineralogica delle concrezioni bauxitiche, determinata mediante analisi diffrattometrica ai raggi X (XRD), ha mostrato che gli ossidi più abbondanti sono la boehmite seguiti da ematite, goethite, gibbsite ed anatasio (Colombo et al. 1991). All'interno di alcune concrezioni è stata osservata presenza di quarzo, caolinite, calcite ed illite. L'osservazione al microscopio ottico ha rilevato la presenza di pellicole di argilla in molti orizzonti subsuperficiali, spesso associate a concrezioni bauxitiche. Sono state osservate diverse generazioni di pellicole di argilla a diversa granulometria e con vario grado di degenerazione del fabric interno e diversa composizione mineralogica. Le pellicole hanno mostrato, mediante l'analisi EDS, composizione chimica con marcata variazione del contenuto di ferro denotando fasi differenziate nella loro formazione. Le pellicole di argilla sono state rinvenute, anche flocculate, all'interno di alcune superfici della roccia carbonatica. Tali micrositi si sono rivelati molto conservativi e quindi di grande interesse per l'analisi delle dinamiche d'illuviazione dei paleosuoli.

In conclusione, è possibile affermare che l'analisi delle concrezioni bauxitiche e (delle diverse generazioni) delle pellicole di argilla rappresenta uno strumento

importante per la comprensione dell'entità e della tipologia dei principali processi pedogenetici delle Terre Rosse.

Bibliografia

- C. Colombo, A. Marchetiello, A. Violante e P. Violante (1991). Caratterizzazione mineralogica di noduli bauxitici in Terra Rossa. Atti del IX Convegno Nazionale della Società Italiana di Chimica Agraria SICA. Torino. 47-50.
- C. Colombo e F. Terribile. (1994). Weathering relationships between glauconite, aluminous illite and iron oxides in Terra Rossa of southern Italy. Proceeding 15th World Congress of Soil Science. Acapulco July 10-16. Vol. 8a. 49-66.

8^a Commissione

Suolo e Ambiente

MONITORAGGIO DEL CADMIO IN DIFFERENTI COMPARTI AMBIENTALI ITALIANI. NOTA I: RISULTATI PRELIMINARI

P. Sequi, L. Nisini, A. Trincherà, A. Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

L'Ispettorato Centrale Repressione Frodi (I.C.R.F.) del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, nel giugno 2000 ha dato incarico all'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante (I.S.N.P.) di effettuare una campagna di monitoraggio del Cadmio nei diversi comparti ambientali, al fine di fornire alla Commissione Europea (DG III) informazioni utili alla definizione del limite del suddetto elemento nei fertilizzanti.

Il monitoraggio è stato condotto, a livello nazionale, consultando le diverse istituzioni potenzialmente detentrici di tali informazioni. E' stata altresì condotta un'accurata indagine bibliografica a carattere nazionale. L'obiettivo di tale indagine è stato quello di evidenziare la maggior parte dei gruppi di ricerca che sul territorio nazionale si occupano della materia. Sono stati così individuati i nominativi di circa 200 Istituzioni, tutte successivamente contattate.

Purtroppo, delle potenziali fonti contattate, solo il 15% ha fornito informazioni. Relativamente alle fonti mancanti, non si è stati in grado di appurare se queste siano effettivamente mancanti oppure se non sia stata correttamente contattata l'Istituzione competente, malgrado nella formalizzazione delle richieste, inoltrata per via ufficiale, sia stata sottolineata l'importanza di conoscere anche tale informazione.

Da un'analisi complessiva dei dati comunque raccolti (circa 38.000), si evince che le Regioni del Nord Italia sono coperte da una rete di monitoraggio, le Regioni del Centro Italia possiedono il rilevamento solo per alcuni comparti e talvolta in maniera puntuale, mentre nel caso del Sud Italia ed Isole non si dispone di informazioni, fatta eccezione di pochi siti monitorati per scopi di ricerca scientifica.

Dei diversi comparti ambientali acqua, aria e suolo, quest'ultimo è quello in relazione al quale si dispone di minori informazioni. Il monitoraggio ha evidenziato che i dati sul suolo derivano fundamentalmente dalle Istituzioni di ricerca e solo raramente vengono raccolti dalle autorità locali (questo è accaduto, ad esempio, nel caso del Veneto, Friuli Venezia-Giulia e Trentino Alto-Adige), al contrario del comparto acqua, prevalentemente monitorato da parte di queste ultime.

I dati relativi al comparto atmosfera provengono sia da monitoraggio che da attività di ricerca scientifica. Praticamente assenti i dati inerenti l'aspetto epidemiologico, mentre sono disponibili informazioni relative al contenuto di Cadmio nelle matrici alimentari.

Le informazioni ottenute, sebbene siano relative prevalentemente a realtà del Nord-Italia, consentono una prima valutazione sul reale livello di "rischio Cadmio" in Italia. Se pure bisogna sottolineare che i dati a disposizione non possono e non debbono essere considerati esaustivi, in quanto specchio di una realtà territoriale solo parziale, è tuttavia possibile mettere in evidenza che, ad esempio, relativamente al contenuto in Cadmio nei suoli agrari, forestali od a pascolo fin qui monitorati, il livello medio nazionale rilevato risulta davvero esiguo ($\sim 0,5$ mg/kg). Situazioni particolari, come nel caso dei terreni agrari della Provincia di Cagliari (Sardegna), per i quali il contenuto medio in Cd risulta maggiore (1,8 mg/kg), sono senz'altro dovuti a specifiche fonti di inquinamento o soprattutto di composizione anomala (i terreni agrari considerati sono situati in aree limitrofe a zone fortemente industrializzate o addirittura in aree sub-minerarie).

Analogamente, i numerosi dati relativi al contenuto in Cadmio nelle acque superficiali dimostra come non si possa certamente ipotizzare un rischio Cd da lisciviazione nelle falde, dal momento che i valori medi riscontrati sono davvero esigui praticamente per tutti i rilievi effettuati. E' probabile che le caratteristiche pedologiche dei suoli italiani, oltre al limitato apporto di piogge acide, possano effettivamente limitare il rischio di inquinamento da Cadmio nei differenti comparti ambientali considerati.

E' stato altresì realizzato un "Caso-Studio" sui fertilizzanti, promosso in accordo con l'Ispettorato Centrale Repressione Frodi. Malgrado l'elaborazione effettuata riguardi un numero di campioni limitato (409), tuttavia essa rende conto del fatto che, almeno per i concimi considerati in tale studio, quelli prodotti e distribuiti sul mercato esclusivamente nazionale hanno tenori medi in Cadmio minori rispetto alle corrispondenti tipologie di concimi CEE. Tale dato, riconducibile probabilmente alla diversa provenienza delle matrici fosfatiche utilizzate per la produzione di detti fertilizzanti, giustifica l'apparente limitato livello di "rischio Cadmio" inerente l'uso dei fertilizzanti minerali prodotti in Italia.

Il presente lavoro, anche se corrisponde pienamente al mandato conferito dall'Ispettorato all'Istituto, non vuole certo essere un lavoro conclusivo sul "risk assessment" relativo al Cadmio. Esso si propone come una base di partenza per ulteriori elaborazioni, realizzabili esclusivamente mediante l'ausilio e la disponibilità degli Enti e delle Autorità locali a fornire ulteriori dati inerenti tale problematica, in modo tale da completare il data-base già parzialmente organizzato.

CONTENUTI DI PLATINO NEI SUOLI URBANI DI ROMA ED IMPLICAZIONI PER L'IMPATTO DA TRAFFICO VEICOLARE SULL'AMBIENTE

D. Cinti*, M. Angelone, U. Masi***

* Università di Roma "La Sapienza" Dipartimento di Scienze della Terra, Roma

** ENEA, C. R. CASACCIA- TEIN CHIM, Roma

Sono stati studiati con il metodo dell'ICP-MS 49 campioni di suolo superficiale prelevati nel 1992 nell'area urbana di Roma per la determinazione del contenuto di Pt. Sono stati inoltre analizzati, per confronto, 47 campioni provenienti da diverse località del Lazio situate in aree a scarsa densità di traffico veicolare. Nella scelta dei siti di campionamento si è avuto cura di rappresentare la diversità geologica dei substrati.

I contenuti di Pt nei suoli urbani di Roma variano da 0,8 a 6,3 $\mu\text{g}/\text{kg}$, mentre nei suoli 'naturali' del Lazio sono compresi da 0,1 a 8,4 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Pertanto la corrispondenza fra i due intervalli di concentrazione permette di affermare che al 1992 il contenuto di Pt nei suoli della città di Roma era dello stesso ordine di grandezza di quello dei suoli naturali. Non è stata inoltre trovata alcuna relazione tra la litologia delle rocce madri e i contenuti di Pt nei suoli derivati.

Il confronto con i dati della letteratura internazionale, evidenzia marcati arricchimenti in Pt nei suoli urbani di quei Paesi europei in cui l'introduzione delle marmitte catalitiche è avvenuta in anticipo rispetto all'Italia. Ad esempio, in Germania, già nel periodo 1993-95 l'intervallo di concentrazione del Pt risultava compreso da 20 a 300 $\mu\text{g}/\text{kg}$ in suoli raccolti in prossimità delle autostrade.

I dati da noi ottenuti forniscono un'utile informazione relativamente ad un periodo in cui il numero di veicoli a motore dotati di dispositivo catalitico costituiva una modesta percentuale del parco automobilistico circolante. Infatti essi permettono di definire i valori di riferimento del così detto punto zero della concentrazione del Pt nei suoli urbani di Roma e in quelli 'naturali' del Lazio.

Una nuova raccolta di suoli è stata fatta di recente a Roma, a quasi dieci anni dal primo campionamento. Lo scopo è stato quello di verificare eventuali fenomeni d'accumulo prodottisi in seguito alla massiccia introduzione dei dispositivi catalitici sulle autovetture. I risultati sono attualmente in via di elaborazione e faranno parte integrante del presente lavoro.

RICERCHE SPERIMENTALI SULLA SENSIBILITÀ DEI SUOLI ALLA SALINITÀ. NOTA 11: RISULTATI DI UN SETTEENNIO⁽¹⁾

V. Lombardo, G. Fierotti, A. Davì, G. Furnari ⁽²⁾

⁽¹⁾ Ricerche svolte con contributo del MiPA. (Progetto PANDA) e del C.NR. (Gru.S.I.).

⁽²⁾ Gli AA. sono Prof. Ord. di Agronomia Generale il 1°, Prof. Ord. di Pedologia il 2°, Collaboratori tecnici il 3° ed il 4°, tutti presso il Dipartimento A.C.E.P. d1~II'Università di Palermo.

I primi 2 autori hanno curato l'impostazione e la stesura del lavoro, gli altri 2 hanno eseguito le analisi di laboratorio, la raccolta e l'elaborazione dei dati.

Si riferisce sui primi sette anni di ricerche in cassoni lisimetrici sulla sensibilità dei suoli alla salinità dell'acqua di irrigazione. la ricerca ha avuto inizio nel 1994 utilizzando un impianto appositamente costruito presso l'azienda "Pietranera" della "Fondazione A. e S. Lima-Mancuso" dell'Università di Palermo, in agro di S. Stefano Quisquina (AG). L'impianto consiste in ventuno cassoni in cemento armato vibrato, rivestiti internamente con resina sintetica, della superficie di m² 2,5 cadauno e profondità utile di m 0,50, riempiti con lo strato lavorato di un terreno argilloso (Vertic Xerocept). I lisimetri sono disposti su due file interrate, ai lati di un corridoio di servizio scavato in modo da potervi collocare i recipienti di raccolta delle acque di drenaggio, provenienti sia da irrigazione sia da pioggia. Il dispositivo sperimentale, a parcelle suddivise con tre repliche, prevede l'utilizzo di un solo tipo d'acqua salma ($EC_w = 2,2 \text{ dS m}^{-1}$) per l'irrigazione di due specie, una mediamente resistente (pomodoro da industria) ed una sensibile alla salinità (fagiolo borlotto) (1^a suddivisione), con tre volumi d'adacquamento differenziati in funzione di tre diversi valori di L.R. (Coefficiente di lisciviazione) (2^a suddivisione), messi a confronto con un testimone irrigato con acqua dolce. L'avvicendamento culturale adottato (di tipo biennale), è il seguente: fagiolo — orzo — pomodoro — orzo. Il calcolo dell'L.R. è stato impostato in funzione della riduzione di resa attesa dalle colture irrigate con l'acqua salma. Alla fine e prima dell'inizio della stagione irrigua vengono prelevati campioni di suolo da tutti i lisimetri, alle profondità di cm 0-20 e cm 20-45 per l'esecuzione di tutte le analisi programmate. Le acque di drenaggio, provenienti sia da pioggia sia da irrigazione vengono di volta di volta raccolte, misurate ed un campione medio viene avviato in laboratorio per le analisi, I risultati di questi sette anni di ricerche mettono in evidenza un costante aumento del pH e del Sodio solubile nel suolo, a fronte di una diminuzione del Calcio e del Magnesio solubili. Gli aumenti risultano più marcati con i volumi d'adacquamento più elevati. Le colture hanno mostrato, nel corso degli anni, di tollerare sempre meno gli incrementi di salinità del suolo.

**INDAGINE PRELIMINARE SULL'EVOLUZIONE DEI SUOLI IN
AMBIENTI DI RECENTE BONIFICA
(DELTA DEL PO - VALLI FERRARESI)**

A. Buscaroli, M. Gherardi, G. Vianello.

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

La presente indagine si prefigge lo scopo di valutare le correlazioni esistenti tra trasformazioni dell'uso dei suoli e modificazioni chimico-fisiche degli stessi mediante la procedura del confronto temporale in territori interessati da recenti opere di bonifica idraulica e di particolare fragilità ambientale data la vicinanza alla costa adriatica. L'ambito pedologico è infatti compreso tra il delta del Po e le valli ferraresi ed interessa in particolare i territori comunali di Codigoro, Comacchio, Goro, Lagosanto e Mesola.

L'indagine tiene conto della disponibilità di diversi studi, realizzati nell'arco del ventesimo secolo e tali quindi da permettere il confronto significativo di alcuni parametri chimico fisici dei suoli per verificarne le tendenze evolutive.

I primi dati disponibili risalgono ad una campagna pedologica condotta tra il 1930 ed il 1940 per caratterizzare i suoli della provincia di Ferrara; ulteriore fonte di dati è rappresentata dalla campagna pedologica realizzata nei medesimi ambiti dalla A.N.B. (Associazione Nazionale Bieticoltori) nell'arco temporale compreso tra il 1954 ed il 1961. Altro termine di confronto è rappresentato dalla cartografia dei suoli della Regione Emilia-Romagna che, realizzata ed aggiornata a partire dal 1990, individua per tutto il territorio regionale le delineazioni pedologiche correlate con le relative determinazioni analitiche.

Dal momento che più di 3000 punti di lettura e di prelievo dei suoli sono risultati localizzati su supporto cartaceo, e ad essi allegate su opportuni tabulati le relative determinazioni analitiche, è stato possibile procedere alla loro georeferenziare su adeguato supporto informatico e alla creazione di uno specifico data base.

I parametri fisico-chimici presi in considerazione, pur tenendo conto delle differenti modalità di analisi, hanno riguardato tessitura, pH, calcare, sostanza organica ed azoto.

Tali informazioni sono state associate ai caratteri pedologici dei suoli e correlate ad un modello altimetrico di dettaglio in grado di mettere in risalto le depressioni morfologiche, i cordoni dunali antichi e recenti oltre alle imponenti strutture arginali caratteristiche della zona. Il successivo confronto tra caratteri chimico-fisici in funzione delle trasformazioni dell'uso del suolo fornisce una preliminare valutazione circa i diversi trend evolutivi di carattere geopedologico verificatisi in un arco temporalmente breve.

La gestione di un numero così rilevante di informazioni territoriali ha reso necessario disporre di un appropriato contesto organizzativo e dell'impiego di un sistema informativo in grado di permettere la valutazione incrociata dei diversi livelli tematici.

**REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA DI MONITORAGGIO PER IL
CONTROLLO DEL FENOMENO DI SALINIZZAZIONE DEI SUOLI:
RISULTATI DELLA FASE CONOSCITIVA NELLA PIANA
DI MURAVERA-VILLAPUTZU (SARDEGNA SUD-ORIENTALE)**

N. Fadda^{}, S. Fanni^{*}, F. Fantola^{*}, P. Lai^{**}, D. Manca^{*}, G. Mereu^{*}, M. Onano^{**},
R. Puddu^{***}, F. Sanna^{*}**

CENTRO REGIONALE AGRARIO SPERIMENTALE

^{*} Settore Utilizzazione del Territorio

^{**} Settore Laboratorio di Analisi chimico-fisiche

^{***} Referente Progetto

Nell'ambito del progetto "Qualità dei suoli", che prevede uno studio degli impatti sui suoli dovuti alle lavorazioni agricole e altre pratiche colturali (irrigazione, concimazioni, etc.), il Centro Regionale Agrario Sperimentale sta sviluppando un programma di studio sugli effetti della salinità dei suoli indotta dall'irrigazione con acque di scarsa qualità in diverse aree campione della Sardegna.

Tra le diverse aree della provincia di Cagliari, la piana di Muravera-Villaputzu ha rappresentato motivo di maggior interesse per l'avvio della ricerca in quanto presenta alcuni importanti requisiti:

- una persistenza storica del fenomeno, che consente di definire un trend evolutivo dello stesso anche in considerazione del fatto che esistono numerosi studi realizzati nell'area, in passato, con cui integrare i dati derivanti dall'attuale ricerca;
- la presenza di colture tipiche e specializzate, rappresentate nella fattispecie dalle agrumicole, molto sensibili ai problemi di salinità e di conseguenza adatte ad uno studio sull'eventuale incidenza del fenomeno di salinizzazione sulla resa produttiva delle colture.

Gli scopi che ci si prefigge con lo studio in corso sono:

- ⇒ fare un inventario delle condizioni allo stato attuale, ossia conoscere le proporzioni, l'estensione e la distribuzione della salinità nella zona di radicazione dei suoli dell'area di interesse, in previsione di attuare un
- ⇒ programma di monitoraggio per osservare l'evoluzione del fenomeno, ossia conoscere i cambiamenti e la tendenza della salinità del suolo nel tempo, per avere quindi la
- ⇒ possibilità di valutare gli strumenti e le pratiche di gestione più opportuni per contenere il fenomeno;

⇒ individuare, infine, una metodologia di ricerca ed una sua applicazione sperimentale che sia di riferimento ad analoghi studi che si potranno realizzare in altre aree con problemi di suoli salini

Il presente lavoro riferisce dei risultati ottenuti nella fase conoscitiva della ricerca, denominata "Inventario delle condizioni", e della metodologia usata per la predisposizione di un futuro piano di monitoraggio.

Tale fase si è conclusa con:

1. Raccolta ed archiviazione informatica dei dati.
2. Elaborazione e restituzione degli stessi in adeguate cartografie tematiche.
3. Prima interpretazione del fenomeno mediante correlazioni con altri dati esistenti, (climatici, idrogeologici, di utilizzazione del suolo).
4. Impostazione della fase "Monitoraggio" (identificazione dei "siti di monitoraggio").

**ANALISI FATTORIALE E RAPPRESENTAZIONE SU BASE G.I.S. DI
INDICI DI CONTAMINAZIONE DA METALLI PESANTI NEL SUOLO.
CASO STUDIO DI UN TRANSETTO IN VALCHIAVENNA.**

A. Buondonno, E. Coppola, A. Letizia

Dipartimento di Scienze Ambientali, Seconda Università degli Studi di Napoli, Caserta

Nell'ambito del Progetto "Laboratorio Valchiavenna" è stato avviato, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio dell'Università di Milano Bicocca, uno studio finalizzato alla elaborazione di un idoneo indice di qualità ambientale in relazione alla presenza e mobilità di metalli pesanti nel suolo. Un'indagine preliminare è stata condotta su orizzonti di superficie e di profondità di 7 profili (Cambisols, Umbrisols, Podzols e Regosols) campionati nel transetto di Campodolcino in Valchiavenna (SO). I suoli presentano in media tessitura franco-sabbiosa, elevati valori di acidità attuale e potenziale (pH-H₂O=4.3; pH-KCl=3.8) e di C organico (30.8 g/kg), CSC medio-alta (17.7 cmol[+]/kg). Sono state prese in considerazione le forme totali e le forme disponibili (estraibili in EDTA) di Al, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn. In relazione alle forme totali, sono stati accertati valori medi decrescenti secondo l'ordine Al>>>Zn>Pb>Ni>Cr>Cu>Co>>Cd, corrispondenti rispettivamente a 15700, 96.3, 50.8, 40.3, 30.4, 26.9, 13.9 e 1.2 mg/kg. Differentemente, le aliquote disponibili sono risultate decrescenti secondo l'ordine Al>>>Pb>Zn>Cu>>Ni>Co>Cd>Cr, con valori medi corrispondenti rispettivamente a 440.6, 29.6, 8.5, 3.2, 1.4, 0.9, 0.5 e 0.1 mg/kg. Sono stati inoltre determinati i coefficienti di mobilità (CM) dei metalli esaminati, secondo l'espressione $CM = \frac{[\text{elemento disponibile}]}{[\text{elemento totale}]} * 100$. I valori medi dei CM sono risultati decrescenti secondo l'ordine Cd>Pb>>Co>Cr>Al>Zn>Ni>Cu, corrispondenti rispettivamente a 30.3, 24.1, 8.6, 8.2, 3.6, 3.4, 2.7 e 1.0 %. L'analisi fattoriale ha consentito di estrarre e discriminare le componenti principali della variabilità pedologica connesse con la variabilità della distribuzione dei metalli pesanti. Sono stati identificati quattro fattori prevalenti, ordinati secondo magnitudo decrescente: I) fattore "complesso di scambio/elevata acidità", connesso con il sistema "Al/Cr"; II) fattore "tessitura grossolana", connesso con il sistema "Pb/Zn/Cd"; III) fattore "evoluzione del profilo", connesso con il sistema "Ni/Co", ed infine IV) fattore "tessitura fine", connesso con il sistema "Cu". Dalla rielaborazione grafica del data-base in formato G.I.S. sono stati prodotti il profilo altimetrico ed il D.E.M. dell'area oggetto di studio e, tramite interpolazione spaziale, sono state generate le Carte di Distribuzione dei Coefficienti di Mobilità per ciascuno dei sistemi Al/Cr, Pb/Zn/Cd, Ni/Co, e Cu, con i relativi fattori di compensazione. I risultati ottenuti suggeriscono che la diversa distribuzione e mobilità dei metalli pesanti considerati

è da attribuire essenzialmente alle differenti caratteristiche pedologiche dei suoli esaminati, ed inducono ad escludere, allo *statu quo*, una significativa diretta contaminazione da sorgenti antropiche nel territorio considerato.

L'EMERGENZA SUOLO NELLE PIANURE ALLUVIONALI DEL VERSANTE MERIDIONALE DELLA SICILIA

S. Raimondi, A. Indorante

Dipartimento di Agronomia, Coltivazioni erbacee e Pedologia (ACEP), Palermo

Nelle aree di pianura si riscontrano spesso suoli molto profondi e pianeggianti. La limitazione all'uso agricolo è rappresentata dal drenaggio molto lento od imperfetto. In passato le bonifiche agrarie hanno migliorato le condizioni idrologiche ed anche quelle sanitarie eliminando le aree acquitrinose in cui si sviluppavano le zanzare portatori di malaria. Tali opere hanno interessato anche il corso dei fiumi che è stato rettificato eliminando i meandri e cementificando gli alvei. Tutti i fiumi delle pianure siciliane del versante meridionale (Belice, Licata, Gela) oggi hanno il letto infossato, delimitato da alti argini e sfociano dritti a mare. In tali fiumi confluiscono una serie di canali che drenano le acque delle aree pianeggianti in sinistra ed in destra dell'asse principale, spesso provenienti da substrati della serie gessoso solfifera e quindi presentano una certa carica salina. I suoli che si riscontrano sono in parte caratterizzati da un'elevata salinità, mentre altri ne sono privi.

Il lavoro dopo aver descritto l'ambiente, i suoli più diffusi, l'uso attuale agricolo ed extra-agricolo, si sofferma sulle caratteristiche della rete drenante e sulla sua gestione attuale. In alcuni tratti tale rete non esplica in pieno la sua funzione e spesso mette a rischio la capacità produttiva dei suoli, la produzione agraria e le attività dell'uomo.

**L'EMERGENZA SUOLO SULLE SCIARE (FORMAZIONE
CALCARENITICA PLEISTOCENICA) IN AGRO DI MARSALA E
MAZARA DEL VALLO (TP)**

S. Raimondi, A. Indorante, V. Paladino

Dipartimento di Agronomia, Coltivazioni erbacee e Pedologia (ACEP). Palermo

I marsalesi ed i mazaresi rappresentano due comunità fra le più attive della Sicilia. Tale operosità si svolge quasi esclusivamente nel settore primario e specificatamente nell'ambito delle colture intensive (serre, colture ortive di pieno campo, frutteti e vigneti di uva da vino). L'agricoltura è molto redditizia per l'ubicazione geografica del territorio particolarmente favorevole, per i suoli ad alta potenzialità agronomica e per l'elevata disponibilità di acqua per l'irrigazione. L'insufficiente disponibilità di suoli agricoli rappresenta una grande limitazione per lo sviluppo rurale di Marsala. Pertanto i marsalesi, al fine di aumentare la disponibilità di suoli da coltivare, hanno indirizzato la loro attenzione verso i territori dei comuni limitrofi e verso la "creazione del suolo", ottenuta attraverso la trasformazione delle sciare (affioramenti calcarenitici).

Lo scopo del presente lavoro è quello di quantizzare l'area delle sciare interessata da tale attività, di illustrare i risultati in termini di nuovi suoli ottenuti dalla trasformazione ed indicare i rischi ambientali conseguenti da questo nuovo uso del territorio in assenza di una tecnica agronomica ecocompatibile.

CARATTERIZZAZIONE E VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ DEPURATIVA DEI SUOLI DELLA MEDIA VALLE DEL FIUME CORACE

G. Vecchio, A. M. Caruso, G. Valboa, A. Gualtieri, L. Lulli

Negli ultimi tempi l'interesse per gli aspetti idrogeologici e pedologici delle pianure alluvionali è andato sempre più crescendo, soprattutto in relazione alla sensibilità dei suoli e degli acquiferi, sottoposti a sollecitazioni esterne indotte dall'attività antropica. La causa scatenante coincide con la necessità di valutare le condizioni di vulnerabilità potenziale degli acquiferi, la capacità depurativa dei suoli e l'eventuale stato di degrado delle risorse, tenuto conto della forte densità degli insediamenti urbani, industriali e delle attività agricole.

La conoscenza della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero soggiacente, dell'andamento della morfologia piezometrica, della posizione e dell'importanza dei punti di utilizzo delle acque sotterranee da parte della comunità, presentata in forma cartografica, diviene così uno strumento di previsione e, attraverso la pianificazione, anche uno strumento di prevenzione. Alla stessa maniera la conoscenza delle caratteristiche funzionali dei suoli, la loro distribuzione spaziale, il loro utilizzo, offre una garanzia quale strumento per una corretta pianificazione e gestione del territorio.

Gli obiettivi fondamentali che hanno guidato la ricerca sono stati pertanto:

- l'elaborazione e stesura della carta pedologica, al fine di valutare la capacità di attenuazione dei suoli nei confronti della vulnerabilità dell'acquifero;
- la valutazione della circolazione idrica sotterranea;
- la valutazione della vulnerabilità potenziale all'inquinamento delle falde acquifere;
- la valutazione della capacità depurativa dei suoli nei confronti degli inquinanti;
- la valutazione dell'attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana.

Dallo studio effettuato risulta che esiste una correlazione diretta tra la capacità depurativa dei suoli e la loro attitudine ad un uso che immetta nel suolo composti a potenziale inquinamento.

Si osserva infatti che nella media valle del Corace le classi di vulnerabilità dell'acquifero alluvionale, ottenute con il modello SINTACS, sono direttamente correlabili alle classi del potere depurativo del suolo e alle classi di attitudine allo spandimento dei fanghi di depurazione urbana.

Si può affermare quindi che i suoli, in quanto capaci di trattenere o filtrare gli eventuali inquinanti, possono attenuare la vulnerabilità degli acquiferi. Infatti circa

il 55% dei suoli dell'intera superficie rilevata ha una capacità depurativa sufficiente per attenuare il potenziale inquinamento che può derivare dalla dispersione dei composti inquinanti sul suolo e nel suolo. Pertanto è poco probabile un inquinamento diretto della falda a causa della utilizzazione agricola e zootecnica dell'area.

Un inquinamento potenziale della falda acquifera potrebbe essere, invece, imputato al fiume Corace, qualora vi siano degli scarichi civili ed industriali direttamente nel corso d'acqua, dato che, dalla ricostruzione idrogeologica, si ipotizza che il fiume alimenta la falda acquifera per la probabile presenza di uno spartiacque sotterraneo.

Bibliografia

- Andreoli L. (1997)** - Informazioni pedologiche e gestione agronomica dei reflui zootecnici: l'esperienza della provincia di Mantova. Atti del convegno: L'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici: il contributo della pedologia. Bologna, 28 ottobre 1997.
- Baracco L. et al. (2000)** - Acquifer vulnerability and soil vulnerability. An application in the provinces of Padua and Venice of the Veneto regional regulation concerning mapping of soil suitability applied to spreading of livestock effluents. *Boll. Soc. It. della Scienza del Suolo*, 49 (1-2), pp. 193-218. 49 (3), pp. 529-554.
- Bigi L., ed al. (1982)** - Cartografia tematica per gli interventi sul territorio - Carta pedologica - Carta della Capacità d'Uso - Carta della Irrigabilità dei Suoli - Monte San Savino F 121 I NO. Regione Toscana, Firenze, pp. 86.
- Brenna S. (1997)** - Utilizzazione delle informazioni pedologiche nella gestione dei reflui zootecnici in Lombardia. Atti del convegno: L'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici: il contributo della pedologia. Bologna, 28 ottobre 1997.
- Carta geologia della Calabria, scala 1: 25000 (1957-1692). Cassa per il Mezzogiorno.
- Ciancio O. (1971)** - "Sul clima e sulla distribuzione altimetrica della vegetazione forestale in Calabria". *Ist. Sper. Selvicoltura* Vol. II.
- Celico P., Civita M., Cornello A. (1977)** - Idrogeologia del margine nord-orientale della Conca Campana (Massicci dei Tifatini e del Monte Maggiore).
- Celico P., De Riso (1978)** - Il ruolo della Valle Caudina nell'idrogeologia del Casertano e del Sarnese (Campania). *Mem. E Note Ist. Geol. Appl.*, 14.
- Celico F., Celico P., Esposito L., Esposito L., (1994)** - Le acque sotterranee dell'area archeologica di Sibari (CS): un onere trasformabile in risorsa. Convegno "Geoarcheologia a Sibari: risultati e prospettive", 10-11 dicembre 1994 Sibari.
- Celico P. (1988)** - Prospezioni idrogeologiche. Vol. I, pp. 27-137, 509-616 e vol. II, pp. 250-283 Ed. Liguori.

- Civita M. et al. (1973)** – Memoria descrittiva della Carta Idrogeologica della Campania Nord-occidentale. Atti II Conv. Intern. Acque Sott., I.A.H., Palermo.
- Civita M. (1994)** – Le carte della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento: Teoria e Pratica. Studi sulla vulnerabilità degli acquiferi. Quaderni di protezione ambientale, 7.
- Civita M., De Maio M. (1997)** – SINTACS. Un sistema parametrico per la valutazione e cartografia della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento. Metodologia e automatizzazione. Quaderni di protezione ambientale, 60.
- Corniello A., et al. (1995)** – Carta della vulnerabilità delle falde del settore orientale della Piana campana 1:50.000. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale – Quaderni di Geologia Applicata.
- Cremaschi M., Rodolfi G. a cura di, et al. (1991)** - Il Suolo. Nuova Italia Scientifica, pp 427.
- De Philippis A., (1937)** - Classificazione ed indici del clima in rapporto alla vegetazione forestale italiana. N. Gior. Bot. It., 44, pp. 1-157 Firenze.
- Dimase A.C., Iovino F. (1988)** - Capacità d'uso dei bacini idrografici del Trionto, Nicà e torrenti limitrofi (Calabria). CNR, Istituto di Ecologia e Idrologia Forestale, Cosenza, pp 56.
- Dimase A.C., Iovino F. (1996)** - I suoli dei bacini idrografici del Trionto, Nicà e torrenti limitrofi (Calabria). Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze, pp 112.
- E.R.S.A.L. (1994)** - I suoli del fondovalle della Valchiavenna. Progetto "Carta Pedologica".
- FAO (1976)** – A framework for land evaluation. Bollettino n. 32.
- FAO-UNESCO (1998)** – World Reference Base for Soil Resources.
- Ferrari G., Lulli L., Moggi G., Shaie M., Elmi M., Moghe M.H. (1983)** - Le unità territoriali alla foce del Giuba in Somalia e le loro Capacità d'Uso. Annali Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, XIV :215-236.
- Guermendi M. (1997)** – Modelli per la valutazione dell'attitudine dei suoli ad accettare i reflui zootecnici in Emilia Romagna. Atti del convegno: L'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici: il contributo della pedologia. Bologna, 28 ottobre 1997.
- Hodgson J.M. (1997)** – Soil survey field handbook. Soil Surv. Tech. Mogr. n. 5, Silsoe
- Lulli ed altri (1992)**. Contributo alla conoscenza dei suoli dell'Altipiano Silano: descrizione e commento della carta dei suoli - Centro Dimostrativo ESAC di Molarotta – Camigliatello Silano (CS). Calabria Verde, Nuova serie, Anno IV, n.5:31-42.
- Lulli L., Delogu F. (1980)**. Cartografia di base per la programmazione degli interventi in aree marginali (area rappresentativa dell'Alta Valdera - Botro

- dell'Alpino e Renaglio). Mem. Illustr. della Carta dei Suoli. Annali Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, XI, pp. 33-96.
- Lulli L., Lorenzoni P., Leoni G., Delogu F. (1980).** Un esempio di cartografia applicata alla pianificazione territoriale. I suoli, la loro capacità d'uso, la loro attitudine alla edificabilità e la zonizzazione per l'allevamento suinicolo del comune di Sorbolo (Parma). C.N.R. Progetto Finalizzato Conservazione del Suolo, pub. 70.
- Lulli L., Lorenzoni P., Arretini A. (1980).** Esempi di cartografia tematica e di cartografia derivata (Sezione Lucignano - Foglio Firenze) - La carta dei suoli, la loro capacità d'uso, l'attitudine dei suoli all'ulivo e al Sangiovese - Messa a punto di metodologie di rilevamento e di rappresentazione. CNR, P.F. Conservazione del suolo, pub. 56, Bologna, pp. 96.
- Lulli L., Vecchio G. (2000)** - I suoli della tavoletta "Lago di Cecita" nella Sila Grande in Calabria. La geomorfologia e l'idoneità alla produzione di tubero seme. Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo. Sezione di tecnologia, Catanzaro.
- Margat J., Monition L. (1970)** - Qualité des eaux-pollutions. Bull. B.R.G.M., 4.
- Munsell Soil Colour Charts (1954).** Munsell Color Company Inc. Baltimore (Md).
- Newhall Simulation Model. (1991).** Cornell University, NY.
- Pagliai M. (1997)** - Metodi di analisi fisiche del suolo. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo.
- Persicani D. (1989).** Elementi di Scienza del Suolo CEA Milano, pp 478.
- Petrella F. (1997)** - Il contributo della pedologia nell'assistenza tecnica alla Regione Piemonte per la predisposizione di criteri e norme tecniche per lo spandimento dei liquami zootecnici. Atti del convegno: L'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici: il contributo della pedologia. Bologna, 28 ottobre 1997.
- Ragazzi F. (1997)** - L'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici: aspetti normativi e confronti tra diverse metodologie su alcuni suoli della bassa Pianura Veneta. Atti del convegno: L'utilizzazione agronomica dei reflui zootecnici: il contributo della pedologia. Bologna, 28 ottobre 1997.
- Servizio Idrografico Sezione di Catanzaro (1957-1987).** Annali idrografici parte I. Istituto Poligrafico dello Stato Roma.
- Soil Survey Staff (1996).** Soil Survey Manual, Soil Conservation Service USDA. Washington (D.C.).
- Trevisan M. et al.** - Valutazione della vulnerabilità degli acquiferi. Lavoro n. 1869 del GNDICI-CNR Linea di ricerca 4 (Responsabile Prof. M. Civita). Unità di ricerca 4.15.

- Trevisan M. et al. (2000)** – Il rischio di contaminazione da xenobiotici nelle falde acquifere. Individuazione di aree a rischio a livello regionale mediante l'uso di strumenti informatici. *Boll. Soc. It. della Scienza del Suolo*, 49 (3), pp. 529-554.
- Violante P. (2000)** – Metodi di analisi chimiche del suolo. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo.

Gruppi di Lavoro
Comitato Educazione

**LA SCIENZA DEL SUOLO VA A SCUOLA?
IL GIOCO DELLA TERRA: TRE ANNI DI ESPERIENZE NELLA
SCUOLA DELL'INFANZIA**

E. Iannone*, M. T. Dell'Abate**

* Istituto Comprensivo Colonna, Via di Capocroce, 00030 Colonna (Roma)

** Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Via della Navicella 2, 00184 Roma

“Parrebbe, di primo acchito,
che non ci debba essere
punto di contatto tra attività
espressiva, creativa ed
esperienza scientifica.
C'è invece un rapporto stretto.”

Bruno Ciari, I modi dell'insegnare

Si è portati normalmente a considerare il momento ludico come esclusivo ed esauriente nella scuola dell'infanzia, e spesso fine a stesso. Ma non è proprio così. E' certamente vero che il gioco ed il giocare hanno una importanza centrale in quantità e qualità all'interno del tempo scuola nella fascia di età 3-5 anni, in termini di energia, progettualità, fantasia, cooperazione e rappresentazione simbolica.

Ma quello che ora più ci preme mettere in evidenza è che il gioco rappresenta soprattutto lo stile educativo per eccellenza della scuola dell'infanzia. Il gioco cioè come strumento del conoscere per i nostri allievi, come metodologia infine dell'apprendimento per i bambini, un apprendimento vissuto come ricerca aperta e come continua sperimentazione.

Al centro del progetto educativo della scuola dell'infanzia – così come delineato dagli Orientamenti educativi del 1991 – c'è un bambino che esplora gli alfabeti del vivere, del pensare, del comunicare, del riflettere insieme, dell'esprimersi e del rappresentare tramite i diversi linguaggi della cultura.

E' grazie a questa metodologia aperta – del gioco appunto – che dopo anni di lavoro in questa direzione siamo entrati all'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, alla Galleria Borghese, all'Accademia di Santa Cecilia con *Il gioco della terra*, con *Il gioco delle immagini*, e con *Musica Maestro!* Non esistono cose difficili o impossibili che i bambini non siano in grado di fare. Vanno certo esperite nella maniera adeguata, e gli allievi avranno il piacere di fruire ed utilizzare codici e linguaggi differenti. Anche a mescolare gli alfabeti, come quest'anno (a.s. 2000/01): la pittura e la scienza. D'altra parte, più di mezzo secolo fa Paul Klee ricordava che “anche in arte vi è spazio sufficiente per la ricerca esatta”.

Il gioco della terra ha rappresentato per gli ideatori – insegnanti e specialisti – il punto di confluenza di esperienze diverse ma straordinariamente (e forse inconsapevolmente) complementari. Il progetto è al suo terzo anno consecutivo di attività: si tratta di un laboratorio in campo, che ha preso l'avvio con il gioco dei rifiuti, cioè con l'allestimento di un piccolo cumulo di compostaggio, che ha realizzato una grande esperienza di osservazione, manipolazione e conoscenza da parte dei bambini. In questi anni abbiamo raccolto muschi e classificato foglie, realizzato erbari, prelevato piccoli campioni di terreno e spaccato rocce per scoprirne le differenti strutture interne; abbiamo effettuato saggi di umidità del suolo. Nel secondo anno abbiamo avuto la disponibilità di uno spazio specifico, una zona di fontanile di cui, grazie anche alla collaborazione di diverse ma confluenti realtà territoriali, abbiamo evidenziato il percorso storico, le funzioni particolari e le attività ad esso connesse, le costanti ambientali e le variabili stagionali. La metodologia del gioco ha permesso, infine, di sperimentare, nel terzo anno di attività, una interazione di campi molto promettente, legando il lavoro sul suolo a quello sull'arte, svolto in collaborazione con la sezione didattica della galleria Borghese, attraverso un concreto riscontro ed esplorazione dei paesaggi di alcune opere presenti nelle collezioni del Museo.

