

BOLLETTINO
DELLA
SOCIETÀ ITALIANA
DELLA SCIENZA DEL SUOLO

NUOVA SERIE

6



PALERMO
DICEMBRE 1995

Numero unico

Arti Grafiche Siciliane - Palermo

Cari Amici,

il 1995 si chiude per la nostra Società con la pubblicazione del sesto numero del bollettino.

Di strada durante questo anno ne è stata fatta parecchia e diverse sono state le iniziative e le attività condotte. Fra queste, il Convegno annuale di Cagliari e la Tavola Rotonda SISS - SICA svoltasi a Roma hanno rappresentato i più importanti momenti di incontro fra i soci SISS, la cui età media si è notevolmente abbassata per il gran numero di giovani che negli ultimi tempi ha chiesto di aderire alla Società. È ciò di buon auspicio per consentirci di pensare al futuro con fiducia per lo sviluppo della SISS e del suo bollettino.

Già nel mandare un saluto a tutti i Soci nel bollettino precedente abbozzavo l'ipotesi di trasformare la serie di numeri unici in un periodico, anche semestrale che potesse raccogliere scritti scientifici e risultati di ricerche.

Ritengo l'idea molto valida e attuabile tanto che sarà messa in discussione nella prossima riunione del Consiglio Direttivo che avrà luogo in gennaio.

Comunque la riuscita dell'iniziativa sta nelle mani di tutti Noi e nella Nostra volontà di collaborare con impegno non facendo mancare suggerimenti, scritti e risultati scientifici.

Mi voglio augurare che il nuovo anno 1996 possa essere l'anno della realizzazione di questo progetto.

Intanto a tutti Voi e a tutte le Vostre famiglie mando l'augurio più cordiale per un anno felice e migliore di quello che sta per finire.

Dicembre 1995

Giovanni Fierotti

SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO

Composizione del Consiglio Direttivo

Presidente:

GIOVANNI FIEROTTI

Istituto di Agronomia
Cattedra di Pedologia
Università di Palermo
Viale delle Scienze - 90128 Palermo

Consiglieri:

GIULIO RONCHETTI

Istituto Sperimentale per lo
Studio e la Difesa del Suolo
P.za D'Azeglio 30 - 50121 Firenze

SANDRO SILVA

Istituto di Chimica Agraria
Università Cattolica
Via E. Parmense 84 - 29100 Piacenza

FIORENZO MANCINI

Istituto Sperimentale per lo
Studio e la Difesa del Suolo
P.za D'Azeglio 30 - 50121 Firenze

ANGELO ARU

Dipartimento di Scienza della Terra
Università di Cagliari
Via Trentino 51 - 09100 Cagliari

GIOVANNI PICCI

Istituto di Microbiologia Agraria e Tecnica
Università di Pisa
Via del Borghetto 80 - 56100 Pisa

Rappresentante ISSS:

PAOLO SEQUI
Istituto Sperimentale per
la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella 2 - 00184 Roma

Presidente I Commissione: Fisica del Suolo

MARCELLO PAGLIAI
Istituto Sperimentale per lo
Studio e la Difesa del Suolo
P.za D'Azeglio 30 - 50121 Firenze

Componenti:

LUIGI CAVAZZA
ERMANNIO BUSONI
GIROLAMO MECELLA
PATRIZIA SCANDELLA

Presidente II Commissione: Chimica del Suolo

NICOLA SENESI
Istituto di Chimica Agraria
Università di Bari
Via Amendola 165/A - 70126 Bari

Componenti:

ALESSANDRO PICCOLO
CARLO GESSA
MARIO BUSINELLI
PAOLO FUSI

Presidente III Commissione: Biologia del Suolo

BRUNELLO CECCANTI
Istituto per la Chimica del Terreno, CNR
Via Corridoni 78 - 56100 Pisa

Componenti:

PIER GIACOMO ARCARA
STEFANO GREGO
LILIANA GIANFREDA
CLAUDIO CIAVATTA

Presidente IV Commissione: Fertilità del Suolo

PAOLO NANNIPIERI
Dipartimento di Scienza del Suolo
e Nutrizione delle Piante
Università di Firenze
P.le delle Cascine 15 - 50144 Firenze

Componenti:

ANNA BENEDETTI
ANDREA BUONDONNO
PACIFICO RUGGIERO
LUCIANO SCARPONI

*Presidente V Commissione: Genesi, Classificazione
e Cartografia del Suolo*

LUCIANO LULLI
Istituto Sperimentale per lo
Studio e la Difesa del Suolo
P.za D'Azeglio 30 - 50121 Firenze

Componenti:

SERGIO VACCA
ERMANNIO BUSONI
ROMANO RASIO
ANDREA GIORDANO

Presidente VI Commissione: Tecnologia del Suolo

MARCELLO RAGLIONE
Istituto Sperimentale per lo
Studio e la Difesa del Suolo
Via Casette 1 - 02100 Rieti

Componenti:

DINO TORRI
GIANCARLO CHISCI
ELISABETTA BARBERIS
GIOVANNI TOURNON

Presidente VII Commissione: Mineralogia del Suolo

ENZA ARDUINO
Dipartimento di Valorizzazione e Protezione
delle Risorse Agro-forestali
Università di Torino
Via P. Giuria 15 - 10126 Torino

Componenti:

CLAUDIO BINI
GIUSEPPE RISTORI
ALDO MIRABELLA
GIOVANNI PICCONE

Sindaci effettivi:

CARMELO DAZZI
Istituto di Agronomia
Università di Palermo
Viale delle Scienze - 90128 Palermo

TIZIANO PANINI
Istituto Sperimentale per lo
Studio e la Difesa del Suolo
P.za D'Azeglio 30 - 50121 Firenze

FRANCO PREVITALI
Istituto di Agronomia
Università di Milano
Via Celoria 2 - 20133 Milano

ERRATA CORRIGE

Per un errore tipografico nel bollettino n° 5, la figura 5 di pag. 21 del lavoro di Arcara e Gamba risulta errata. Essa va sostituita con la seguente figura:

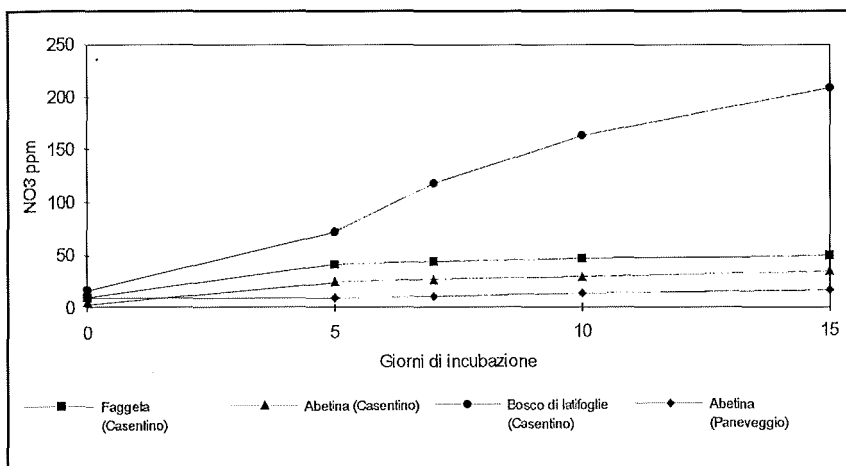
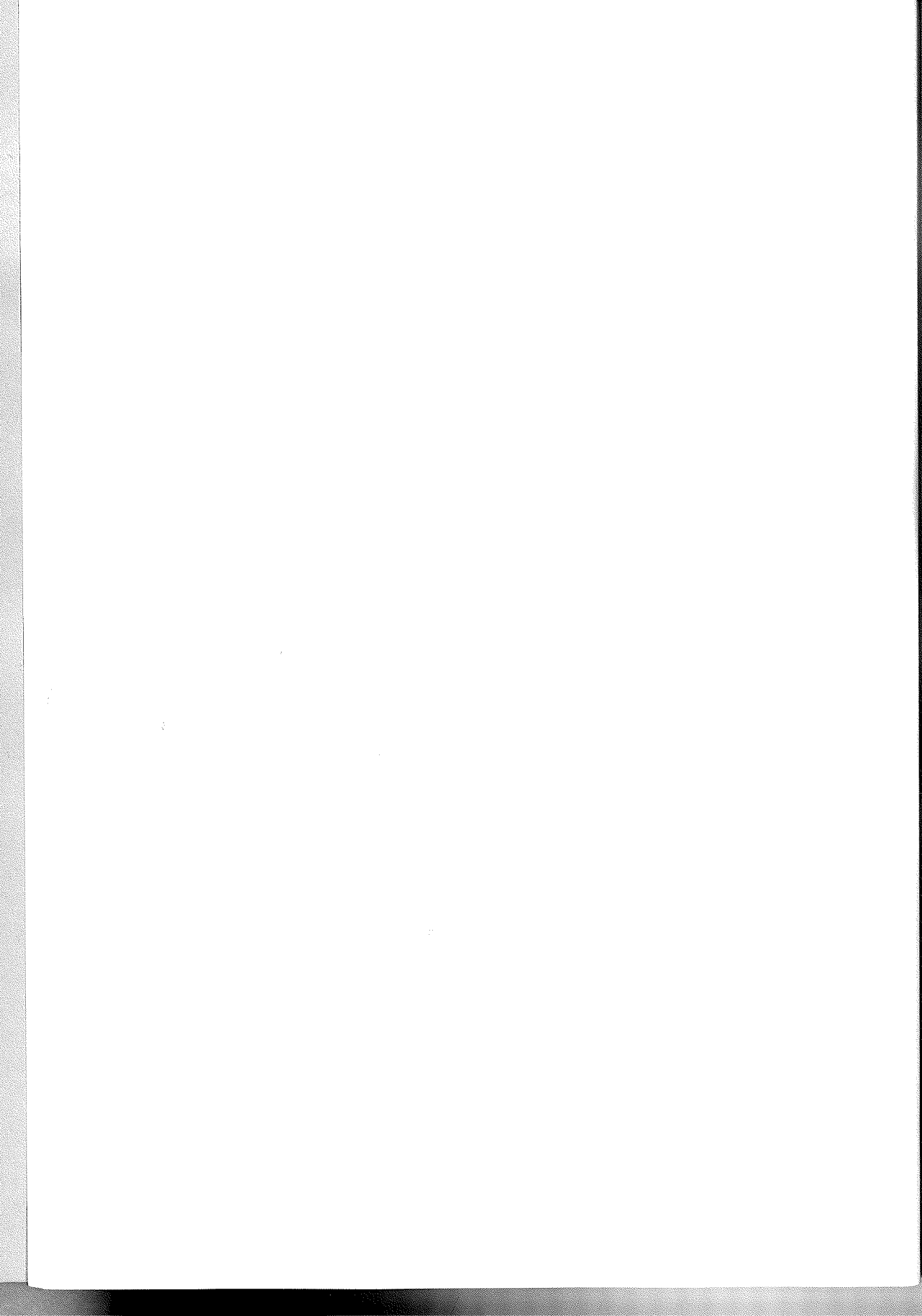


Fig 5 - Andamenti dell'attività nitrificante potenziale nel suolo delle diverse formazioni forestali esaminate.

Fig 5 - *Course of potential nitrification in the different forest soils.*

Di questo spiacevolissimo inconveniente ce ne scusiamo con gli Autori e con i lettori.

Il Comitato di Redazione



SISS

**Società Italiana
della Scienza del Suolo**

SICA

**Società Italiana
di Chimica Agraria**

Tavola Rotonda su:

**“ RUOLO E FUNZIONE DELLE DIVERSE COMPETENZE
NELLA SCIENZA DEL SUOLO “.**

Roma, 11 maggio 1995
C N R - Aula Conferenze



FIEROTTI

Cari amici,

L'idea di tenere una Tavola Rotonda su "Ruolo e funzione delle diverse competenze della Scienza del suolo", nasce da una lunga discussione in seno al Consiglio della SISS. Questa sarà la prima di una serie di riunioni e dibattiti che avranno luogo prossimamente con obiettivi limitati ai rapporti fra due o più competenze scientifiche, anche in virtù del nuovo ordinamento universitario che prevede un settore dedicato alla scienza del suolo.

Abbiamo invitato a partecipare a questa Tavola Rotonda, i Presidenti della Società Italiana di Agronomia prof. Luigi Cavazza, della Società Italiana di Chimica Agraria prof. Carlo Gessa, e dell'Associazione Italiana Pedologi dott. Costantini.

I lavori avranno inizio con la relazione dei presidenti delle sette commissioni delle Società molto brevi per lasciare ampio spazio agli intervenuti.

Il prof. Luigi Cavazza mi ha telefonato per scusarsi per la sua assenza dovuta ad impegni già presi in precedenza; tuttavia mi ha fatto pervenire il suo pensiero condensato in una paginetta che vi leggerò nel corso della riunione.

È intenzione della Società procedere alla pubblicazione degli atti di questa giornata in un numero del bollettino. Ciò comunque sarà possibile solo con la vostra collaborazione.

Svolto il mio compito non mi resta altro che ringraziarvi ancora una volta per essere intervenuti e invitare l'amico Fiorenzo Mancini a presiedere i lavori.

MANCINI

Desidero dire due o tre parole. Giustamente il Presidente insiste sulla rapidità con cui dovremmo procedere. Procederemo anche con una certa severità; i giovani non sanno che sono figlio di una prussiana e adopererò questo mio 50% di sangue adeguatamente. Devo ringraziare in primo luogo il Presidente e il Consiglio direttivo della Società per questo incarico odierno

motivato da diverse ragioni. La prima è che insieme a Giovanni Picci noi siamo i due superstiti dell'atto di fondazione della sezione italiana voluta da Gino Passerini dopo il 4° Congresso della International Society of Soil Science tenutosi nel '50.

Un secondo motivo può essere anche che ho spinto fortemente per anni la creazione a Firenze di un dipartimento di scienza del suolo che funziona ormai da diversi anni.

Non mi pare che siamo riusciti a creare una grande compattezza, un forte impulso per un grande progetto strategico, tutti insieme. Mi pare che ancora stiamo un pò a lavorare a gruppetti. Non aggiungerei altro se non la mia gratitudine per questa designazione dovuta più che a dei meriti particolari all'affetto che tanti membri del Consiglio Direttivo della società hanno per me. Procederemo con rapidità, come dicevo, e pensavo di chiedere al caro amico Paolo Sequi di reggersi tra il quarto d'ora e i venti minuti e ai sette presidenti di non superare i 10 minuti. Ed ora la parola a Paolo Sequi che introdurrà la giornata adeguatamente.

SEQUI

Grazie, Presidente. Vorrei ricordare subito che il convegno di oggi è nato a seguito di un'iniziativa molto convinta del Consiglio Direttivo della SISS, che ha invitato un gruppetto di tre persone, ossia il prof. Aru, il prof. Picci e il sottoscritto, a coordinare l'organizzazione. Per la verità, il nostro lavoro non ci ha impegnato oltre misura. Si è limitato in gran parte a raccogliere le opinioni che ogni presidente delle nostre sette Commissioni ci ha manifestato sulle funzioni che le specifiche competenze disciplinari, nell'ambito della Commissione da lui presieduta, possono avere per un'armonico sviluppo della nostra Società. Il lavoro non si è svolto con il ritmo che forse era auspicabile; prima i ritardi di alcuni Presidenti, poi il sovraccarico degli impegni nostri, hanno rallentato l'organizzazione dei lavori, ma mi sentirei di affermare che i peccati, se pur ci sono, sono veniali: eccoci qui insieme.

Intendiamoci: non che la suddivisione delle competenze disciplinari in sette Commissioni sia un criterio di valore assoluto, esente da critiche. Il Consiglio della Società Internazionale della Scienza del Suolo ha appena portato il numero delle Commissioni da sette a otto, aggiungendovi quella dell'ambiente, mentre

da tempo altre società nazionali hanno costituito Commissioni non rappresentate nè nella società internazionale, nè in quella nostra: nella società americana della scienza del suolo, per esempio, esistono la Commissione dei suoli forestali e quella dei fertilizzanti. Il numero di competenze disciplinari, pertanto, almeno sulla carta, è superiore a quello delle commissioni nelle quali si articola la nostra Società.

D'altra parte oggi, oltre ai sette Presidenti delle nostre commissioni, sono stati invitati i Presidenti di tre Società affini alla SISS: quella di agronomia, quella di chimica agraria e quella dei pedologi. Questo sta a significare, al di là di ogni buon spirito di collaborazione esistente, che molto probabilmente esistono altri campi di interesse che potrebbero costituire Commissioni aggiuntive della Società.

Se però, anzichè considerare le discipline che formano le articolazioni attuali e potenziali della Società, pensiamo alle persone che ricoprono le varie cariche, dobbiamo tornare bruscamente alla realtà: i colleghi che si prodigano per far funzionare non solo le varie Commissioni della nostra Società, ma anche le Società affini alla nostra, sono sempre gli stessi e appartengono a due o tre competenze disciplinari! Qualche vizio all'origine di questa situazione singolare c'è, e per la massima parte forse deriva da inadeguatezza dei programmi delle università, ma non è oggi la sede appropriata per parlarne. Limitiamoci pertanto a fotografare la situazione.

Tocchiamo subito un tasto dolente con la prima Commissione, quella della fisica del suolo, e non tanto perchè il suo presidente non sia più che degno della funzione che ricopre - a mio avviso non si potrebbe proprio desiderare di meglio - quanto perchè non esiste una vera corrispondenza universitaria di questa competenza disciplinare. Essa è attualmente rappresentata da un collega di estrazione chimico-agraria: ma si potrebbe avere anche una presidenza affidata ad estrazioni diverse senza che nessuno in campo nazionale se ne potesse scandalizzare. Sulla Commissione di chimica del suolo c'è poco da dire: essa è presieduta dal collega che la presiede anche nella società internazionale, mentre la terza Commissione, quella della biologia del suolo, ha avuto fino all'anno scorso come Presidente il prof. Picci, l'amico e stimato microbiologo, sostituito degnamente poi da un collega dell'ambito chimico-agrario. Scarseggiano i microbiologi del suolo? Sì, ammettiamolo impietosamente, anche se la Società ha avuto per presidente alcuni anni

fa e non per breve tempo il prof. Gino Florenzano, che tutti ricordiamo con affetto.

Ma diciamo pure anche che più che i microbiologi del suolo scarseggiano veri biologi del suolo, tanto che il più spesso delle volte essi vengono surrogati dai colleghi che possono essere chiamati veri e propri chimici, se non più strettamente biochimici del suolo. La quarta Commissione è quella di fertilità del suolo e nutrizione delle piante, ed è affidata per una tradizione consolidata oltre che, ritengo, giusta, ad un chimico agrario generalmente scelto ad hoc. La Commissione di genesi, classificazione e cartografia del suolo è sempre stata affidata, e giustamente, ad un pedologo. La sesta Commissione, di tecnologia del suolo, ha avuto per presidente molto spesso un meccanico agrario, ma - diciamolo in tutta sincerità - è stata generalmente anche quella più disertata e inattiva della Società. Oggi ha per Presidente un agronomo con competenze pedologiche: gli auguriamo la massima fortuna. E infine la settima Commissione, quella di mineralogia del suolo, da molto tempo ha come Presidente un rappresentante della chimica agraria. Ecco che sette Commissioni sono presiedute, pertanto, da illustri esponenti di due o tre sole discipline.

Se dai vertici delle Commissioni passiamo a considerare la composizione del Consiglio Direttivo, ci accorgiamo che le cose non cambiano. Due o tre competenze disciplinari si impegnano lodevolmente per rappresentare tutte le articolazioni della Scienza del Suolo.

Può apparire emblematico perciò che, allo scopo di discutere ruolo e funzione delle diverse competenze nella Scienza del Suolo, siano stati invitati anche i Presidenti delle tre società scientifiche che ad essa appaiono più intimamente collegate: la Società Italiana di chimica agraria, la giovane Associazione Italiana pedologi e la Società Italiana di agronomia, una società che ci potrebbe anche essere più vicina: un auspicio di noi tutti pensando alla sua forza, ma anche riflettendo sul suo significato e sulle sue tradizioni internazionali. Sono socio da trent'anni della American Society of Agronomy, e sono stato costretto ad iscrivermi ad essa per poter essere ammesso alla Soil Science Society of America. È (od era) un vassallaggio profondamente ingiusto, quello, intendiamoci; i suoli più belli ed interessanti sono fra l'altro i suoli non agrari. Ma, al di là di qualunque campanilismo culturale, vincoli più stretti fra le società vanno senz'altro incoraggiati in ogni modo.

Quel che interessa è la coscienza dell'importanza del suolo, al di là di ogni contesto disciplinare. Risaliamo tutti così con il ricordo quasi automaticamente, penso, a quanto si è proposto il nostro congresso di Palermo. Certamente non è rimasto inascoltato, il messaggio di Palermo, ma altrettanto certamente dovremo insistere su quel messaggio e ribadirlo.

Proprio questa mattina ascoltavo al telegiornale la pietosa vicenda di tre corpicini di bimbi rinvenuti sepolti in provincia di Roma. Per acquisire elementi tecnici sul triste episodio la magistratura ha chiamato due esperti: un botanico ed un geologo. Ci si dimentica sempre dell'esperto del suolo. Eppure inumare significa immettere nel ciclo dell'humus, e l'azione opposta è quella della riesumazione. No, il suolo è sempre il grande dimenticato, anche se il suolo è il nodo di tutti gli equilibri ambientali. Per questo mi auguro che da questo convegno, una volta che ci saremo scambiate le nostre idee sull'apporto alla scienza del suolo delle varie competenze disciplinari, porremo tutti nuovamente l'accento sull'importanza che la conoscenza del suolo stesso riveste per un equilibrato sviluppo della Società.

MANCINI

Il prof. Sequi puntualizza con grande acume, con grande acutezza le situazioni. Mi pare che quello che ha detto sia un ottimo inizio. Darei ora la parola ai tre Presidenti: quello epistolare e i due presidenti. Allora pregherei il prof. Fierotti di leggere le paginette del prof. Luigi Cavazza. Un grosso vantaggio, tanto per fare della malignità, perché sicuramente non sarei riuscito a contenere il prof. Cavazza in 10 minuti.

LETTERA DI CAVAZZA

Caro Presidente,
assolutamente impossibilitato ad intervenire alla vostra tanto interessante Tavola Rotonda per precedenti plurimi impegni, vi prego di porgere a tutti le mie scuse mentre con l'augurio di un buon lavoro ti invio queste poche paginette.

Permettetemi di esprimere per punti distinti qualche mia riflessione sull'argomento.

Come ogni scienza, le Scienze del Suolo, in maniera particolarmente evidente, hanno finalità che possono passare da quelle della conoscenza pura a quella dell'applicazione immediata, con ogni possibile variante intermedia; ognuna di queste finalità è degna di rispetto e degna di essere coltivata, a parte ogni considerazione sull'opportunità, diversa da casa a casa, o di promuoverle in varia misura. Comunque, ai livelli più avanzati, non ci si può spingere in nessuna delle due direzioni estreme (conoscitiva rispetto a quella applicata), senza uno sviluppo adeguato nell'altra.

Le varie branche della eterogenea Scienza del Suolo hanno come fondamento propedeutico scienze pure fra loro molto diverse (fisica, chimica-fisica, chimica, mineralogia, geologia, microbiologia, scienze biologiche varie, topografia, ecc.).

L'Agronomia intesa come scienza che studia le tecniche del governo del sistema terreno, pianta, bassa atmosfera, altri bionti, mirando a trarre dalle piante le prestazioni che la società ad essa richiede, ha a sua volta comprensibilmente per fondamento le Scienze del Suolo e parallelamente a questa le Scienze delle piante in coltura, di altri bionti e della bassa atmosfera.

Il continuo progresso delle conoscenze porta fatalmente ed opportunamente a una differenziazione all'interno di ogni branca scientifica con procedimento pressochè frattale. La Scienza del Suolo risulta perciò da tempo articolata in branche associabili in prima approssimazione alle sette Commissioni da tempo definite nell'ambito della Società Internazionale e della Società Italiana della Scienza del Suolo. Sono branche che spesso possono essere identificate tanto come differenziazione entro la Scienza del Suolo, quanto come confluenza in quest'ultima di branche di altre discipline madri ad esempio Microbiologia, Idrologia, Cartografia. Esse tendono a distinguersi tanto per la impostazione derivante dalla scienza di parte da cui attingono, quanto per la differenza di scala (da microscopica a territoriale).

L'attività di studio entro ogni branca può ignorare le ampie e sempre più necessarie sue sovrapposizioni marginali (overlapping) con le limitrofe aree del sapere scientifico. Ogni branca è caratterizzata da un'intensità di conoscenza, un approfondimento che è massimo intorno al suo caratteristico baricentro ma che deve estendersi adeguatamente entro le aree delle branche limitrofe. La possibilità di colloquio e di collaborazione tra culture di branche diverse dipende essenzialmente da queste aree di sovrapposizione di margine.

Il pur prezioso approfondimento delle conoscenze nella propria area, associato alla normale fermentazione del sapere, espongono a pericolosi rischi, quali:

a) il rinchiudersi nell'uso di determinate tecniche e di un certo gergo scientifico intesi in forma dogmatica e di validità universale;

b) la tendenza a imporre ai cultori di altre branche, come prevalenti per importanza, punti di vista di valore assoluto, possibilità tecniche di metodo studio e di esigenze, limitazioni, approssimazioni, ecc., proprio della branca che si coltiva.

Il bisogno sempre e pressochè da tutti avvertito di un leonardesco ologismo come reazione alla frammentazione in atto, tuttavia non eccessiva se oculatamente e seriamente realizzata, non va soddisfatto con una sfarfallante cultura superficiale e generica ma:

a) coltivando da parte dei cultori di ogni branca la preparazione di tutte le branche vicine ai propri interessi scientifici;

b) sforzandosi di esaminare il sistema oggetto di studio sondandolo continuamente a diverso grado di risoluzione, anche adottando per ogni risoluzione le più opportune tecniche di indagine.

Un esempio particolare di quanto detto precedentemente può essere quello delle relazioni tra Chimica del suolo, Pedologia, Fisica del terreno e studio agronomico del terreno. Per il pedologo moderno, il suolo è un sistema osservabile per lo più macroscopicamente anche se descritto con l'ausilio di proprietà chimiche, ecc., e di notevole interesse naturalistico e territoriale; per il chimico agrario è essenzialmente un sistema chimico, la cui conoscenza progredisce con la capacità di esprimerne le varie reazioni ed equilibri chimici; per il fisico del terreno è essenzialmente un sistema poroso dotato di determinate caratteristiche; per l'agronomo è il substrato di coltura. Ho certo schematizzato molto, ma tendenzialmente vi si intravedono punti di vista, settori di interesse e gradi di risoluzione diversi.

Le differenze tra i relativi ruoli delle varie branche della Scienza del Suolo non hanno ovviamente nessuna distinzione netta: si tratta proprio di un caso di insiemi vari o insiemi nebulosi. La loro distinzione va fatta in funzione dei problemi di cui ci si occupa. A livello di didattica, ad esempio, ho sempre ritenuto come inopportuna eredità del passato la presenza, nell'ordinamento degli studi, di materie fondamentali denominate, per esempio, Chimica agraria, Agronomia generale e Coltivazioni er-

bacce; perchè non parlare di corsi obbligatori per tutti i cultori di Scienze agrarie, di Scienza del Suolo, comprensiva di Pedologia, Chimica del terreno, Fisica del terreno, Microbiologia del terreno e di Agronomia generale, veramente generale, perciò distinta dalle coltivazioni erbacee? A chi però volesse approfondire gli aspetti di Scienze del Suolo, vengano allora chiaramente distinti e resi obbligatori Fisica del terreno, Pedologia, Chimica del suolo, Microbiologia del suolo. Vi prego di considerare questi solo come esempi.

Le discussioni però servono poco a migliorare le cose. La sola speranza per un futuro più soddisfacente della Scienza del Suolo sta nella capacità dei suoi cultori di superare l'isolamento scientifico in cui prevalentemente continuano a rimanere, e nella capacità per ora dei singoli in attesa di una maggiore sensibilità da parte di chi ha poteri decisionali più in alto, di completare seriamente la propria formazione scientifica estendendola a tutte le aree limitrofe, superando le gravi limitazioni indotte dal curriculum di origine, troppo generico o troppo settorialmente specialistico che esso sia.

MANCINI

Grazie al prof. Fierotti per questa sua chiara lettura. Credo che ognuna di noi concorda con certi aspetti, non concorda con altri. Per quanto mi riguarda è chiaro che non si può aprire una discussione settorialmente. Darei ora la parola al prof. Carlo Gessa e successivamente al prof. Edoardo Costantini.

GESSA

Ringrazio il prof. Mancini e consentitemi di esprimere al prof. Fierotti il mio pieno consenso e apprezzamento per questa sua iniziativa.

Posso anche essere d'accordo con il prof. Cavazza quando scrive che nella Facoltà di Agraria dovrebbe essere insegnata "Scienza del Suolo"; purtroppo la nostra presenza è stata totalmente compressa da rendere non proponibile una ipotesi del genere. Infatti se si considera il numero di ore (50 esercitazioni comprese) assegnate dalla recente normativa all'area "Scienza del Suolo", nonché il numero di "Divisioni in cui si articola la

SISS (fisica, chimica, biochimica, fertilità e nutrizione delle piante, mineralogia, etc.)", si può facilmente calcolare che ogni divisione avrebbe a disposizione mediamente pochissime ore (esercitazioni comprese) per illustrare tutti gli aspetti teorici e applicativi di sua competenza. Non so proprio immaginare per esempio come si potrebbe trattare in queste condizioni la "Chimica del Suolo".

Se si portano a 100 il numero di ore, le cose fondamentalmente non cambiano. In questa situazione ritengo molto più razionale utilizzare le ore disponibili per dare allo studente una valida preparazione di base, centrata fondamentalmente sullo studio della "struttura" e funzionalità del suolo e dei meccanismi fisico-chimici e biologici operanti in esso e, dove è possibile, attivare un "orientamento" di "Scienza del Suolo".

All'inizio del mio corso metto sempre in evidenza gli stretti rapporti che intercorrono tra le diverse discipline che si occupano di suolo, nonostante la loro notevole eterogeneità culturale. Questo discorso è particolarmente calzante se riferito alla "Chimica del suolo" e alla "Pedologia". I grossi punti di contatto che esistono tra noi devono essere opportunamente valorizzati. Qualche anno fa con la riforma dei settori scientifico-disciplinari, si è tentato di riunire nello stesso settore chimici e pedologi. Per motivi che in questa sede è inutile discutere, questo tentativo non è andato a buon fine. Abbiamo perduto una buona occasione per realizzare le migliori condizioni di crescita e di collaborazione interdisciplinare.

In qualsiasi sede, infatti, sarebbe stato più facile realizzare un istituto "Policattedra" diversificando la possibilità nell'ambito di uno stesso settore disciplinare. Un modo questo più razionale e moderno per soddisfare le esigenze didattiche e scientifiche della nostra facoltà. Purtroppo le fasi di avviamento di una qualsiasi trasformazione presentano sempre problemi inerziali non indifferenti; nel nostro caso non siamo riusciti a controllare quei moti di conflittualità presenti tra le diverse anime della società Italiana di Scienza del Suolo.

COSTANTINI

Vorrei anzitutto ringraziare il presidente della SISS per avere invitato a questa Tavola Rotonda l'Associazione Italiana Pedologi. Questo fatto mi sembra particolarmente positivo perché può segnare l'inizio di una collaborazione tra la Società Italiana

della Scienza del Suolo e l'Associazione Italiana Pedologi foriera di ottimi risultati per entrambe.

Per quanto concerne il tema della tavola rotonda, devo dirvi che anche all'interno dell'associazione dei pedologi si discute molto delle competenze del settore rispetto a quelle di altri. Ciò è favorito dal fatto che i 220 iscritti attualmente all'AIP provengono da discipline diverse, quali le scienze agrarie, geologiche e forestali e, seppure in misura minore, dalle scienze naturali, geografiche e altre. Ad esempio, il prof. Sequi, nel suo intervento, ha fatto riferimento alla cronaca di oggi per stigmatizzare che ad occuparsi di suolo sia stato chiamato un geologo. Secondo noi un geologo può benissimo essere competente in materia di suoli, se si è specializzato in pedologia; semmai c'è da dire che a Roma sono pochi i geologi con formazione pedologica, per cui difficilmente il geologo chiamato ad indagare sul caso Brigida avrà le competenze necessarie. Ma perchè è difficile che un geologo (o un agronomo, un forestale ecc.) abbia le competenze necessarie ad occuparsi di suoli? Perchè la pedologia è una disciplina molto complessa e, soprattutto, specifica. O se ne ha una formazione specifica, o non se ne ha: con una conoscenza limitata a qualche nozione fondamentale non è possibile essere operativi, risolvere i problemi.

Penso che sia noto a tutti, ma è ugualmente da ribadire, che la pedologia è costituita da almeno tre discipline diverse. La Pedologia Generale, in cui si studiano i fattori della pedogenesi, i processi pedogenetici, la descrizione del suolo; la Pedologia Sistemica, in cui c'è da illustrare, far capire cosa sono e spiegare come si utilizzano almeno quattro o cinque classificazioni: la Soil Taxonomy, la classificazione francese, il nuovo referenziale pedologico francese, il sistema FAO-UNESCO, la classificazione dei profili di humus, e volendo altre ancora. Poi c'è tutta una Pedologia Applicata, che è un campo vastissimo, perchè si rivolge non solo alle utilizzazioni della pedologia in campo agronomico e forestale, ma si applica anche a tanti altri settori, in particolare alla valutazione del territorio. Infine c'è il Laboratorio di Pedologia che comprende le tecniche di fotointerpretazione fisiografica, dei paesaggi e dei suoli, tramite foto aeree e da satelliti. Prevedo inoltre l'apprendimento dei metodi di acquisizione e restituzione cartografica dei tematismi, sia con metodi tradizionali che con l'uso del G.I.S.

Per la sua elevata specificità dunque, e con questo intendo rispondere al prof. Gessa, è molto difficile per un non pedologo insegnare pedologia, eppoi, che cosa nell'ambito della pedologia?

E non scordiamoci che a livello universitario si presuppone che chi insegna una materia faccia anche ricerca in quella materia, altrimenti si riduce l'università ad un liceo superiore.

Prendiamo ad esempio il corso di laurea in scienze agrarie: nella storia della professione dell'agronomo c'è certamente lo studio e la gestione del territorio agrario; voler quindi limitare lo spazio dato alle discipline che studiano il territorio è, secondo me, uno sbaglio gravissimo. Tenete presente che adesso come adesso il mercato del lavoro per i laureati in agraria non è costituito solo dalle aziende e industrie agrarie, ma soprattutto dagli Enti territoriali. In effetti, molti dei laureati in scienze agrarie (e lo stesso discorso vale per scienze forestali, geologiche e le altre formazioni universitarie che, teoricamente, si dovrebbero occupare di pedologia) vanno a finire negli Enti locali, dove si occupano di programmazione territoriale, quasi sempre senza sapere nulla di suolo e di territorio. Questo fatto a me sembra gravissimo, anche perchè i pochi che hanno avuto la fortuna di frequentare un corso di pedologia hanno spesso una preparazione approssimativa.

Un solo corso di pedologia infatti è, secondo me, insufficiente. Visto che purtroppo non esiste un corso di laurea in Scienze del Suolo, bisognerebbe che almeno ci fossero, nei diversi corsi di laurea che trattano di pedologia e valutazione del territorio, almeno un insegnamento di Pedologia Generale e uno di Pedologia Applicata, dove possono essere privilegiate tutte quelle applicazioni relative al settore specifico del corso di laurea.

Concluderei questo mio breve intervento sottolineando che sono d'accordo che, come dice il prof. Cavazza, molte discipline di base sono comunque applicative, ma la pedologia, pur avendo al suo interno delle forti basi conoscitive e di ricerca speculativa, è soprattutto una scienza applicata, volta a trovare le soluzioni ai problemi agronomici, forestali, geotecnici, idrogeologici, naturalisti ecc. più idonee ai suoli e al territorio considerato.

MANCINI

Abbiamo sentito tre voci assai articolate, interessanti tutte quante. E ora cominceremo con i presidenti delle sette commissioni. Il prof. Pagliai è il Presidente della Commissione della fisica del suolo; credo che tutti dobbiamo concordare col fatto che

a questa benedetta fisica del suolo non c'è verso di dare una certa posizione universitaria, e ciò è gravissimo.

PAGLIAI

Mi perdonerete se inizio il mio discorso proprio dalle parole del prof. Mancini. In Italia purtroppo non esiste lo specifico curriculum di studi del "Fisico del suolo", per cui i ricercatori che intendono dedicarsi a questi studi hanno una preparazione incompleta e perciò in varia misura da autodidatti. Questo costituisce un notevole svantaggio nel panorama internazionale; basti pensare ai Dipartimenti specifici di Fisica del Suolo presenti in molte Università sia Europee sia Americane. In questo periodo, ad esempio, nel nostro Istituto lavora una ricercatrice bulgara con un contributo dell'International Centre of Theoretical Physics di Trieste, la quale ha un PHD in Fisica del Suolo. Quindi il ricercatore che intende svolgere questo tipo di ricerche, oltre ad essere un autodidatta deve necessariamente fare degli "stages" all'estero. Non mi pare, del resto, che questo problema sia stato risolto con il Dottorato di ricerca. Per quanto ne so io, anche se su questo forse non sono bene informato, nelle 20 Facoltà di Agraria, non so se sono rimaste tali o ulteriormente aumentate, solo in due si impartiscono insegnamenti di Fisica del Suolo ed inoltre è da sottolineare che detto insegnamento non costituisce materia obbligatoria nel piano di studio per cui l'insegnamento non può essere approfondito come molti dei vari argomenti richiederebbero, altrimenti i corsi andrebbero deserti. Data, quindi, questa mancanza di un insegnamento fondamentale gli argomenti di Fisica del suolo sono inseriti tra le eterogenee aree disciplinari dell'agronomia, della chimica agraria e dell'idraulica agraria. Quindi, da questo punto di vista, ribadiscono ancora che i laureati in agraria italiani, in certe discipline della Scienza del Suolo, saranno meno competitivi rispetto ai colleghi di altri paesi europei.

Per quanto riguarda per ricerche di base di Fisica del suolo c'è da segnalare un enorme cambiamento, forse anche perché le leggi generali sono stabilizzate, a differenza delle leggi generali di argomenti di altre discipline, le quali sono tuttora in evoluzione. Ad esempio, per i movimenti dell'acqua, argomento cruciale della Fisica del Suolo, la legge fondamentale a cui tuttora si fa riferimento è la legge di Darcy e quindi l'apertura di nuovi orizzonti quali la modellistica, ad esempio, appaiono piuttosto im-

pegnativi e le conoscenze di informatica, matematica e statistica dovrebbero essere fondamentali.

Fra le prospettive future circa il ruolo che la Fisica del Suolo può avere, è imperativa una maggiore integrazione tra le varie discipline della Scienza del Suolo, perché è impensabile di risolvere o affrontare tematiche di grande attualità quali, ad esempio, l'impatto ambientale, soprattutto dovuto all'intervento antropico, la salvaguardia della risorsa suolo dai fenomeni di degradazione, erosione e inquinamento, senza l'apporto di conoscenze relative alle varie discipline, incluso, quindi, la Fisica del Suolo. Costantini sottolineava l'importanza del contributo del pedologo, io sottolineo anche l'importanza del fisico del suolo, basti pensare, ad esempio, alle problematiche del trasporto dei soluti negli studi sull'inquinamento del terreno.

Il prof. Cavazza ha sicuramente ragione, anche se qualcuno può dissentire, quando afferma che per il fisico del suolo il suolo è essenzialmente un sistema poroso dotato di determinate caratteristiche. Concordo con lui quando parla di corsi obbligatori per i cultori di scienze agrarie di "Scienza del Suolo" comprensiva di pedologia, chimica del suolo, fisica del suolo, microbiologia e biologia del suolo. D'altra parte ha ragione anche Gessa quando ci ricorda che allo stato attuale le ore a disposizione sono quelle per cui più di tanto è impossibile fare. Comunque, per concludere, i ricercatori nel campo della Fisica del Suolo dovranno sforzarsi per rendere attuale e realmente informativo il trasporto del valore puntuale delle misure inerenti parametri fisici a livello territoriale. Per questo molto resta ancora da fare nel campo della modellistica (basti pensare, appunto, alla percezione e al movimento dei soluti) e nel campo delle conoscenze inerenti la variabilità spaziale.

MANCINI

Il Presidente della seconda Commissione, il prof. Nicola Senesi.

SENESI

Ringrazio il prof. Mancini e il prof. Fierotti. Premetto che il rapporto sulla Commissione di Chimica del Suolo sarà un pò

più complicato, per esempio di quello sulla Fisica del Suolo perchè, mentre di fisici del suolo purtroppo ce ne sono pochissimi, di chimici del suolo ce ne sono tanti, per cui dovrò essere molto cauto nell'esprimere le mie opinioni quale Presidente di questa Commissione, cercando di tenere in debito conto quelle che mi constano essere le opinioni più diffuse e comuni sull'argomento, sia a livello nazionale che internazionale.

Innanzitutto, ritengo che possa essere molto utile confrontarsi, a livello nazionale, con l'interpretazione che, a livello internazionale, viene data alle diverse competenze, ai diversi contributi, ai diversi apporti delle varie anime della scienza del suolo. In altre parole, vorrei porre l'accento sia sull'aspetto tipicamente multidisciplinare della scienza del suolo, la quale coinvolge varie professionalità e varie competenze, che sull'intenso intreccio che esiste tra le varie competenze e professionalità. Il momento delle distinzioni tra i vari settori della scienza del suolo, la chimica, la fisica, la biochimica, la pedologia, la fertilità, la mineralogia, andrebbe associato sempre al momento della sintesi. Il fermarsi solo alle distinzioni lo ritengo riduttivo e improduttivo per tutti. Pertanto, il momento della sintesi, dell'intreccio delle diverse competenze, che comunque rimangono distinte, non può che risultare di estrema utilità per tutti coloro che, a diversi livelli, si occupano in senso ampio della Scienza del Suolo.

Inoltre, come multidisciplinare è l'approccio, altrettanto polivalenti sono gli obiettivi della Scienza del Suolo. In altre parole, la Scienza del Suolo non va interpretata, come spesso accade, solo ai fini della produzione agraria. Tale approccio, ovviamente, non è discutibile, però è restrittivo nel senso che non si dovrebbero trascurare gli aspetti relativi alla conservazione e alla protezione del suolo dagli inquinamenti, dalla erosione, dalla degradazione.

Esistono vari settori della Scienza del Suolo, ed in particolare della Chimica del Suolo, quali quelli relativi alla sua protezione e conservazione, che, nella latitanza degli autentici studiosi del suolo, sono spesso oggetto di invasione da parte di altre professioni, quali gli ingegneri, i biologi, i chimici "puri", i geologi, ecc., che si improvvisano esperti di suolo allorchè si presenta loro l'occasione professionale e/o accademica.

Ad evitare fraintesi, ben vengano i contributi di altre professioni, allorchè essi si integrano, ai diversi livelli ai diversi stadi di studio del suolo, con le altre componenti più autentiche della Scienza del Suolo. La Chimica del Suolo, in particolare, ha una sua precisa connotazione e funzione nella Scienza del Suolo,

cioè quella dello studio del sistema suolo dal punto di vista fondamentale: della sua composizione, delle proprietà, dei processi. Tali aspetti rivestono, a mio avviso, un ruolo imprescindibile e prioritario nello studio del suolo come sistema.

Non intendo affermare comunque che la Chimica del Suolo sia l'unica delle competenze della Scienza del Suolo che studi il sistema dal punto di vista fondamentale, bensì che essa rappresenta una di quelle competenze da considerarsi prioritarie all'uso, alla gestione, alla valorizzazione del suolo, che vengono dopo la conoscenza approfondita del sistema. In altre parole, meglio si conosce il sistema dal punto di vista chimico, fisico e biologico, meglio lo si può utilizzare, gestire, valorizzare e controllare. La Chimica del Suolo dovrebbe contribuire soprattutto, ma non soltanto, a questo aspetto della Scienza del Suolo.

Un grave errore di valutazione che spesso si commette, non tanto nell'ambiente accademico universitario o degli istituti di ricerca, ma quanto nell'ambiente esterno, è quello di considerare il chimico del suolo come l'analista, colui che deve effettuare l'analisi chimica del suolo. Questa visione errata del chimico del suolo è necessario che venga modificata. L'analista che effettua le analisi chimiche, i cui risultati possono poi servire al pedologo, al biologo, al fisico, al geologo, ecc., non è il chimico del suolo. Il chimico del suolo è uno specialista che studia il suolo a livello molecolare e meccanicistico dei processi che in esso avvengono, perseguendo obiettivi e usando mezzi di indagine molto specialistici e sofisticati, quali mezzi chimico-fisici, statistici, sistemi di calcolo.

Concludo con la proposta di intensificare i rapporti tra i diversi settori e competenze della Scienza del Suolo con rispetto per gli altri e per se stessi e con l'obiettivo di collaborare sullo stesso piano, riconoscendo a tutte le professionalità che si occupano del suolo il loro giusto ruolo. Obiettivo principale dovrebbe essere quello di adoperarsi a far progredire la Scienza del Suolo, nell'attenta e rispettosa difesa, anche se collaborativa, da quelle professioni dell'ultim'ora che cercano sempre con maggiore insistenza ed arroganza di invadere il nostro campo e sopraffarci.

MANCINI

Mi pare che procediamo molto bene. Molto interessanti le osservazioni del prof. Senesi. Il prof. Ceccanti che presiede la nostra terza Commissione sulla Biologia del Suolo. Ha la parola.

CECCANTI

Io mi occupo di un ruolo diciamo un pò infelice in questo momento perché mentre le altre scienze si sono da tempo affermate noi tutti sappiamo che la microbiologia e la biochimica si sono sviluppate soprattutto in questa ultima metà del secolo, per cui hanno il pregio e il difetto di essersi sviluppate troppo tardi nonostante tutti noi gli riconosciamo un ruolo essenziale.

È chiaro che parlare di microbiologia del suolo è un pò diverso di parlare della microbiologia classica, medica, di coltura in camere sterili. La microbiologia del suolo, per quanto ne so io, si è impegnata, nel passato, sulle tecniche di microbiologia agraria e un pò meno, a livello italiano, sui processi realmente coinvolti nel terreno. L'obiettivo di chiarire i meccanismi microbiologici nel terreno è molto difficile, in quanto sono così eterogenei, che non abbiamo "né il tempo né il denaro" per studiare i singoli componenti microbiologici del terreno e la loro attività, cioè il loro microsistema. Per quanto ne so io, il suolo è il punto d'incontro tra la litosfera e la biosfera. La biosfera che poi è l'atmosfera e la microsfera; per cui nel dire suolo in questa sede non mi sembra esagerato dire che stiamo parlando di una componente essenziale del nostro pianeta. È inutile stare lì a dilungarci su questo. Purtroppo noi non abbiamo disponibili da applicare modelli consolidati così come si fa nella fisica del suolo, o nelle altre scienze del suolo, per cui dobbiamo impostare tutto il lavoro. Io sono convinto che per quanto riguarda la conservazione di un ecosistema, in termini di produttività dell'ecosistema, occorre veramente impegnarci sui processi microbiologici, soprattutto perché chi studia la chimica del suolo e la fisica (qui viene anche un mio invito personale a vedere sempre di più le due branche estreme associate, perché è chiaro che un sistema condiziona l'altro).

Un microrganismo condiziona la fisica del terreno, la fisica poi è quella che crea il microhabitat necessario al microrganismo. Ma non dico questo solo perché abbiamo di fronte a noi dei nuovi sistemi produttivi o una degenerazione forte e accelerata dei suoli cosiddetti "aridi", ma abbiamo di fronte a noi tutta un'attività umana che dovrà fare i conti con quello che è l'uso futuro del suolo, cioè quello di smaltire rifiuti che bene o male vanno a colpire il suolo: sia che si scarichi nell'atmosfera, (che poi col fall-out ricade al suolo), sia che si scarichi in acqua, in quanto i fanghi sono destinati a andare al suolo.

In pratica, per quanto riguarda la produttività e la conservazione dell'ecosistema, bisogna impegnare più forze e più energie sulla microbiologia. Ma poi c'è tutto lo sviluppo delle tecnologie e qui siamo di fronte a qualcosa veramente da rimodellare completamente.

Le biotecnologie devono chiaramente coinvolgere in prima istanza la microbiologia, l'ecologia microbica, perché l'applicazione della biotecnica della scienza del suolo richiede specifiche e dettagliate conoscenze dei principali processi fisici, chimici, biologici e nutrizionali. Si richiede dunque l'intervento di tutte le discipline agrarie ed ambientali incluse la pedologia, le scienze forestali, ma anche le scienze sociali, perché se dobbiamo rimodellare un sistema di sviluppo che veda in ogni modo il suolo coinvolto bisogna coinvolgere altre discipline.

Dobbiamo occuparci sempre di più in primo luogo della degradazione delle sostanze tossiche nel terreno e nelle acque; della bioaccumulazione degli elementi tossici nelle acque; trattamento dei residui agrari zootecnici; la dinamica della rizosfera delle micorizze, perché se vogliamo sostenere la produzione di alimenti o aumentarle in futuro dobbiamo rivolgerci ad altri tipi di coltivazione; controllo delle patologie vegetali, anche questo è un problema molto grave che marginalmente viene fuori nelle nostre società; la microbiologia generale dei sistemi naturali; la tolleranza delle piante ai metalli pesanti e ai sali, perché usiamo sempre più acque saline e le nostre piante non sono preparate. E poi il meccanismo molecolare della nutrizione delle piante, e qui ci colleghiamo perfettamente con i chimici.

Finisco proprio con un flash dicendo che io vedo la microbiologia e la chimica molto associate per quanto riguarda lo studio dei meccanismi, non vedo perché non si debba cominciare a vedere queste due discipline sfocianti in una nuova branca delle scienze ambientali: la biochimica del terreno di cui non se ne parla quasi mai, eppure, per me, è il naturale punto d'incontro tra la reazione microbiologica e le reazioni chimiche. Perché è la biochimica? Ho detto all'inizio che non abbiamo il tempo né il denaro per studiare i singoli componenti che governano i processi microbiologici nel terreno. Allora dobbiamo trovare qualcosa che ci permetta di studiare il funzionamento biologico del suolo: i bioindicatori. Trovare cioè delle "risultanti" generali che possano in qualche modo darci un'idea di come è stato utilizzato il suolo finora, con quale conseguenza e di come potrà essere meglio utilizzato nel futuro.

MANCINI

Il prossimo oratore è un biochimico, il prof. Nannipieri che presiede la quarta Commissione Fertilità del Suolo e Nutrizione delle Piante.

NANNIPIERI

Come Presidente della quarta Commissione mi devo occupare dei problemi della fertilità. È chiaro che la fertilità va affrontata con un approccio interdisciplinare, quindi mai come in questo caso la cooperazione dei processi chimici, fisici, biologici è così appropriata. Gli scopi di ricerca della fertilità del suolo sono collegate a quelli di quantizzare gli elementi disponibili per la pianta e al fine di ottimizzare la produttività riducendo gli input chimici.

Anche le ricerche bio-tecnologiche a fini produttivi e per il recupero di terreni contaminati interessano la quarta Commissione. Non sempre l'attività di ricerca della quarta Commissione è stata di tipo interdisciplinare coinvolgendo diverse competenze.

Spesso in passato si è ricorso ad un approccio monodisciplinare; per esempio, il biochimico ha utilizzato le determinazioni di attività enzimatica per valutare lo stato di fertilità mentre il fisico ha usato parametri fisici. Ciò ha dato origine a risultati contraddittori.

Un insegnamento adatto per valorizzare le tematiche di fertilità è la "Fertilità del suolo e Nutrizione delle piante". Paradossalmente la nuova riforma degli ordinamenti didattici non ha valorizzato questo insegnamento come quello di altre discipline quali la "Biochimica del suolo". L'impegno didattico è focalizzato su insegnamenti fondamentali quali la Biochimica e la Chimica del suolo. Non ci sono in genere le forze per svolgere insegnamenti quali la Biochimica del suolo e la Fertilità del suolo o la Nutrizione delle piante.

Vorrei focalizzare in questa sede a livello culturale e quindi a livello didattico e di ricerca i problemi relativi al suolo. Non vorrei che in questa sede fosse compiuta la solita disamina senza focalizzare e concentrare il nostro impegno su pochi quanti qualificanti problemi e le divergenze culturali che ci sono tra pedologia e chimica del suolo ed in minor misura con la microbiolo-

gia. Non perchè i microbiologi non sono meno importanti per la problematica del suolo, ma perchè in Italia i microbiologi agrari hanno scelto di dedicare la loro attenzione a problematiche diverse con quelle del suolo.

Dal punto di vista didattico occorre valorizzare meglio l'insegnamento delle Scienze del Suolo nei corsi di laurea in scienze ambientali. Nella Facoltà di Agraria, i chimici del suolo sono presenti in quasi tutte le facoltà, mentre i pedologi non lo sono anche per loro colpa. La didattica relativa al suolo resta confinata nella Facoltà di Agraria mentre rischia di essere emarginata. Occorre perciò attuare delle iniziative per ovviare a questi problemi.

MANCINI

Man mano che l'esposizione avanza si guarda anche molto al futuro e credo che questo sia molto importante. Il Presidente della quinta Commissione Genesi, Classificazione, Cartografia, è Luciano Lulli, a cui do la parola.

LULLI

La funzione principale della Commissione Genesi, Classificazione e Cartografia all'interno della Scienza del Suolo è quello di definire l'entità naturale suolo. La Genesi si occupa di individuare, descrivere, studiare i processi che avvengono nel suolo attraverso l'analisi dei caratteri visibili e non che sono espressione degli eventi e dei conseguenti fenomeni che si sono succeduti nel tempo.

La Cartografia si occupa di dare fisicità ai suoli, cioè circoscrivere aree nelle quali prevalgono combinazioni di processi che avvengono o che sono avvenuti. La Classificazione si occupa di identificare e qualificare il suolo in modo da poter essere collocato in un sistema di riferimento; in altre parole di dare un nome al suolo. I tre aspetti o, se vogliamo, le tre funzioni che abbiamo indicato, consentono di qualificare il suolo come entità naturale in quanto definiscono un dominio univoco nella combinazione di caratteri e a questo danno un nome.

Oltre a questo aspetto che la qualifica, la quinta Commissione si interessa anche di classificazioni di idoneità. Questa attività

è estensiva della classificazione del suolo come corpo naturale e attende al suolo come risorsa.

Per questa ragione le metodologie di indagine possono variare e il suolo può essere inteso anche come supporto delle attività dell'uomo e come mezzo nel quale si insediano processi o fenomeni dipendenti dalle attività dell'uomo o della natura. Da qui i modelli descrittivi di valutazione delle risorse, del grado di inquinamento, delle possibili degradazioni. Da qui le indagini sulla variabilità spaziale o sull'ecologia del paesaggio o su caratteristiche ambientali connesse alle esigenze dell'uomo che stimano in qualche modo la sensibilità del sistema suolo alle perturbazioni ambientali.

MANCINI

Il Presidente della sesta Commissione Tecnologia è il dott. Marcello Raglione, Direttore della sezione di Rieti dell'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo.

RAGLIONE

Tra le discipline presenti nelle Commissioni della SISS la Tecnologia del Suolo è senza dubbio quella più negletta, sia perché gli studiosi di tale scienza sono praticamente assenti, sia perché manca un qualsiasi insegnamento universitario. Ritengo che, tra le motivazioni che hanno portato a questo stato di fatto, la principale sia da ricercare nella traduzione letterale "Tecnologia del Suolo" della dizione inglese "Soil Technology". Infatti, in qualsiasi tratto enciclopedico, al nome Tecnologia viene dato il significato di: lo studio delle scienze applicate relativamente alla trasformazione della materia prima in prodotto d'impiego e/o di consumo.

Ciò vuol dire che si rischierebbe di portare il suolo sullo stesso piano di un metallo, di un legno, di una plastica ecc. senza considerare che, mentre tali materiali sono dotati di caratteristiche fisse nel tempo (quali ad esempio il punto di fusione, il peso specifico, il reticolo cristallino, etc. per un metallo) ed in base alle stesse si possono adottare delle metodologie standardizzate per la loro trasformazione da prodotto grezzo a prodotto finito, il suolo, quale entità biologicamente e chimicamente atti-

va, nel suo ininterrotto evolversi è soggetto a modificazioni continue. Per tale motivo non si può partire da punti stabilmente definiti nel tempo, ma è necessaria una sua conoscenza puntuale e puntiforme che porti nell'uso a prevedere le possibili modificazioni indotte da un qualsiasi intervento sul suo equilibrio interno iniziale.

Più che di Tecnologia sarebbe opportuno parlare di Conservazione del Suolo, scienza quest'ultima non pura, di base, ma applicativa di altre.

Da sempre la conservazione del suolo è stata ritenuta la sua difesa dall'erosione e la maggior parte degli studi sono stati effettuati in tal senso; oggi lo spettro dei valori è molto più ampio, alla sola conservazione dell'entità fisica si sono aggiunte anche quelle delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche, in intima connessione con altri settori come l'Agronomia, la Meccanica Agraria, etc.

Per le considerazioni espresse, il ruolo di chi opera in tale tematica dovrebbe essere anche quello di assumere ed amalgamare anche le informazioni provenienti da altre discipline affini onde poter oculatamente programmare gli interventi e visualizzare le conseguenze.

MANCINI

La prossima Commissione è quella della Mineralogia presieduta degnamente dalla prof. Arduino.

ARDUINO

Prima di affrontare il tema specifico della breve relazione che mi è stata affidata, vorrei esaminare la situazione della Scienza del Suolo Italiana, vista attraverso l'interesse che gli iscritti alla Società dimostrano per le sue varie branche.

Interesse che è dettato evidentemente dal tipo di ricerca che possono, debbono, o amano fare. Su un totale di 228 iscritti, i dati mi sono stati forniti dal prof. Rochetti e sono aggiornati al febbraio 1995, gli aderenti alle varie Commissioni sono in percentuale 25 alla Fisica, 61 alla Chimica, 33 alla Biologia, 65 alla Fertilità, 55 alla Genesi Classificazione e Cartografia, 14 alla Tecnologia, 16 alla Mineralogia. Non stupiscono queste percen-

tuali che non chiudono a 100, ricordo che ogni membro della SISS può essere iscritto a più di una Commissione.

Come possiamo leggere questi dati? L'esempio che viene dalle analisi politiche non sembra da seguire ma ciò nonostante azzarderei un'interpretazione. La Scienza del Suolo è tradizionalmente legata alle scienze agronomiche e quindi di qui il forte interesse per la fertilità e per la chimica del suolo.

L'elevato numero di aderenti alla quinta Commissione evidenzia l'impulso dato alla pedologia dal prof. Mancini con cui la società si è a lungo identificata ma ovviamente anche l'importanza che la pedologia ha assunto negli studi territoriali. Il 33% della biologia secondo me, è destinato a crescere e per la fisica e per la tecnologia i quadri fatti da Pagliai e Raglione penso che siano esplicativi.

E per la mineralogia che ricordo raggruppa il 16% degli iscritti? Lo sparuto drappello potrebbe essere tale perché io sono Presidente della Commissione da tempi immemorabili e non ho certo fatto molto per vivacizzarla. Volendo essere seri e considerare l'esperienza dei singoli iscritti, si evidenzia che il 50% appartiene alla chimica agraria, il 20% è rappresentato da pedologi e geopedologi, ma un solo socio proviene da un dipartimento di mineralogia. E questo dimostrerebbe che se i chimici del suolo riconoscono l'importanza della mineralogia, i mineralisti puri non vedono il suolo come campo d'interesse per i loro studi. Nelle scienze della terra, la Scienza del Suolo viene quasi del tutto disattesa e del suolo viene considerato tutt'al più il significato geologico. Invece sono numerosi e importanti gli argomenti di mineralogia del terreno che dovrebbero essere approfonditi e che implicano stretti applicativi fondamentali nel campo degli interessi della Scienza del Suolo, dalla pedologia alla chimica ecc. I temi relativi sono principalmente, ma non esclusivamente legati alla mineralogia delle argille e riguardano, solo per citarne i principali, la minerogenesi, la cristallografia, i processi di superficie.

Il chimico del suolo, così come il fisico e il biochimico anche se sono in grado di avvalersi di buone conoscenze mineralogiche, non potranno mai apportare un contributo originale, innovativo alla mineralogia del terreno che si avvale evidentemente di strumenti e di metodi che le sono peculiari. Ecco quindi che una delle raccomandazioni fatte da Raul Simonson, nel suo articolo "Soil science, goal for the next 75 years" deve essere assimilata anche da noi. La raccomandazione suona: devono essere svilup-

pati rapporti efficaci tra gli scienziati del suolo e gli studiosi e professionisti che operano in campi diversi dall'agricoltura.

E per dire due parole anche sulla didattica faccio mie considerazioni del nostro docente di mineralogia del suolo, il prof. Facchinelli. Egli dice che il problema di quali informazioni di tipo mineralogico siano propedeutiche o irrinunciabili, nel curriculum di uno studente in scienze agrarie o forestali, è abbastanza delicato.

Si possono indicare come fondamentali due grandi capitoli: minerali del suolo e minerali delle rocce. Sono argomenti che malgrado l'apparente stretta affinità risultano abbastanza differenziati sia nelle loro valenze didattiche, sia nell'approccio che richiedono. La conoscenza a livello sia pure di fondamenti dei minerali del suolo è essenziale per una buona comprensione di tutti i caratteri fisici e chimici del suolo, e proprio per questo l'insegnamento di questi temi si avvicina e si connette con la chimica del suolo. Lo studio dei minerali costituenti le rocce significa studio del substrato su cui opera la pedogenesi ed è ovviamente fondamentale per la comprensione della pedogenesi stessa e per l'assimilazione del concetto di suolo come sistema dinamico in continua evoluzione, e richiede un approccio didattico orientato verso la petrografia o più in generale verso le scienze della terra.

Però non c'è solo una propedeuticità alla Scienza del Suolo, necessario una conoscenza sia pure a livello di fondamento, è un bagaglio assolutamente alla costruzione di un professionista, appunto l'agronomo. Ma la gestione, ovvero l'uso del territorio, land use, non è uso del suolo, soil use. Basti pensare ad alcuni importanti compiti che l'agronomo è chiamato a svolgere sul territorio, ad esempio sono solo gli agronomi che possono firmare i piani di rinaturalizzazione delle cave. E quindi è obbligatoria diciamo così, la necessità di conoscenza del substrato roccioso e del contesto geomorfologico sul quale si dovrà intervenire. Il prof. Facchinelli si duole del fatto che a Torino su 2400 ore di insegnamenti irrinunciabili non è stato trovato il posto neppure per un unico modulo, sia pure semestrale, di argomento mineralogico. Non so se il caso di Torino sia rappresentativo di una situazione più diffusa e generalizzata: se è così, la SISS dovrebbe farsi portavoce di una protesta presso le Facoltà di Agraria affinché il patrimonio culturale della mineralogia non venga ignorato.

MANCINI

Mi pare che questa esposizione sia stata particolarmente interessante. Direi che in Italia oggi c'è una situazione tutt'altro che facile. Luigi Cavazza mi ha detto che il suo libro di Fisica del Suolo sta andando al macero perché l'editore non sa più cosa farsene. Sono notizie che evidentemente rattristano. Un'opera certamente molto complessa, non di facile lettura, almeno per un ignorante come me, ma che certo non meritava una fine così triste. Una situazione italiana non felice perché in certi casi noi abbiamo perduto delle guerre lunghe, la guerra dei trent'anni è stata quella per cercare di istituire un servizio del suolo, portata avanti da numerosi Presidenti della Società, dal Direttore dell'Istituto del suolo prof. Ronchetti, da altri colleghi, guerra perduta. Abbiamo subito la riforma del corso di laurea di Scienze Agrarie di 10 o 12 anni fa ed abbiamo anche poco combattuto questa seconda riforma. Un po' di colpa è dunque sicuramente anche nostra. Abbiamo anche dei vuoti che sarà non facile colmare; pensate che noi non abbiamo in Italia una scuola di zoologi del suolo, una figura importante della pedologia europea.

Gli anni del dopoguerra sicuramente ebbero Franz un professore dell'Università della Boden Kultur a Vienna che era sì un geografo del suolo, una persona che ha lavorato molto anche per la genesi e classificazione ma che è autore di importantissimi lavori sul popolamento animale del suolo. Noi abbiamo avuto un collega dell'Università di Padova per parecchi anni, ma non mi pare che ci sia molta gente che si occupa degli animaletti che vivono nei nostri terreni e che esercitano sicuramente una grossa attività. Avevamo invitato tanti anni fa a Firenze il prof. Omedeo, grande specialista dei lombrichi che ci fece una filogenesi muovendosi dal mesozoico venendo fino ad oggi senza poi toccare quelli che erano i problemi che a tutti noi studiosi della Scienza del Suolo interessano. Una situazione quindi molto complessa. Io credo che dovremmo avere un certo coraggio e vi prospetto una situazione perché mi sembra molto significativa. Il servizio del suolo inglese ha avuto per molti anni Direttore Alex Muip, suo successore è stato Don Osmond, erano due persone che si occupavano del servizio del suolo ma uscivano dalla facoltà di chimica tutti e due. Erano cioè dei chimici che facevano i pedologi di campagna con una preparazione evidentemente molto diversa dai chimici italiani. Non credo che Cavazza abbia

scoperto qualcosa nel sottolineare l'importanza delle discipline affini, ciascuno di noi ha studiato con particolare simpatia una o più discipline affini: i pedologi forestali sono persone che conoscono la fitogeografia, i pedologi campagnoli, definizione che non piace al nostro presidente, che vengono però da una facoltà di scienze, sono laureati in geologia, hanno indubbiamente conoscenze accurate sulla geomorfologia, sulla dinamica del paesaggio, sulla geologia del quaternario, su aspetti di paleo climatologia. Ecco che ciascuno di noi ha un proprio bagaglio; quello che secondo me è importante per il futuro, è che noi intanto ci organizziamo perché questa conoscenza del suolo si allarghi. È vero che quasi tutti noi abbiamo avuto esperienze nella facoltà di Scienze Agrarie, però abbiamo un cattedratico nelle scienze di Angelo Aru, una persona a cui non solo la Società Italiana della Scienza del Suolo ma la Scienza del Suolo Italiana deve molto, perché Angelo Aru è stato tre anni emigrato a Venezia nel primo corso di scienze ambientali di indirizzo terrestre a difendere la Scienza del Suolo che il legislatore aveva in qualche modo riconosciuto, mentre per il corso di laurea in scienze naturali la pedologia è stata sempre presente fino alle ultime settimane.

A conclusione della riforma questa disciplina è scomparsa ed è opzionale in qualche sede dove abbiamo qualcuno che la insegna conoscendola assai poco. Questo è un altro grosso problema che abbiamo di fronte, perché molto spesso questa disciplina sono state insegnate da persone che non le coltivavano e che quindi avevano una esperienza esclusivamente libresco.

Che cosa si può fare per il futuro? Credo che noi dovremmo avere in seno alla Società il coraggio di avanzare o come Società o come un gruppo di colleghi un progetto integrato in cui ci sia tutti quanti nel senso che siano rappresentate tutte le diverse sfaccettature della Scienza del Suolo. E poi dovremmo proporre dentro le facoltà, perché la grande novità sbandierata dal nostro preside Marinelli, era che le singole facoltà avevano cinque o seicento ore disponibili che potevano gestire come volevano. Ecco perché la Scienza della Terra e la Scienza del Suolo di nuovo sono state così sconfitte; dovremo tentare ad un certo momento una rivincita. A mio avviso non sarà certamente una cosa facile ma sarà una battaglia che varrà la pena di combattere. Il progetto integrato può significare qualche cosa soprattutto all'esterno.

Dire, signori, il suolo è nel territorio, siamo di fronte ad una dinamica estremamente rapida; la FAO ha riconosciuto che l'Europa sarà l'unico continente con la superficie crescente fore-

stale, mentre in tutti gli altri continenti le foreste decrescono velocemente. Noi siamo eccedentari di prodotti alimentari. C'è però un grandissimo lavoro da fare sul territorio; ebbene il fisico del suolo, il chimico del suolo, il pedologo rilevatore, il microbiologo, il conservatore si mettano tutti insieme e propongano un progetto di cinque anni. Se ce lo bocceranno sarà un'altra delle nostre battaglie perdute, ma sarà una battaglia che dovremo certamente combattere per vedere di salvare un poco questa situazione. Per parte mia mi batterò, avendo tre bellissimi nipotini perché la loro vita sia più serena tra 30, 40 o 50 anni.

A questo punto aprirei la discussione.

FIEROTTI

L'idea di Fiorenzo Mancini di un progetto integrato in cui siano rappresentate tutte le competenze scientifiche che afferiscono alla nostra Società è oltremodo interessante e la riprenderemo, per valutarla, in sede di Consiglio. D'altronde è attraverso la collaborazione scientifica che si possono risolvere i legami che ci debbono tenere uniti.

Senesi nel suo intervento ha voluto sottolineare il fatto che, cito testualmente, "obiettivo principale dovrebbe essere quello di fare andare avanti la Scienza del Suolo". Certamente questo è compito di ciascuno di noi; occorre però tenere presente che non ci sono parenti poveri e parenti ricchi, ma ognuno partecipa con pari dignità e pari diritti e doveri. All'amico Carlo Gessa vorrei ricordare, senza che ciò possa apparire una polemica, che non è colpa dei pedologi se i due settori di Chimica del suolo e di Pedologia non sono rimasti uniti; diciamo che le colpe stanno da ambedue le parti. Comunque non è questa la sede adatta per riaprire una vecchia polemica che, almeno per quanto mi riguarda, appartiene al passato; i fatti cui tu hai accennato hanno lasciato in tutti noi l'amaro in bocca e un rimpianto di ciò che si sarebbe potuto fare insieme.

Per quanto riguarda l'appunto fatto da Sequi e poi ripreso da Costantini sulla figura del geologo che talvolta si sovrappone a quella del pedologo, il mio pensiero è che se è vero che all'Associazione dei Pedologi sono iscritti anche dei geologi è anche vero che ciò non abilita a qualificarsi pedologi se alle spalle non c'è una lunga attività pedologica di campagna, la sola in grado di formare il vero pedologo.

MANCINI

Non c'è dubbio che un altro aspetto molto grave sia quello dei raggruppamenti didattici molto ampi. Molti di voi sanno che ho coperto per molti anni la cattedra di geologia applicata, e sarei, se fossi ancora in ruolo, autorizzato a insegnare geologia delle gallerie, geologia dei grandi serbatoi. Questo è un grosso difetto dei raggruppamenti così ampi. Il fatto che a un certo punto un tizio pur di rimanere a casa si adatti ad insegnare qualcosa che non ha mai coltivato porta ad un degrado consistente della qualità dell'insegnamento universitario, che sicuramente non mi pare che sia molto elevato.

ARU

Vorrei sottolineare alcune cose soltanto. Circa vent'anni fa ho avuto il piacere d'incontrare un urbanista, il prof. Clemente, ordinario ed urbanista, che ha progettato parecchie città italiane e col quale per circa vent'anni abbiamo collaborato e lavoriamo insieme. Esiste un'intesa perfetta, non esiste alcuna prevaricazione e tutto ciò che riguarda la zonizzazione per la pianificazione è un lavoro che riguarda esclusivamente l'architetto urbanista. Questa disciplina ormai viene accettata; qualche mese fa è stata discussa a Milano proprio una tesi di laurea che è stata molto apprezzata. Anche da parte nostra deve esserci questa possibilità di offerta, di collaborazione, anche perché si è manifestata l'esigenza di identificare il territorio urbano e suburbano in termini di usi possibili di un territorio. E noi abbiamo una grossa responsabilità perché questa esigenza sia sentita. Una responsabilità che, se continuiamo di questo passo, alcune Università collaboreranno. Noi pertanto dobbiamo dare ai nostri insegnamenti un carattere di progettualità, perché soltanto in questo modo avranno una possibilità di successo. Ma quale facoltà più della facoltà di agraria avrebbe dovuto aiutare, un pò innovare, quel tipo d'insegnamento nel nostro paese? Il problema era quello di amalgamare, di vedere questa interdisciplinarietà, per arrivare ad un carattere progettuale delle nostre lauree. Chiaramente sono lavori seri: la zonizzazione comporta una grossa responsabilità nel fare i lavori. La cartografia è una cosa importante, non è un esercizio da presentare nei concorsi.

ARDUINO

Volevo parlare di un progetto molto futuro. A me sembra, contrariamente a quello che diceva il prof. Aru, che ci sia sempre nociuta questa commistione così profonda con gli agronomi. Le Facoltà di Agraria, ormai è chiaro, non ci riconoscono assolutamente: per loro il suolo non è nulla, neanche a livello decisionale. Nel nuovo ordinamento didattico alla Scienza del Suolo sono state riservate 50 ore.

Non sarebbe il caso di istituire un corso di laurea in Scienze del Suolo visto che non riusciremo mai a mettere insieme la chimica, la fisica e tutte le discipline degne di studi approfonditi?. Allora tanto varrebbe, come diceva prima Ceccanti, parlare di suolo è parlare di pianeta, e allora proponiamo un corso di laurea in Scienze del Suolo dove veramente tutte le branche, le specializzazioni potrebbero avere un degno approfondimento.

BUONDONNO

Credo sia poco realistico pensare ad un "corso di laurea" in Scienza del Suolo, in quanto già incontriamo notevoli difficoltà per un "indirizzo" in Scienza del Suolo. Ciò non toglie che è in questa direzione che bisogna muoversi, questa è la strada da percorrere, e l'occasione del nuovo ordinamento degli studi della facoltà, è una occasione da non perdere.

Sarebbe molto importante che da questa Tavola Rotonda venisse fuori una bozza unica per un nuovo "indirizzo" di Scienza del Suolo, considerate le difficoltà che si incontrano anche per formulare ed ottenere soltanto un "profilo professionale" in tal senso. Difficoltà che sorgono perchè affiorano sempre le cose che sono affiorate questa mattina in questa riunione. Sette sezioni: microbiologia del suolo, fisica del suolo, biochimica del suolo, chimica del suolo, così via.

Indubbiamente è così, questa è la Scienza del Suolo, la sua complessità. Però dobbiamo intenderci su alcuni punti.

Se riusciamo ad ottenere un risultato minimo, che è quello delle 100 ore per il corso di insegnamento di "Scienza del Suolo", con un modulo di Chimica del suolo e uno di Pedologia, già, secondo me, è un buon passo, concreto, per ribaltare una situazione.

Diceva la prof.a Arduino che molti non conoscono il suolo. Io sono stato ieri, a Napoli, al Dip. di Scienza della Terra, e ad

un certo punto un collega di geologia mi chiede che cosa è il suolo. Anche nella stessa Facoltà di Agraria noi non abbiamo avuto finora un corso ufficiale di Pedologia. È vero che Scienza del Suolo significa tutto ciò che è stato detto in questa riunione, e non si può fare a meno di nulla: della Biochimica del Suolo, della Microbiologia del Suolo, della Micromorfologia, e così via. Però se continuiamo a sostenere queste cose sarà difficile ottenere risultati auspicabili. Noi ci stiamo battendo, a Portici, e sembra che un primo obiettivo si stia concretizzando: 100 ore di Scienza del Suolo, con un modulo di Chimica del Suolo e uno di Pedologia. Se questo si riuscisse a fare in tutte le sedi sarebbe già un buon passo avanti. E deve essere, secondo me, appunto "Chimica del Suolo e Pedologia", non già "Chimica del Suolo e Fertilità e Nutrizione delle Piante", o "Chimica del Suolo e Fitofarmaci", o "Chimica del Suolo e altre cose" che più opportunamente possono trovare sviluppo ulteriore negli Indirizzi o nei Profili professionali, per approfondire un aspetto più che un altro nelle diverse sedi. Perché è difficile ottenere tutte le sette sezioni della Scienza del Suolo come discipline o moduli irrinunciabili.

Vorrei dire ancora una cosa. La Fisica del Suolo, la Biochimica del Suolo, la Micromorfologia, ecc., tutti aspetti imprescindibili per la ricerca e per la conoscenza del suolo. Ma non si può trascurare un dato di base: il "profilo del suolo" quale rileviamo in campagna, e nel quale vi è una successione di "orizzonti", quindi una possibile successione di situazioni - fisiche, microbiologiche, idrauliche, - anche molto differenti, che solo interpretando il "profilo", così come lo intende il pedologo, si possono trarre conclusioni quando si parla di pianificazioni, di uso del territorio. Per cui non basta la conoscenza di ciascuno degli aspetti citati, ma ci vuole qualcosa di più. Molte volte abbiamo nello stesso profilo 4 o 5 situazioni diverse che si sovrappongono, la cui interpretazione è possibile unicamente attraverso il riferimento ai sistemi di classificazione pedologica.

PICCI

Innanzitutto debbo ringraziare il prof. Mancini per le espressioni gentili dette nei miei riguardi. Inoltre dico - a titolo personale - di essere perfettamente d'accordo con il prof. Mancini-

ni riguardo al progetto da lui menzionato. Ciò sarebbe un risultato molto concreto, vale a dire ad amalgamare il più possibile tutte le discipline che afferiscono alla Scienza del Suolo.

A questo punto vorrei però sottolineare il fatto che il numero di studiosi di microbiologia del suolo si va purtroppo assottigliando, mentre -al contrario- il numero complessivo dei microbiologi "non medici" è sensibilmente aumentato, ma l'orientamento dominante, specialmente nei giovani, è il settore "alimentare". Anche se è ovvia l'importanza dei processi trasformativi, altrettanto importanti sono i processi produttivi, che sono a monte dei precedenti e nei quali si colloca la Microbiologia del terreno.

Passando in rassegna i centri di ricerca dove si fa microbiologia del suolo, c'è da annoverare Pisa (Università e CNR), Firenze, Milano, Udine e Padova. Da notare che in queste ultime due sedi ci sono due colleghi che provengono da Pisa.

D'altra parte questa bassa percentuale ce l'ha confermata la prof. Arduino quando ci ha dato qualche cifra e si vede che la percentuale di microbiologi è molto bassa. Poi permettete mi un'ultima osservazione, e cioè, l'insegnamento della microbiologia del suolo, o meglio di ecologia microbica, in certi corsi di laurea tace e precisamente nelle Scienze Biologiche. Per me lo studio di tale disciplina è fondamentale, e questo posso dirlo anche per esperienza perchè io sono docente in una scuola di specializzazione in microbiologia nella Facoltà di Medicina, alla quale afferiscono medici e laureati in scienze biologiche.

È necessario partire dalle basi elementari perchè tali microbiologi non hanno una base ecologica, che per me fondamentale in scienze biologiche. Loro sanno molto sulle salmonelle, d'accordo, ma sanno pochissimo sul suolo, sull'aria, sull'acqua.

NANNIPIERI

Sono contento della discussione attuata sino ad adesso per le problematiche affrontate e le relative proposte.

Ho apprezzato l'intervento di Picci per il fatto che l'ecologia microbica è importante non solo nella Facoltà di Agraria e nella Facoltà di Scienze ma anche nel corso di laurea in scienze del suolo. Sono d'accordo con Corrado Buondonno che ha anche lui suggerito una proposta realistica ; è inutile pensare ad un

corso di laurea in scienze del suolo ma occorre disentere sui modi per affermare uno o più moduli, se necessario, di Scienza del Suolo nei corsi di laurea delle Facoltà di Agraria e di Scienze.

A Firenze abbiamo proposto un modulo di Scienza del Suolo con 100 ore suddivise a Chimica del suolo e Pedologia. Inoltre la Microbiologia del suolo ha uno spazio indipendente.

Dobbiamo utilizzare le stesse proposte per il corso di Scienze ambientali. Attualmente nel corso di laurea in Scienze ambientali sono presenti 100 ore interamente a disposizione del pedologo.

BUONDONNO

Scusa se mi intrometto. C'è una differenza: che in Scienze Ambientali c'è la disciplina "Chimica del terreno", come disciplina a parte. Quindi il discorso può essere diverso: introdurre la "chimica del terreno" nella Pedologia sarebbe una diminuzione. Noi abbiamo due belle discipline distinte, e allora sarebbe sbagliato eliminare una disciplina e poi metterla come modulo nel corso di Scienza del Suolo.

VIOLANTE

Vorrei agganciarvi a molti degli interventi precedenti affermando con amarezza che gli errori commessi da noi tutti negli ultimi anni sono talmente gravi che difficilmente in tempi brevi potremo recuperare il terreno perduto.

Le discipline della Scienza del Suolo sono ben note in tutte le parti del mondo e molte di esse dovrebbero essere presenti e dovrebbero caratterizzare corsi di laurea quali Scienze Agrarie e Scienze Ambientali.

Questi bei discorsi sulle diverse competenze della Scienza del Suolo li stiamo facendo da tantissimi anni, ma cadiamo sempre negli stessi errori perchè non riusciamo ad imporre una strategia comune scientificamente e politicamente valida.

In poche parole la nostra Società, pur avendo oggi notevoli energie, non riesce a decollare come potrebbe perchè non ha una organizzazione veramente valida e soprattutto non porta avanti un piano di sviluppo culturalmente e politicamente unitario. Diciamolo onestamente: non abbiamo strategie comu-

ni. Non abbiamo mai parlato seriamente dei contenuti scientifici dei nostri dottorati di ricerca in Chimica Agraria ed in Scienza del Suolo o delle discipline che dovrebbero caratterizzare gli indirizzi e i profili che potrebbero essere attivati in varie sedi universitarie. Purtroppo non avendo un grande progetto comune ci affidiamo a iniziative personali. Procedendo in tal modo corriamo il rischio di essere fagocitati da gruppi più accorti, più compatti e meglio organizzati.

RAGLIONE

Volevo prendere spunto da una constatazione che ha fatto il prof. Paolo Nannipieri, circa la quasi totale disinformazione dell'opinione pubblica in merito al suolo. Purtroppo tale è la realtà; pochissimi hanno nozioni, anche di massima, su cos'è un suolo, tanto è vero che sono continuamente promulgate leggi, compresa quella prima citata dal prof. Mancini sulla difesa del suolo, in cui il suolo fa parte del suolo. Tale termine viene utilizzato, con il significato di superficie, per l'individuazione di unità territoriali e non per la individuazione di un'unità a se stante.

Per esempio anche nella valutazione di impatto ambientale, richiesta nella relazione accompagnatoria di tutte le opere territoriali, il suolo, almeno nel suo significato originario, non viene assolutamente preso in considerazione.

Senza voler rilanciare vecchie polemiche, per le quali molti dei presenti si sono già battuti, ritengo che un'azione di informazione presso l'opinione pubblica, intesa a far conoscere cosa sia il suolo e la sua importanza nel contesto ambientale, sia di estrema importanza.

Uno dei modi in cui potrebbe svolgersi tale azione è stato già presentato: la sensibilizzazione a livello universitario, con l'istituzione di corsi di laurea in cui la scienza del suolo sia ben rappresentata sia nelle Facoltà di Agraria che in quelle di Scienze.

Un altro potrebbe essere costituito dalla creazione di uno specifico progetto di ricerca, di cui si è anche parlato stamattina, che vada ancora più a fondo, nel tema suolo, rispetto a quanto già realizzato nel progetto PANDA.

Direi che il nuovo progetto dovrebbe essere spiccatamente coinvolgente tutte le discipline della Scienza del Suolo e teso a dimostrarne la vera utilità nella risoluzione di problemi applicativi. Sempre da più parti viene sentita l'esigenza di informazioni

sulla risorsa suolo in merito alle problematiche connesse con lo smaltimento di reflui, dagli zootecnici a quelli delle industrie di trasformazione dei prodotti agricoli, fino all'inquinamento da emissioni gassose nell'atmosfera, e solo attraverso l'approfondita conoscenza dei meccanismi che agiscono al suo interno potrà essere garantita la conservazione.

Una terza strada potrebbe essere quella della creazione di una rivista specifica che raccolga pubblicazioni sulla Scienza del Suolo, magari a carattere applicativo. Ad oggi ci sono veramente grosse difficoltà nella pubblicazione di articoli di tal fatta, non essendoci riviste che si occupano specificatamente di problematiche inerenti il suolo; molte volte ciò è stato possibile su periodici di altra estrazione, ma solo in base a magnanime concessioni.

A questo proposito, avendolo già fatto in precedenti occasioni, suggerirei che il Bollettino della S.I.S.S. possa essere trasformato in una rivista o che il Bollettino, come realizzato da altre discipline, pur conservando tale dizione diventi una vera e propria rivista scientifica.

Approfitto dell'occasione per permettermi di far leva su alcuni dei presenti, quali membri di comitati di redazione di riviste, affinché nei periodici che li vedono partecipanti sia data maggior possibilità di pubblicazione di articoli a carattere pedologico.

SENESI

Vorrei commentare alcuni aspetti relativi agli interventi precedenti. Ritengo che i problemi che si incontrano per pubblicare sulle riviste internazionali di scienza del suolo non siano insormontabili, ma che possano essere risolti sulla base della qualità del lavoro che si sottopone per la pubblicazione. Per quanto riguarda il bollettino della SISS, lo ritengo utilissimo per la pubblicazione e diffusione di rassegne e note divulgative, mentre le riviste internazionali, siano esse stampate all'estero o in Italia, dovrebbero essere preferite per la pubblicazione di lavori scientifici originali e di ampio e sicuro interesse e carattere sopranazionale.

Sulla base della mia personale e venticinquennale esperienza, anche come membro dei Comitati editoriali di due riviste internazionali, posso affermare che, pur avendo sentore dell'esistenza di lobbies nei comitati editoriali di alcune riviste scientifi-

che internazionali, per cui alcuni lavori presentati da certi autori e provenienti da certe Istituzioni di Ricerca appaiono percorrere corsie preferenziali, il lavoro degli Editors, dei Referees e degli Reviewers è, nella stragrande maggioranza dei casi, rigoroso ed imparziale, sia per quanto riguarda la nazionalità che il tipo di istituzione a cui appartengono gli autori.

In conclusione, se la qualità del lavoro sottoposto per la pubblicazione è buono ed accettabile, prima o poi, con maggiori o minori difficoltà, si arriva a pubblicare dignitosamente.

Riferendomi poi ad alcuni punti degli interventi dei proff. Violante e Buondonno, ritengo che l'affermazione della scienza del suolo, sia all'interno delle facoltà universitarie che degli istituti di ricerca sperimentali, sia da perseguire sia sotto l'aspetto culturale che politico. La validità e l'incidenza culturale dei progetti e delle proposte che noi studiosi del suolo ci sforziamo, singolarmente o a gruppi, di portare avanti sono ben noti e generalmente condivisi dagli altri colleghi della stessa disciplina o discipline affini. Il problema risiede nell'atteggiamento degli altri interlocutori che, nelle Facoltà Universitarie e negli Istituti di ricerca, insieme a noi, debbono decidere. Essi, molto spesso, o capiscono, ma fanno finta di non capire, ovvero non capiscono affatto, le nostre posizioni e proposte.

Pertanto ritengo che un'azione di politica culturale, scientifica e professionale, condotta con incisività e perseveranza nei luoghi, nei tempi e nei modi più opportuni ed efficaci, sia assolutamente necessaria per difendere le nostre ragioni e far valere le nostre posizioni. In quest'ottica, invito i colleghi che più sono vicini ai centri decisionali, nazionali e locali, come il prof. Sequi, il Presidente della SISS, i Presidenti delle Società a noi più affini e quanti altri siano in grado di farlo, di volersi adoperare nella direzione di far valere le nostre giuste ragioni di studiosi del suolo nelle sedi decisionali del potere politico ed amministrativo.

LEVI MINZI

Il primo individuo è stato chiamato Adamo, Adamo viene dalla parola adom che vuole dire rosso e adama che vuol dire terra. Quindi era destinato ad essere un pedologo!

Un aspetto importante riguarda la limitatezza del bene suolo e la difficoltà di difenderlo, di ricuperarlo.

Una coltura che è andata male per un anno si butta via; un vitello che è ammalato si abbatte; si abbattono i maiali, i cavalli, i polli ecc., un terreno che è stato inquinato o che ha subito un inquinamento da materiali organici difficilmente degradabili, ce ne vuole per ripulirlo, non si lava mica.

Un terreno che era buono per la vite e che è stato sciupato per edifici, costruzioni, cimiteri, monumenti e industrie, è difficile recuperarlo.

Il miglior sistema che noi abbiamo oggi per farci valorizzare, sta nella validità della nostra produzione scientifica. Il giorno che noi pubblicheremo dei buoni lavori su grandi riviste internazionali, di valore, lette, automaticamente il nostro peso crescerà. E quindi saremo più considerati e meglio potremo difendere il "bene" suolo.

Un'altra osservazione invece, dal punto di vista didattico; a Pisa abbiamo tre D.U e tutti hanno un corso di 40 ore di fondamentali di chimica del suolo. Uno di questi ha anche un modulo legato di 30 ore di pedologia. Mentre in 40 ore non riesco a presentare le principali problematiche del suolo, in 70 ore riesco a dare un concetto globale molto più completo ed efficace.

RAGLIONE

Ho parlato di sensibilizzazione dell'opinione pubblica, e quindi di riviste che abbiano sì un carattere scientifico, ma che non siano puramente scientifiche. Non mi sono mai riferito ad edizioni prettamente scientifiche, quali ad esempio Geoderma o Soil Science od altre di tal fatta, poichè in Italia con queste riviste di sensibilizzazione se ne fa poca, in quanto sono pochi quelli che le leggono ed il loro contenuto non è facilmente comprensibile dall'opinione pubblica. Non sono queste le riviste che fanno divulgazione per la conoscenza del suolo; esistono anche altre riviste di minor pregio scientifico e sulle quali sarebbe, forse, il caso di insistere perchè di più larga diffusione.

GESSA

Vi racconto un episodio realmente avvenuto a Bologna durante il lavoro delle commissioni incaricate del riordino del corso di laurea in Scienze e Tecnologie Agrarie.

Dovete sapere che la mia facoltà ha attivato tre indirizzi: il primo denominato "Progettazione e gestione delle risorse agro-territoriali" è controllato essenzialmente dai gruppi economico-estimativo ed ingegneristico. Dopo aver fatto presente che il suolo è la risorsa fondamentale del territorio, ho chiesto che all'area "Scienza del Suolo" venissero assegnate non meno di 100-150 ore di lezione. Un collega del settore "estimo rurale" ha precisato che a loro interessava solo la "cartografia" e che per questo insegnamento 50 ore erano più che sufficienti. Non sono riuscito a fargli capire che non è proponibile trattare una disciplina "applicata" senza prima aver illustrato i concetti teorici di base. Purtroppo la buona fede del collega non è in discussione.

CECCANTI

Io dico che purtroppo non potrò dare nessun contributo pratico e cooperativo a coloro che giustamente chiamano a raccolta tutte le discipline e le forze presenti in campo universitario, per coagularsi intorno al problema e per cominciare a muoversi in una determinata direzione.

C'è un bisogno enorme in molti corsi di laurea di capire che cos'è il suolo, ma non come elemento a sè stante, ma come elemento essenziale della vita dell'uomo.

Io collaboro ad un corso di insegnamento di enzimologia a Scienze Biologiche dell'Università di Pisa, insegnando enzimologia e biochimica del suolo, con un contratto di poche ore, e vi giuro che faccio poco di enzimologia del suolo, mentre mi intrattengo molto di più sui concetti generali di ecologia, dove incontro il maggiore interesse degli studenti.

Io mi aspetterei di vedere scendere "in campo" autorevoli persone come il prof. Fierotti, il prof. Sequi e chiunque altro abilitato a parlare di problematiche ambientali relative all'uso del suolo, mentre viceversa vediamo troppo spesso persone fuori posto. Quindi bisogna richiamare le discipline vere, i "mestieri veri", nel momento e nel posto giusto. Ad esempio, i presidenti delle varie Società potrebbero unirsi creando un organismo nuovo, capace di riunirsi periodicamente e di intervenire su eventi di rilievo nazionale relativi all'uso del suolo e non, ad esempio, lasciare che, nel caso di calamità nazionali (incendi, frane, alluvioni, inquinamento, etc.), sia sempre e solo l'ingegner-

re comandante dei vigili del fuoco ad intervenire sulle possibili cause e rimedi. Occorre essere presenti in ogni circostanza, creando anche "spot" propagandistici attraverso comunicati stampa, televisione e riviste divulgative.

Credo che le figure tecniche e scientifiche che fanno parte della Società della Scienza del Suolo o di altre società "affini" abbiano tutta l'autorità per farlo: ecco nascere una prima vena di collaborazione concreta.

Concludo qui la mia prima riflessione.

La seconda riflessione è relativa al progetto multidisciplinare suggerito dal prof. Mancini: sono d'accordo a chiamare le varie branche della scienza del suolo attorno a problematiche reali. Io pensavo ad esempio che questo obiettivo fosse già in essere con il progetto PANDA, tanto che lo citai nel mio comunicato scritto inviato al prof. Sequi, in preparazione della riunione odierna. PANDA, per me, è un ottimo esempio di progetto multidisciplinare per dare una risposta proprio ai nuovi modelli di produttività del terreno.

Ribadisco il mio accordo ad iniziare a lavorare attorno al progetto comune suggerito dal prof. Mancini.

SEQUI

Vorrei esprimere brevemente la mia opinione su alcuni dei problemi che sono stati discussi o per lo meno accennati in questo dibattito tanto interessante.

Innanzitutto si è parlato dell'importanza strategica dell'attuazione di un progetto di ricerca sul suolo. Non c'è stato fino ad oggi alcun progetto nazionale espressamente dedicato al suolo, almeno negli ultimi anni, anche se nel Progetto PANDA da me coordinato si sono affrontati alcuni problemi collegati alla Scienza del Suolo. Certo, l'attuazione di un progetto suolo va proposta e perseguita.

Il Progetto PANDA (produzione agricola nella difesa dell'ambiente) non è che uno dei circa trenta progetti finalizzati finanziati dal Ministero delle risorse agricole, alimentari e forestali. Ma il progetto doveva riguardare esclusivamente i sistemi colturali a basso impatto ambientale anche se, da quando ne sono stato nominato coordinatore, ho cercato in ogni modo di inserirvi temi specificamente inerenti il suolo. Il progetto sarà ultimato a metà del 1996 e non c'è che da augurarsi un rinnovo an-

cor più focalizzato sui caratteri propulsivi che la Scienza del Suolo ha per una efficace difesa dell'ambiente.

Uno degli sforzi maggiori che il progetto va sostenendo è quello di collegare i risultati delle ricerche al loro trasferimento nella realtà del mondo agricolo. Tutti conoscono i problemi che nel nostro paese derivano dalla mancanza di un servizio di "extension" del tipo di quelli anglosassoni. Eppure dobbiamo imporci di tentare di risolvere questi problemi, puntando sulla collaborazione dei servizi di sviluppo agricolo regionali. Per questo motivo abbiamo cercato di iniziare una collana di quaderni di divulgazione che speriamo abbia una larga diffusione e che dia un contributo efficace e fornisca un collegamento operativo fra ricercatori e divulgatori. Speriamo di ottenere il consenso e la collaborazione sincera degli enti regionali.

Solo un piccolo numero di regioni, o per lo meno certamente un numero non adeguato, si è dotato di una cartografia pedologica del proprio territorio. Auspichiamo che nel Dicastero dell'agricoltura si affermi la volontà politica di consolidare quel comitato per l'osservatorio pedologico e la qualità del suolo che aveva iniziato a lavorare in maniera tanto promettente, sotto la guida del Presidente prof. Giovanni Fierotti, per coordinare le iniziative regionali. Ma uno stimolo indiretto alla conoscenza pedologica del territorio nazionale potrebbe provenire dalla prosecuzione del progetto PANDA. Le regioni attrezzate potrebbero vedersi offrire senza ulteriori grossi aggravii ricerche sulla sensibilità delle aree e sui bilanci degli elementi nutritivi, oltre che piani di irrigazione e di concimazione, basati sulle tipologie pedoclimatiche prevalenti nel loro territorio, e le regioni che sono rimaste indietro potrebbero comprendere l'importanza di attrezzarsi.

Il suolo forse è fuori moda, e forse non solo in Italia, anche se l'Italia brilla più di altri paesi per mancanza di conoscenza dei propri suoli e per scarsa coscienza dell'importanza della Scienza del Suolo. Certo al recente ultimo Convegno della Società Internazionale della Scienza del Suolo, quello di Acapulco, tutti avranno notato che la maggior larghezza di mezzi finanziari era stata profusa grazie all'intervento della benemerita e più ricca società messicana delle acque! Quanto il Messico mi ha ricordato l'Italia! Ma ricordo anche che visitando la Cina nel 1980, in tempi che sembrano ormai tanto lontani, avevo annotato con sorpresa che gli iscritti alla società cinese della Scienza del Suolo erano ben 10.000, e, se è vero che essi oggi

sono diventati 18.000, sono un numero proporzionalmente ben superiore a quello che registriamo noi in Italia. Dobbiamo fare ancora molto per diffondere la cultura del suolo. Forse non sono stato ben compreso inizialmente quando ho lamentato che un geologo e non un esperto di suolo era stato chiamato a risolvere un determinato problema. Il geologo come tale non è un esperto di suolo. Ma esperto di suolo può essere anche un ingegnere, il matematico, il fisico. Se questo fisico viene chiamato a risolvere un problema di suolo, in ogni caso, non deve essere definito fisico, ma un esperto di suolo. È questa la cultura che manca.

LULLI

Devo dire che la questione culturale mi interessa moltissimo e che poco prima, quando ho presentato la commissione quinta, ho trovato difficile spiegare in modo compiuto il senso delle nostre attività. Le difficoltà nascono dal fatto che la visione globale o integrata dei problemi che sorgono nel definire un suolo non fanno parte del paradigma comune. È molto più facile infatti avere una visione semplificata dei sistemi complessi suolo sia in senso riduzionista che in quello olistico. Tanto è vero questo fatto che ho trovato difficoltà nell'accettazione di alcuni lavori, sia speculativi che scientifici, perchè o non ben definiti o contrari alla logica conforme. Un esempio è un mio lavoro sempre respinto, anche quando i referee sono stati favorevoli, perchè indicava che la componente fisica influisse in maniera determinante sull'attività di micorrize nella fase della fruttificazione, rendendo così più complesso e non solo biologico il problema.

Secondo buona parte di coloro che sono seguaci del metodo positivista, quello che conta è il dato quantitativo o tutto ciò che può essere dedotto dal dato quantitativo, indipendentemente o quasi dal contesto nel quale questo dato è stato ottenuto. Questo atteggiamento riduzionista contrasta con un approccio qualitativo o soggettivo che invece è proprio alla definizione dei sistemi complessi.

Se il suolo viene inteso come sottosistema dei più complessi sistemi ambientali, più importante risulta una sua qualificazione o identificazione, all'interno del quale si devono individuare quegli andamenti lineari (come insegna Prigogine nel contesto

dei sistemi dissipativi) che possono essere in qualche maniera identificati e controllati con i dati.

Ma la metodologia dei sistemi complessi, dice Morin, non ha ancora una precisa configurazione. Anche se è stato lui a concepire la *Methodé*, il nuovo modo di affrontare i problemi nella scienza. Infatti pensare nel complesso non è facile nè acquieta la tensione del ricercatore; ma è questo l'approccio moderno che tende a modificare in senso qualitativo il metodo scientifico. Certo è bene prima cercare di individuare il problema da risolvere ponendo come base una scelta di tipo soggettivo e assiomatico che nasce dalle esigenze dell'uomo ricercatore collocato nel proprio mondo culturale e poi usare il cosiddetto metodo scientifico per risolvere una parte del problema accettando anche un certo grado di indeterminazione.

E accettando l'idea, che si fa sempre più solida, che molto spesso la natura in alcune sue parti ha conformazioni ed andamenti frattali, con il cambiamento di dimensione che questo comporta, per cui l'andamento climatico, grazie alla specificità che lo contraddistingue in ogni luogo e poichè dipende dalle condizioni iniziali, ha una dimensione 3,2.

Dò un accenno anche alla teoria espressa da Tom in "Metamorfosi e stabilità strutturale", anche detta teoria delle catastrofi, che puntualizza la necessità di conoscere lo stato dell'organizzazione e struttura degli oggetti naturali perchè a questa si connette un preciso comportamento e al fatto che i processi possono avere dei cambiamenti di stato improvvisi, non prevedibili e non sempre reversibili. O anche si può ricordare il rumore come fonte di informazione (Enri Altan) o il disordine come fonte di nuovo ordine (Prigogine) o all'autopoiesi di Martorana e Valera che individuano gli esseri viventi come sistemi aperti nei confronti dell'ambiente e chiusi nella propria organizzazione.

In sintesi questo vuol dire che se affrontiamo il problema suolo con le nuove ottiche si vede come si debba intenderlo prima come sistema complesso e poi come mezzo per le attività dell'uomo. Vuol dire anche che il metodo positivista o neo positivista non è sufficiente, senza una collocazione dell'oggetto suolo all'interno del sistema ambiente. Ma questo si ottiene solo con una diagnostica che lo collochi all'interno degli assiomi prodotti dal nostro modo di vedere il problema. Non esiste una realtà del tutto oggettiva. Infatti sono già sorte e stanno sviluppandosi matematiche del qualitativo.

FIEROTTI

Senesi nel suo ultimo intervento ha toccato un argomento assai delicato ed importante sulla politica universitaria e sulla necessità da parte nostra di assumere impegni e incarichi nelle varie realtà universitarie ove risiedono i centri decisionali.

Pur concordando in pieno con queste affermazioni io debbo dire che molto spesso ci si trova però a combattere con i politici una battaglia inutile e senza sbocchi.

Molto dimostrativo è il caso dell'Osservatorio Pedologico per la Qualità del Suolo sorto in seno al Ministero dell'Agricoltura dopo decenni di lotta.

Il Comitato scientifico che ho avuto l'onore di coordinare ha presentato un progetto di fattibilità presentato all'allora ministro dell'agricoltura che lo aveva approvato.

Purtoppo varie vicissitudini politiche non hanno permesso la presentazione ufficiale che era già stata fissata per il mese di ottobre.

Da allora la strada è stata tutta in salita. Personalmente ho parlato con tutti i ministri che si sono succeduti i quali si sono mostrati entusiasti del progetto promettendo il loro appoggio che non c'è mai stato. A questo momento, io temo fortemente, che esso cada nel più completo oblio.

Cosa fare? Dobbiamo prepararci per avere una rappresentanza in tutti gli organismi universitari, ma non basta.

Dobbiamo formare nei giovani una "coscienza del suolo", che è l'unica garanzia per il futuro.

Diceva Gessa che ci sono problemi di oggi che vanno affrontati subito, ma ci sono anche quelli di domani e di dopo domani per i quali bisogna prepararsi fin d'ora.

Certamente in seno all'Università, almeno fino ad ora, l'insegnamento della Pedologia è stato mortificato, come è stato ampiamente dimostrato nel convegno annuale tenuto dalla SISS a Palermo. Per il futuro voglio sperare che le cose andranno meglio. Con la istituzione del nuovo ordinamento universitario infatti la pedologia diventerà insegnamento di base in seno al raggruppamento "Scienza del suolo". E qui andrebbe fatto un discorso chiaro fra pedologi e chimici sul suolo, che hanno a disposizione per i due insegnamenti solo 50 ore. Dal che si intuisce che il cammino da percorrere è ancora lungo e faticoso. Ma l'importante è iniziare, e sotto questo profilo io sento di essere ottimista.

SENESI

Oggi abbiamo parlato e discusso prevalentemente dei contributi degli studiosi del suolo nell'ottica delle diverse discipline, chimica, fisica, biologia, ecc. Sarebbe opportuno continuare il dibattito anche sull'ottica delle diverse competenze professionali, accademiche, scientifiche, didattiche, esistenti nella Scienza del Suolo. Le varie anime della Scienza del Suolo, quella professionale, l'accademica e scientifica e quella più orientata alla divulgazione e all'insegnamento, andrebbero debitamente considerate e confrontate per i contributi che esse danno e/o possono dare a questa disciplina. Anche in questo caso con dignità e distinzione dei ruoli e delle competenze.

FIEROTTI

Anche la Cartografia dei suoli ha la dignità di scienza e come tale deve essere valutabile nei titoli concorsuali.

BUONDONNO

Delimitare in carta significa trasferire sulla carta fenomeni studiati. Nel momento in cui si classifica il suolo si applica la dottrina. Non si può classificare se non si conoscono bene i fondamenti della classificazione. Ed è Scienza del Suolo.

È un'impressione sbagliata e purtroppo comune: cartografare come risultato di uno che cammina e vede: rosso o nero. E scrive rosso o nero. Ma non è questo. Classificare è interpretare, e per interpretare bisogna conoscere, e chi non conosce interpreta male e cartografa male. Quindi il discorso per me non si pone in questi termini.

Io mi sono scontrato qualche giorno fa con la normativa per il Piano Regolatore Generale di un comune della Piana del Sele. Nelle specificazioni previste nella normativa è richiesta l'"analisi dello stato di fatto delle caratteristiche del territorio geologiche, idrologiche" ma non pedologiche. Quindi nell'analisi dello stato di fatto delle caratteristiche del territorio non sono prese in considerazione alcuna le caratteristiche pedologiche. Per un Piano Regolatore del territorio non è prevista una carta dei suoli, non è prevista una carta delle capacità d'uso dei suoli. Capita

spesso in queste zone che un suolo ha l'acqua libera a 50 cm di profondità, che può essere una limitazione grave in profondità.

Le limitazioni si accertano e valutano scavando il profilo. Non da sopra. Il Piano Regolatore non prevede una carta con la delimitazione delle aree in base ai diversi tipi di suolo, con la delimitazione di queste gravi limitazioni d'uso, la cui conoscenza è necessaria per adeguare le conseguenti normative.

Voglio contestare che cartografare è fare un collage. È qualcosa di più.

GESSA

Riprendo il discorso sulla "politica" universitaria da intraprendere a breve, medio e lungo termine.

Quali obiettivi intendiamo perseguire e possibilmente raggiungere in futuro? Tutto dipenderà da ciò che noi saremo in grado di fare. Intanto guardiamoci intorno e riflettiamo sul nostro modo di essere, di porci gli uni rispetto agli altri. Forse scopriremo in noi tutta una sorta di discutibile "furbizia" che ci porta spesso ad agire in modo fumoso e sibillino e a tenere "nascoste" informazioni e conoscenze di una qualche utilità per tutti.

Come Presidente della Società Italiana di Chimica e Agraria cerco di fare del mio meglio per coordinare tutte le iniziative di nostro interesse ed informare tempestivamente e correttamente tutti i soci. Questa funzione è di fondamentale importanza per promuovere l'attività di ricerca della nostra Società, per dare la possibilità a tutti di inserirsi proficuamente nei diversi progetti facendo valere la propria competenza e professionalità e quindi per raggiungere gli obiettivi prefissati a breve e medio termine.

Cosa bisogna fare perchè le nostre Società siano accolte con crescente rispetto nell'ambito della Comunità Scientifica nazionale ed Internazionale? Tutte le varie competenze che si trovano nella SISS hanno la stessa dignità scientifica; su questo punto siamo tutti d'accordo; tuttavia il livello scientifico che realmente si riscontra nell'ambito dei nostri gruppi è notevolmente diverso.

È sufficiente considerare la situazione delle diverse sedi Universitarie per rendersene conto. In alcune sedi le nostre forze sono ben addestrate e riescono ad imporsi; in altre non siamo convincenti, poco considerati e spesso non esistiamo.

La situazione è molto eterogenea. La nostra politica a lungo termine deve tendere ad elevare il nostro "livello scientifico" aiutando in particolare le sedi più deboli.

Questo risultato potrà essere raggiunto se sapremo scegliere giovani capaci, dare loro una adeguata educazione e premiare i più meritevoli.

Tutto questo richiede una programmazione seria, uno sforzo continuo, una competizione corretta leale ed un impegno continuo.

ARDUINO

Io dico che viviamo in un ambiente che è già depresso rispetto all'esterno e per di più noi rappresentiamo un'isola di ancora maggiore depressione. Fin quando non riusciremo ad uscire da questa depressione, creare qualcosa di nostro, andrà sempre peggio. Siamo alle 50 ore; è una cosa assurda. Da noi sono diventate 100, ad agraria e a forestale la chimica del suolo è stata completamente cancellata. Dobbiamo uscire dalle Facoltà d'Agraria. Loro, gli agronomi, non se ne fanno niente di noi, e noi non riusciamo a collaborare. Ho letto i programmi che vengono presentati. Adesso per questo corso di laurea il programma di agronomia è di 180 ore ed è qualcosa di sconcio, mi dispiace ma davvero indecente.

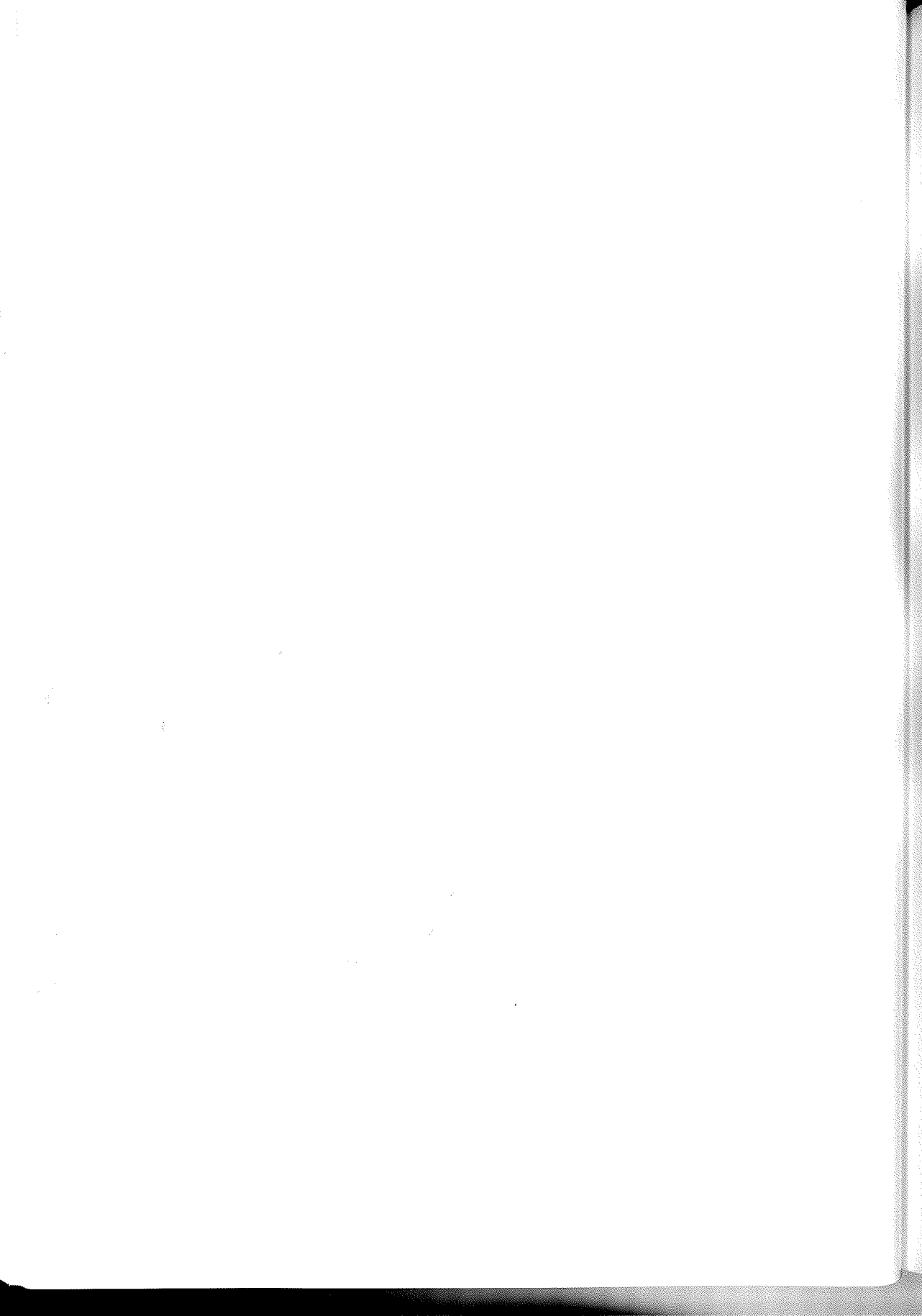
MANCINI

Non ho intenzione di trarre alcuna conclusione. Credo che la riunione sia stata di grande utilità. Credo che dovremo seguire a discutere di questi problemi. Sono convinto che vi sia già un risultato della nostra Società, una capacità di discutere, d'intendersi, cosa che alcuni decenni fa non esisteva per niente. Forse anche i progetti finalizzati del C.N.R. hanno servito a portarci ad un linguaggio abbastanza comune, certe relazioni internazionali e certi scambi.

Siamo in una situazione estremamente difficile perché c'è un dominio di persone che hanno la forza che noi non abbiamo, bisogna vedere di trovarla. Vedremo se i nostri prossimi reggitori ci daranno un pò più d'ascolto. Mi pare che quella mia proposta del progetto integrato non fosse dispiaciuta ad alcuni, vedea-

mo di avvicinarsi ulteriormente, di trovare dei finanziamenti fuori. Raccomando ai colleghi dell'istituto del suolo, con cui lavoro, di pescare partner internazionali e di andare avanti. La pedologia ha difficoltà grosse in parecchie nazioni, in Inghilterra, in Belgio, ecc. Cerchiamo di seguire a formare dei giovani, tutti noi che abbiamo anche questo impegno didattico, in maniera che la voce cresca e poi cerchiamo anche di catturare qualche politico che ci possa in qualche modo aiutare. Attenzione a richiedere, laddove sono necessarie, che le indagini vengano fatte.

Citavo la 183 sulla difesa del suolo; lì sono obbligatorie delle ricerche pedologiche, l'aggiornamento di queste indagini, per la valutazione dell'impatto ambientale. La legge dà delle indicazioni precise non solo sulla geologia, sulla idrogeologia, e sulla geomorfologia, sulla pedologia di campagna con il rilevamento e con l'ausilio dell'apporto di coloro che in laboratorio fanno le analisi chimiche, ma fanno anche della chimica di alto pregio perché i problemi in tutti i casi saranno molto complicati nel prossimo futuro. Grazie a tutti quanti, è stata una mattina interessante e spero che il Presidente ci convochi presto per qualche altra iniziativa.



CONTRIBUTI DEI SOCI
Note scientifiche originali



APPLICAZIONE DEL MODELLO EPIC PER LA CLASSIFICAZIONE DEL PEDOCLIMA E CONFRONTO CON ALTRI METODI E CON INDICI CLIMATICI (1) .

A. CALI*, E. CEOTTO**,
E.A.C. COSTANTINI* , M. DONATELLI**

* Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze.

** Istituto Sperimentale Agronomico, sezione di Modena.

Riassunto

Nell'ambito di una ricerca del progetto PANDA (Produzione Agricola Nella Difesa dell'Ambiente) del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali, i risultati ottenuti da alcuni modelli per la stima e la classificazione del pedoclima di sei campi sperimentali posti lungo tutta la penisola e in Sicilia sono stati confrontati tra loro e con diversi indici per la classificazione del clima.

Gli indici climatici risultano classificare le stazioni in modo disforme e, in alcuni casi, incongruente. In linea generale, le stazioni meridionali vengono classificate allo stesso modo (indici di Thornthwaite, Köppen, Emberger, Lang, Bagnouls-Gaussen), così come quelle settentrionali (indici di Thornthwaite, Köppen, Emberger, Rivas-Martinez, Lang, De Martonne), mentre per quelle dell'Italia centrale c'è più discordanza. I sistemi di classificazione che appaiono essere più dettagliati ed affidabili sono quelli bioclimatici, in particolare l'indice di Mitrakos.

Per quanto concerne la stima del regime termico dei suoli, il metodo proposto da Newhall appare differenziare le diverse situazioni italiane meno efficacemente di quello proposto dalla Soil Taxonomy.

(1) Progetto finalizzato PANDA, sottoprogetto 1, serie 1, pubblicazione n 5.

Relativamente alla classificazione del regime idrico dei suoli, il sistema proposto dalla F.A.O.-UNESCO risulta essere poco sensibile, mentre i modelli di Newhall, Billaux ed EPIC forniscono risultati discordanti, soprattutto il primo.

Il modello EPIC, in particolare, stima nei campi sperimentali un progressivo aumento nel numero di anni con caratteristiche xeriche e una diminuzione degli anni udici scendendo di latitudine, mostrando un buon accordo con i risultati forniti dagli indici bioclimatici. La simulazione del clima di lungo periodo e, soprattutto, la scelta della formula per la stima dell'evapotraspirazione potenziale, entrambe in interazione con la località, risultano essere importanti cause di variazione dei risultati tra i modelli e nell'ambito dello stesso modello.

Summary

Application of the EPIC model to the pedoclimate estimation and comparison with other methods and with some climatic indices.

Several indices, world-wide adopted for the classification of the climate, were compared with some models utilised for the pedoclimate estimation and classification. The trial was conducted within the finalised project "Agricultural Production involving Environmental Protection" (PANDA) and was related to the pedoclimate classification of six experimental farms sited along all the Italian peninsula and in Sicily.

Climate indices classified very irregularly the climate of the experimental stations.

Generally, the southern sites were classified in one group (indices of Thornthwaite, Köppen, Emberger, Lang, De Martonne), such as the northern ones (indices of Thornthwaite, Köppen, Emberger, Rivas-Martinez, Lang, De Martonne), whereas those belonging to Central Italy were discriminated. The most selective systems resulted the bioclimatic ones, in particular the Mitrakos index.

As to the thermic regime estimation, Newhall system showed less sensibility than that proposed by Soil Taxonomy, as well as the F.A.O.-UNESCO methodology for the moisture regime classification. Using Newhall, Billaux and EPIC methods to assess the soil moisture classification according to Soil Taxonomy produced conflicting results, mostly as to the first one.

EPIC model showed a progressive increase of xericity, and a corresponding decrease in udicity, as latitude decreased and a good correspondence with the bioclimatic indices.

Parole chiave: indici climatici, pedoclimate, classificazione, modello EPIC
Key words: climatic indices, pedoclimate, classification, EPIC model.

Simulation of the long-term climate and, above all, the potential evapotranspiration formula, interacting with the specific climate of the site, caused large variation between and within the models.

Introduzione

Il termine "pedoclima", nel suo significato di espressione che fa riferimento ai regimi di umidità e di temperatura del suolo, si è diffuso in tutto il mondo soprattutto da quando è stato utilizzato per la classificazione dei suoli americana (Soil Taxonomy, SOIL SURVEY STAFF, 1975). Il motivo per cui è presente nella Soil Taxonomy una classificazione del pedoclima è lo stesso del vecchio concetto di "zonalità" dei suoli, cioè poter distinguere suoli per molti aspetti simili, ma situati in contesti climatici diversi (SMITH, 1986). Questo aspetto della Soil Taxonomy è stato spesso oggetto di aspre critiche, in quanto a una pretesa precisione nella definizione dei caratteri diagnostici del suolo si sovrappone, a livello gerarchico per lo più elevato, una indicazione *pedoclimatica* che, nella maggior parte dei casi, deriva da dati interpolati da stazioni *climatiche* poste anche molto lontano dal suolo studiato, comportando in genere una valutazione interpretativa (DUCHAUFOR P., 1977).

Definire in maniera più obiettiva il pedoclima è quindi una necessità sentita da più parti già da diversi anni, tanto che, proprio con riferimento alla Soil Taxonomy, si è formato un gruppo di lavoro internazionale per una migliore messa a punto dei regimi idrici e termici dei suoli (ICOMMOTR, 1995).

Attualmente, la scarsità di dati relativi al reale regime di umidità e di temperatura dei suoli obbliga i ricercatori a classificare il pedoclima a partire dai dati climatici, i quali vengono elaborati da alcuni modelli insieme ad altri parametri ambientali (quali, ad esempio, la latitudine) per la stima dell'evapotraspirazione delle piante e per la simulazione del comportamento del suolo. Fra i modelli più diffusi vi sono quelli di Thornthwaite (THORNTHWAITE e MATHER, 1957), di Billaux (BILLAUX, 1978) e di Newhall (NEWHALL, 1972).

A volte le stime tengono conto del tipo di suolo, in particolare della sua capacità di ritenuta idrica, ma quasi mai vengono verificate sulla base di dati sperimentali.

Negli anni, in Italia come nel resto del mondo, man mano che da una conoscenza generica sui suoli si è arrivati ad una sempre più precisa e puntuale, si è sentita la necessità di poter

classificare il pedoclima con modelli che avessero una sensibilità superiore rispetto a quelli comunemente utilizzati. In effetti, molti pedologi hanno sperimentato come il pedoclima di un suolo, a parità di dati climatici, possa essere definito in modo diverso a seconda del metodo usato, soprattutto nel caso del regime idrico dei suoli, ma anche del regime termico.

Le ragioni di una tale disformità di risposta da parte dei modelli sono molteplici, ma tutte riconducibili al diverso livello di empirismo con cui i processi vengono simulati, e cioè: il passo di integrazione prescelto (annuale, mensile, giornaliero), la possibilità di stimare il bilancio idrologico tenendo conto, oppure no, delle condizioni di umidità del suolo nel periodo precedente (modelli statici o dinamici), i dati in input che condizionano la scelta della formula utilizzata per la stima dell'evapotraspirazione potenziale, la simulazione del regime delle piogge, la simulazione dei flussi nel terreno.

Un passo avanti nella soluzione del problema può essere costituito dall'uso di alcuni modelli piuttosto sofisticati che, pur essendo nati con finalità diverse, possono risultare utili anche per studi tipicamente pedologici. Si tratta di modelli dinamici a passo di integrazione giornaliero, che tengono conto dei principali processi che compongono il bilancio idrico e che forniscono una descrizione più realistica dei sistemi in studio.

Tra i modelli più diffusi vi è certamente l'EPIC. Il modello EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator) è stato messo a punto da esperti dell'Agricultural Research Center (ARS), del Soil Conservation Service (SCS) e dell'Economic Research Service (ERS) americani (WILLIAMS *et al.* 1989; SHARPLEY e WILLIAMS, 1990) per la valutazione degli effetti dell'erosione sulla produttività dei suoli e di quelli che le pratiche agricole esercitano sulle caratteristiche dei suoli, sulla produttività delle colture e sulla qualità delle acque di percolazione e scorrimento superficiale. Il modello EPIC, inoltre, è stato valutato preliminarmente ed è stato utilizzato in studi applicativi anche in condizioni italiane (CEOTTO *et al.*, 1993a; CEOTTO *et al.*, 1993b; DONATELLI *et al.*, 1994).

L'EPIC è un modello di tipo deterministico, con intervallo di integrazione giornaliero, con componenti che consentono di simulare dati climatici, bilancio idrico, temperatura del suolo, erosione, ciclo dei nutrienti, accrescimento delle colture, operazioni colturali, destino dei pesticidi e bilancio economico costiricavi.

In questo studio, l'EPIC è stato utilizzato per la classificazione del pedoclima per i seguenti motivi:

- è applicabile a svariate situazioni climatiche, pedologiche e colturali, per le quali utilizza le variabili climatiche, i parametri del suolo e quelli delle colture come dati di input. Il suolo viene simulato come un insieme di strati, il cui spessore e le cui caratteristiche sono definibili dall'utente.

- Consente di simulare sistemi colturali per periodi di decine e centinaia di anni, valutandone gli effetti nel lungo periodo e fornendo nel contempo stime giornaliere del valore delle variabili di stato.

- Permette la generazione stocastica dei valori giornalieri delle variabili climatiche per periodi di 50-100 anni, utilizzando parametri statistici calcolati dal programma WXPARM (collegato all'EPIC) sulla base dei valori giornalieri rilevati nella località in esame.

Scopo della presente nota è quello di presentare i risultati ottenuti utilizzando il modello EPIC, il metodo di Billaux e di Newhall per la classificazione del pedoclima secondo la Soil Taxonomy, in confronto tra loro, con il metodo proposto dalla F.A.O. e con alcuni indici e classificazioni climatiche di larga diffusione, spesso impiegate per caratterizzare il clima nei lavori pedologici, relativamente ad alcuni campi sperimentali del nord, centro e sud Italia.

Il lavoro si colloca nell'ambito dell'attività di una ricerca del progetto PANDA (Produzione Agricola Nella Difesa dell'Ambiente) del Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali (SEQUI, 1994) che ha lo scopo di confrontare i risultati ottenuti da diversi modelli con i dati effettivamente rilevati in alcuni campi sperimentali, in modo da mettere a punto un modello per la classificazione del pedoclima validato per le situazioni italiane.

Materiali e metodi

Sono stati considerati i dati climatici di lungo periodo relativi a sei campi sperimentali rispettivamente dell'Istituto Sperimentale per il Tabacco a Bovolone (VR), dell'Istituto Sperimentale Agronomico a San Prospero (MO) e a Foggia, della Regione Toscana a Cesa (AR), dell'Istituto Sperimentale per la Cerealicoltura a Roma, dell'Università di Palermo a Sparacia (AG). Il

suolo tipo a cui si fa riferimento è posto in pianura, ha una falda profonda o comunque tale da non influenzare l'umidità della sezione di controllo, non è un paleosuolo, cioè i suoi caratteri non derivano dall'influenza di condizioni climatiche molto diverse dalle attuali, è coperto da un prato stabile asciutto, mantenuto a un'altezza di circa 20 cm, nel quale prevalgono le essenze, in particolare graminacee, dominanti nell'ambiente, ha una elevata riserva potenziale di acqua utilizzabile dalle piante (A.W.C.), preferibilmente intorno ai 200 mm. Le caratteristiche dei suoli realmente considerati sono riportate in tabella 1 assieme alle altre principali notizie sulle aree sperimentali (COSTANTINI e TELLINI, 1990; per il suolo siciliano: RAIMONDI S., comunicazione personale).

Per la caratterizzazione dell'ambiente climatico sono stati scelti otto indici: due, quelli di Thornthwaite (THORNTHWAITE e MATHER, 1957) e di Köppen (1936), largamente utilizzati in tutto il mondo da molto tempo, furono messi a punto per individuare vaste zone climatiche, che possano rapportarsi alle principali fasce vegetazionali e pedologiche; altri quattro, l'Emberger (1952), il Rivas-Martinez (1987), il Mitrakos (1980) e il Bagnouls e Gausson (1957), definibili come indici "bioclimatici" o "fitoclimatici", sono volti a individuare aree omogenee per clima e vegetazione e a definire relazioni tra caratteri climatici, quali valori medi ed estremi (giornalieri, mensili o annuali) e risposta fisiologica delle piante (stati di stress). Gli ultimi due metodi considerati sono stati quello proposto da De Martonne (1941), che può dare indicazioni sulle necessità irrigue, e quello realizzato da Lang (COMEL, 1978), il quale dovrebbe fornire indicazioni sui processi pedologici dominanti nell'area considerata. I parametri utilizzati dai diversi sistemi, e una loro sintetica descrizione, sono riportati in tabella 2.

Il pedoclima è stato classificato secondo la F.A.O. (F.A.O.-UNESCO, 1990a) e secondo la Soil Taxonomy (SOIL SURVEY STAFF, 1975). Per quanto riguarda la descrizione della procedura adottata dai diversi metodi, essendo piuttosto complessa, non viene qui riportata, ma si rimanda alle citate note illustrative. In questa sede basti ricordare che, per differenziare le principali zone climatiche, la FAO ha messo a punto un sistema basato sulla lunghezza del periodo di crescita (LGP=Length of Growing Period), definito come "il periodo continuativo durante l'anno in cui le precipitazioni sono maggiori della metà dell'evapotraspirazione potenziale, più il numero di giorni ri-

Tab. 1 - Caratteristiche principali dei campi sperimentali considerati; classificazione del regime idrico del suolo secondo Newhall, di quello termico secondo la Soil Taxonomy (T = temp. dell'aria + 1°C).

Tab. 1 - *Main experimental field characteristics; classification of soil moisture regime according to Newhall method, and of soil temperature regime according to Soil Taxonomy (T = air temp. + 1°C).*

Località	Quota (m s.l.m.)	Latitudine (° nord)	Anni di osservazione	Pioggia media (mm)	Temperatura media (°C)	ETP (Thorthwaite mm)	Classificazione F.A.O.UNESCO (1990) e Soil Taxonomy, 1992)	Tessitura dell'orizzonte lavorato	A.W.C. (mm nei primi 100 cm)	Falda (profondità in cm)
Bovolone (VR)	24	45	36 (1956-1991)	691	13	765	Orthi-eutric Cambisol. Ustochrept fluventico, franco grossolano, misto, mesico.	franca	179	assente
S.Prospiero (MO)	20	44	22 (1968-1989)	652	12,5	749	Stagni-calcaric Cambisol. Ustochrept acquico, limoso fine, misto, mesico	franco limoso argillosa	234	assente
Cesa (AR)	350	43	17 (1974-1993)	764	12,6	763	Chromi-calcaric Cambisol. Eutrochrept fluventico, franco fine, misto, mesico.	franco argillosa	172	assente
Roma	20	42	20 (1974-1993)	935	14,2	771	Orthi-eutric Cambisol. Ustochrept fluventico, franco fine, misto, termico.	franco argillosa	194	180
Foggia	90	41	42 (1951-1992)	549	15,6	824	Pelli-calcic Vertisol. Calcixerert tipico, fine, misto, termico.	argillosa	210	assente
Sparacia (AG)	385	37	28 (1965-1993)	492	15,2	793	Hyper-calcaric Fluvisol. Xerofluvent tipico, franco fine, carbonatico, termico.	franco sabbiosa argillosa	105	assente

Tab. 2 - Parametri principali utilizzati dai diversi indici climatici

Tab. 2 - Main parameters of the climatic indexes.

Autore	Parametri principali
<i>THORNTHWAITE</i>	<p>Evapotraspirazione (Etp)=etp*pi (etp=evapotraspirazione provvisoria, dipende dalla temperatura media mensile e dall'indice globale di calore; pi=coefficiente che tiene conto della durata dell'illuminazione; varia con la latitudine) IUG=indice di umidità globale=IH-IA IH=indice di umidità=100*S/ETP, S=surplus IA=indice di aridità=100*D/ETP, D=deficit</p>
<i>KÖPPEN</i>	<p>Formula climatica, stabilita in funzione di intervalli di valori medi mensili, stagionali ed annuali di precipitazione e di temperatura.</p>
<i>EMBERGER</i>	<p>Indice Q=coeff. bioclimatico di Emberger $Q=100 \cdot P / (M^2 - m^2)$ P=precipitazioni annuali M=temperatura max mese più caldo m=temperatura min. mese più freddo</p>
<i>RIVAS-MARTINEZ</i>	<p>Indice ombrotermico estivo (Iov=Somma delle P mesi estivi/Somma delle T medie mesi estivi) Indice di termicità $It=(T+M+m) \cdot 10$ T= temperatura media annua M=temperatura max mese più caldo m=temperatura min. mese più freddo</p>
<i>LANG</i>	<p>Indice di Lang o Pluviofattore $IL=P/T$ P=precipitazioni medie mensili T=temperature medie mensili</p>
<i>DE MARTONNE</i>	<p>Indice di aridità e di umidità $ID=P/T+10$ (il valore 20 separa i climi aridi da quelli umidi) P=precipitazioni medie mensili T=temperature medie mensili</p>
<i>BAGNOULS-GAUSSEN</i>	<p>Mese secco di Bagnouls-Gausсен $MS=P < 2T$ P=precipitazioni medie mensili T=temperature medie mensili</p>
<i>MITRAKOS</i>	<p>YDS=Year Drought Stress SDS=Summer Drought Stress (giugno, luglio e agosto) Monthly Drought Stress (MDS)=$2(50-P)$ P=precipitazioni medie mensili</p>

chiesti per evaporare 100 mm di acqua immagazzinata alla fine delle piogge, escludendo ogni periodo in cui la crescita delle colture non è possibile a causa delle basse temperature" (tab. 3).

La classificazione del pedoclima secondo la Soil Taxonomy è più complessa, in quanto considera separatamente il regime idrico e quello termico dei suoli. Poiché in ambedue i casi il sistema utilizza una nomenclatura particolare, nelle tabelle 4 e 5 viene riassunto il significato principale dei termini.

Per la classificazione del regime termico dei suoli, nel presente lavoro si sono seguite le procedure indicate da Newhall (1972) e dalla Soil Taxonomy: entrambe considerano solo i valori medi annuali di temperatura dell'aria, aggiungendovi una costante per simulare l'effetto suolo.

Ai fini della classificazione del regime idrico, si sono utilizzati i metodi di stima indicati da Billaux (1978), da Newhall e il modello EPIC. Il metodo di Billaux, che si basa su una interpolazione grafica dei bilanci idrici mensili, realizzati sulla base dei valori di precipitazione e di evapotraspirazione potenziale secondo Thornthwaite, è stato da noi eseguito mediante foglio elettronico appositamente costruito. La stima è stata effettuata sia sull'anno medio che anno dopo anno, considerando al gennaio di ogni anno la dotazione di acqua utilizzabile derivante dalla ricarica avvenuta nell'anno precedente e, per il primo anno, quella equivalente all'A.W.C.

Anche il sistema proposto da Newhall realizza un bilancio idrico mensile sulla base dei valori di precipitazione e di evapo-

Tab. 3 - Classi di lunghezza del periodo di crescita (LGP) secondo la FAO-UNESCO.

Tab. 3 - *FAO-UNESCO Lengths of Growing Period (LGP).*

Classi LGP (giorni)	Zone di clima	Nome generico
0 1-74	DESERTICO ARIDO	ARIDO
75-119 120-179	SEMI-ARIDO SECCO SEMI-ARIDO UMIDO/ SUB-UMIDO SECCO	SECCO STAGIONALMENTE
180-269	SUB-UMIDO	
270-365 365+	UMIDO PERUMIDO	UMIDO

Tab. 4 - Principali regimi di umidità del suolo secondo la Soil Taxonomy.

Tab. 4 - *Soil Taxonomy main soil moisture regimes.*

ACQUICO:	il regime di umidità è quello di un ambiente riducente virtualmente privo di ossigeno in un suolo saturato dalla falda o dalla frangia capillare. La durata del periodo di saturazione deve essere di almeno qualche giorno durante il quale la temperatura del suolo è sopra lo zero biologico (5° C).
ARIDICO:	il concetto di aridico è quello di una condizione in cui la disponibilità idrica è di regola insufficiente per una normale crescita delle piante.
UDICO:	il suolo ha una buona disponibilità di acqua per la crescita delle piante per tutto l'anno.
USTICO:	il suolo è caratterizzato da una limitata disponibilità idrica per la crescita delle piante: o perché vi sono dei periodi nell'anno in cui il suolo è troppo secco per la crescita delle piante di clima non desertico, o perché la disponibilità idrica non è ottimale durante tutto l'anno.
XERICO:	il suolo è umido in inverno e secco in estate. È sempre un concetto di disponibilità idrica limitata, come il regime Ustico, di cui può essere considerato infatti un caso particolare, riferito essenzialmente al clima mediterraneo.

Tab. 5 - Principali regimi di temperatura del suolo secondo la Soil Taxonomy.

Tab. 5 - *Soil Taxonomy main temperature regimes.*

Regime di temperatura	Limiti di temperatura media annuale in °C	Sottoclassi opzionali
PERGELICO	<-5	Il prefisso ISO può
GELICO	-5 ÷ 0	essere usato quando
CRYICO	0 ÷ 10 (6)	la differenza tra la
FRIGIDO	0 ÷ 8 (10)	temperatura media dei
MESICO	8 ÷ 15	90 giorni più caldi e i
TERMICO	15 ÷ 22	90 giorni più freddi è
IPERTERMICO	>22	minore di 5 °C

traspirazione potenziale secondo Thornthwaite. Per simulare il comportamento del suolo però, il metodo prevede una matrice quadrata di celle, contenenti una determinata quantità di acqua e contraddistinte da un "potenziale di posizione", funzione della difficoltà crescente dell'acqua a fuoriuscire dal sistema suolo all'aumentare della profondità. Il metodo è stato implementato su computer da Van Wanbeke (1986) in riferimento all'anno medio e anno per anno, cioè ogni anno indipendente dall'altro.

Per la classificazione del regime idrico dei suoli tramite il modello EPIC è stato simulato per tutte le località un prato stabile coltivato, senza irrigazione, per un periodo di cinquanta anni, facendo generare dal modello i valori giornalieri delle variabili climatiche sulla base dei parametri statistici stimati dai dati misurati di lungo periodo. I parametri pedologici utilizzati sono quelli dei profili effettuati in ciascuna località. Per ciascun suolo è stata definita la "sezione di controllo dell'umidità": spessore di suolo il cui limite superiore è dato dal fronte di umettamento conseguente un apporto di 25 mm di acqua al suolo al suo punto di appassimento, e il cui limite inferiore è individuato con la stessa procedura, ma con un apporto di 75 mm (SOIL SURVEY STAFF, 1992). Tale procedura ha l'effetto di "normalizzare" il suolo, in quanto prende in considerazione il bilancio idrico dello spessore di suolo che ha una capacità di ritenzione di 50 mm.

Poiché le simulazioni di periodi di cinquanta anni producono files di output di dimensioni rilevanti, per le estrazioni delle variabili di interesse è stato sviluppato un apposito software, con il quale vengono svolti anche i calcoli per classificare il pedoclima secondo la Soil Taxonomy.

Nell'utilizzare la formula di Penman-Monteith, infine, non potendo fornire al modello un valore specifico di conducibilità stomatica per i diversi prati polifiti in prova, è stato utilizzato il valore fornito da EPIC per tutte le situazioni (0.007 m s^{-1}).

Risultati e discussione

Gli indici climatici

Le stazioni considerate sono dislocate lungo tutta la penisola a distanza di circa un parallelo l'una dall'altra, a partire dal

45°, e nella Sicilia centro-occidentale (tab.1). La temperatura media annua va dai 15,6 °C di Foggia ai 12,5 °C di San Prospero, mentre le piogge vanno dai 935 mm di Roma ai 492 mm di Sparacia.

L'evapotraspirazione potenziale secondo Thornthwaite per le stazioni del nord e centro Italia è sempre intorno ai 750-770 mm, mentre sale a 793 e 824 mm a Sparacia e a Foggia. L'indice globale di umidità di Thornthwaite passa dai valori positivi di Roma e Cesa (21,8 e 5,8), ai negativi di San Prospero e Bovolone (-13 e -15,8) e di Foggia e Sparacia (-33,3 e -38).

L'informazione sul clima che si ricava dagli indici considerati è piuttosto complessa e, sicuramente, non univoca (tab.6). Ogni indice propone una diversa classazione delle stazioni e, spesso, una differente interpretazione. Alcuni in particolare forniscono valutazioni poco verosimili. È il caso dell'indice di Lang nelle stazioni settentrionali, classificate a clima tropicale/subtropicale, con suoli che dovrebbero tendere alla laterizzazione (tab. 7). Ma anche l'indice di De Martonne che, nel caso di Foggia, dà una valutazione climatica pari a quella di Bovolone e San Prospero; incongruenza che appare ancora più evidente se si considerano i suggerimenti irrigui forniti dal metodo (tab. 8).

In linea generale, le stazioni meridionali vengono raggruppate (indici di Thornthwaite, Köppen, Emberger, Lang), così come quelle settentrionali (indici di Thornthwaite, Köppen, Emberger, Rivas-Martinez, Lang, De Martonne), mentre per le centrali c'è più discordanza.

I sistemi di classificazione che appaiono essere più affidabili e dettagliati sono quelli basati sugli indici bioclimatici, cioè quelli di Rivas-Martinez (tab. 6), di Emberger (fig. 1), e di Bagnouls e Gaussen (fig. 2) e, soprattutto, di Mitrakos (fig. 3). Quest'ultimo appare distinguere in maniera efficace i diversi ambienti, esplicitando meglio degli altri le diverse condizioni di stress idrico potenziale. Secondo Mitrakos, nelle stazioni settentrionali o non vi è stress idrico estivo (Bovolone), o esso è limitato al mese di luglio (San Prospero), mentre vi è un debole stress invernale; nelle stazioni dell'Italia centrale è presente una certa carenza idrica estiva, con significative variazioni di durata, più che di intensità. Gli ambienti meridionali sono caratterizzati da un'intensa e prolungata siccità primaverile ed estiva (soprattutto Sparacia), che può prolungarsi anche all'autunno (Foggia).

Tab. 6 - Indici climatici delle stazioni sperimentali.

Tab. 6 - *Climatic indices for the experimental sites.*

Località	Thornthwaite	Köppen	Emberger	Rivas-Martinez	Lang	De Martonne	Bagnoulus-Gausson
Bovolone (VR)	C1B'2db'3 mesotermico da subumido ad arido	Cfa temperato umido senza stagione secca	Subumido freddo	Regione temperata Termotipo montano inf. Ombrotipo subumido inf.	B subtropicale/ tropicale (IL=49,4)	C subumido (ID=28,04)	assenza mese secco
S. Prospero (MO)	C1B'2db'3 mesotermico da subumido ad arido	Cfa temperato umido senza stagione secca	Subumido freddo	Regione temperata Termotipo montano inf. Ombrotipo subumido inf.	B subtropicale/ tropicale (IL=52,2)	C subumido (ID=28,97)	C submediterraneo (1 mese secco)
Cesa (AR)	C2B'2b'4 mesotermico da umido a subumido	Cfa temperato umido senza stagione secca	Subumido freddo	Regione temperata Termotipo collinare sup. Ombrotipo subumido inf.	C temperata propriam. detta (IL=60,7)	D umido (ID=33,8)	C submediterraneo (1 mese secco)
Roma	B2B'2sb'4 mesotermico umido	Cfsa temperato umido con stagione secca	Subumido fresco	Regione temperata di transizione Termotipo collinare inf. Ombrotipo umido inf.	C temperata propriam. detta (IL=65,6)	D umido (ID=38,6)	C submediterraneo (2 mesi secchi)
Foggia	DB'2db'4 mesotermico semiarido	Csa temperato umido con stagione secca	Semiarido temperato	Regione mediterranea Termotipo mesomed. medio Ombrotipo secco sup.	A Arida (IL=35,2)	C subumido (ID=21,4)	B mesomediterraneo (3 mesi secchi)
Sparacia (AG)	DB'2db'4 mesotermico semiarido	Csa temperato umido con stagione secca	Semiarido temperato	Regione mediterranea Termotipo mesomed. inf. Ombrotipo secco sup.	A Arida (IL=32,3)	B semiarido (ID=19,5)	B mesomediterraneo (4 mesi secchi)

Tab. 7 - Tipi pedologici previsti dall'indice di Lang nelle stazioni sperimentali

Tab. 7 - *Pedological types according to the Lang index in the experimental sites.*

<i>Simbolo</i>	<i>IL</i>	<i>Regione climatica</i>	<i>Tipo pedologico previsto</i>	<i>Stazione sperimentale</i>
A	<=40	arida	terre salse prive di humus	Foggia, Sparacia
B	40-60	subtropicale e tropicale	terreni poveri di humus per rapida mineralizzazione (lateriti, terre rosse, ecc.)	Bovolone, S. Prospero
C	60-100	temperata propr. detta	terreni arricchiti in humus, terre brune tipiche	Cesa, Roma
D	100-160	di steppa	terreni ricchi in sost. org. ben umificata, terre nere o chernozem	
E	>160	temperata fredda	suoli con migrazione dell'humus acido	

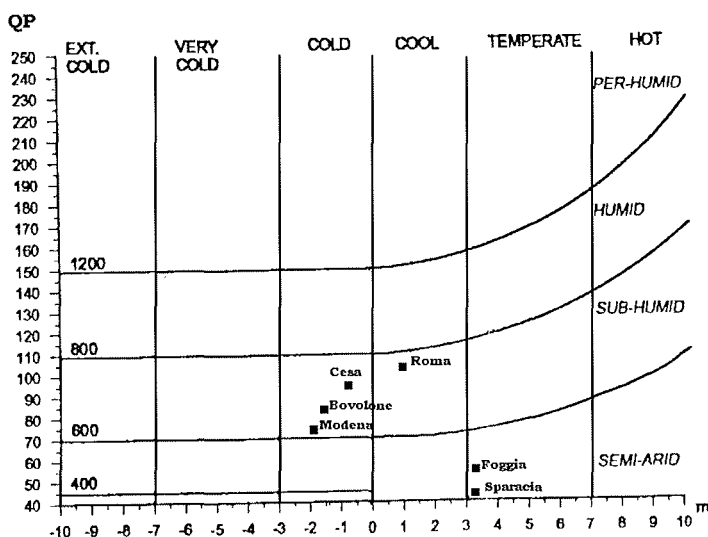
Tab. 8 - Indicazioni irrigue secondo De Martonne

Tab. 8 - *Irrigation advices from De Martonne index.*

<i>Simbolo</i>	<i>IL</i>	<i>Tipo climatico</i>	<i>Irrigazione</i>	<i>Stazione sperimentale</i>
A	5-15	arido	indispensabile	
B	15-20	semiarido	indispensabile o utile	Sparacia
C	20-30	subumido	spesso utile	Bovolone, S. Prospero, Foggia
D	30-60	umido	spesso non richiesta	Cesa, Roma
E	>60	perumido	non richiesta	

Fig. 1 - Classificazione delle stazioni sperimentali secondo il diagramma di Emberger.

Fig. 1 - *Experimental sites classification according to Emberger method.*



I modelli di stima del pedoclima.

Passando ad analizzare i modelli per la stima del pedoclima, i diversi sistemi si distinguono sia per quanto concerne il regime termico, che quello idrico. Nel primo caso (tab. 9), il primo dei due metodi considerati, quello proposto da Newhall, mette tutte le stazioni all'interno del regime di temperatura "termico", mentre seguendo la Soil Taxonomy si ha una distinzione tra le stazioni del centro-nord, con un regime "mesico" rispetto a quelle del sud, appartenenti al regime "termico".

Più articolata e complessa è la stima del regime di umidità dei suoli.

Il sistema adottato dalla F.A.O. (tab.10) risulta avere una bassa sensibilità, infatti distingue solamente ognuna delle due stazioni meridionali dalle altre, mettendo assieme località molto diverse tra loro, quali Roma e Bovolone. In definitiva è una valutazione simile a quella che si ottiene con i più diffusi indici climatici.

Seguendo invece la classificazione pedoclimatica della Soil Taxonomy, appare evidente come sia determinante la scelta del metodo di stima (tab.11).

Fig. 2 - Diagrammi di Bagnouls e Gaussen delle stazioni sperimentali.

Fig. 2 - *Bagnouls and Gaussen diagrams for the experimental sites.*

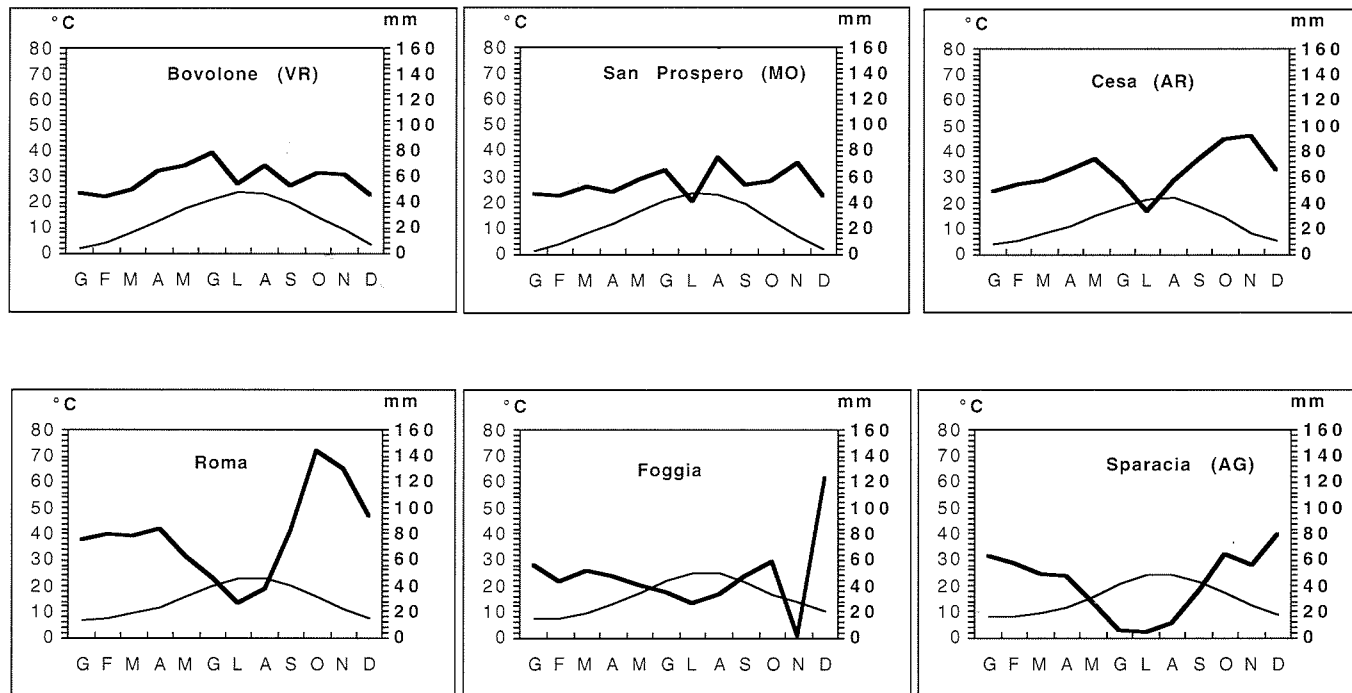
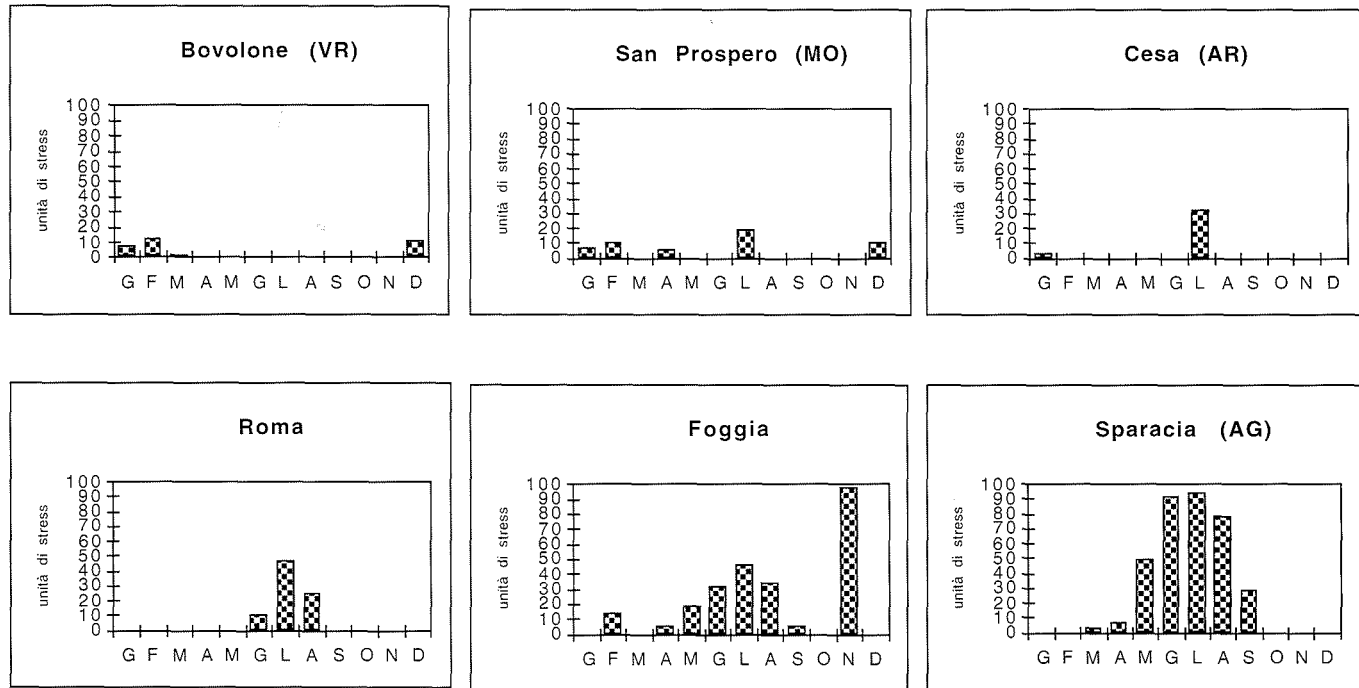


Fig. 3 - Valori dell'indice bioclimatico di Mitrakos nelle stazioni sperimentali

Fig. 3 - *Mitrakos bioclimatic indices for the experimental sites.*



Tab. 9 - Confronto fra il metodo di Newhall e quello della Soil Taxonomy per la classificazione del regime di temperatura dei suoli delle stazioni sperimentali.

Tab. 9 - Comparison between Newhall and Soil Taxonomy methods for the soil temperature regime classification of the experimental sites

METODO	Newhall (T = temp. dell'aria + 2,5 °C)			Soil Taxonomy (T=temp. dell'aria +1°C)		
	Anno medio Regime di temperatura	Anno per anno Regime di temperatura	%	Anno medio Regime di temperatura	Anno per anno Regime di temperatura	%
Località						
Bovolone (VR)	termico	termico mesico	98 2	mesico	mesico	100
San Prospero (MO)	termico	termico mesico	86 14	mesico	mesico	100
Cesa (AR)	termico	termico mesico	65 35	mesico	mesico	100
Roma	termico	termico	100	mesico	mesico termico	75 25
Foggia	termico	termico	100	termico	termico mesico	87 13
Sparacia (AG)	termico	termico	100	termico	termico	100

Tab. 10 - Classificazione del regime di umidità dei suoli delle stazioni sperimentali secondo il metodo F.A.O.-UNESCO.

Tab. 10 - *Soil moisture regime classification of the experimental sites according to the F.A.O.-UNESCO method.*

Località	Lunghezza del periodo di crescita delle piante (L.G.P.)	Durata del periodo di deficit	Zona climatica	Nome generale
Bovolone (VR)	300 giorni	60 giorni	Umida	Umida
San Prospero (MO)	330 giorni	30 giorni	Umida	Umida
Cesa (AR)	300 giorni	60 giorni	Umida	Umida
Roma	300 giorni	60 giorni	Umida	Umida
Foggia	210 giorni	150 giorni	Subumida secca	Stagionalmente secca
Sparacia (AG)	180 giorni	180 giorni	Semiarida secca	Stagionalmente secca

Tab. 11 - Classificazione del regime di umidità dei suoli delle stazioni sperimentali secondo la Soil Taxonomy mediante l'uso di metodi diversi di stima.

Tab. 11 - *Soil Taxonomy soil moisture regime classification for the experimental sites by means of different estimation methods.*

METODO	NEWHALL			BILLAUX			EPIC	
	anno medio regime di umidità	anno per anno regime di umidità	%	anno medio regime di umidità	anno dopo anno regime di umidità	%	anno dopo anno regime di umidità	%
Bovolone (VR)	ustico	ustico	39	xerico	xerico	75	udico	84
		xerico	30,5		udico	23	xerico	16
		udico	30,5		aridico	2		
San Prospero (MO)	ustico	ustico	41	xerico	xerico	82	xerico	54
		xerico	36		udico	14	udico	38
		udico	23		aridico	4	ustico	8
Cesa (AR)	udico	udico	53	xerico	xerico	76	xerico	64
		ustico	23,5		udico	24	udico	36
		xerico	23,5					
Roma	udico	ustico	50	xerico	xerico	85	xerico	74
		udico	25		udico	15	udico	26
		xerico	25					
Foggia	xerico	xerico	74	xerico	xerico	93	xerico	84
		ustico	24		aridico	7	udico	14
		udico	2				ustico	2
Sparacia (AG)	xerico	xerico	86	xerico	xerico	100	xerico	98
		ustico	11				ustico	2
		aridico	3					

I tre metodi in prova hanno fornito risultati simili solo per le località più meridionali, mentre per quelle dell'Italia centrale e, soprattutto, settentrionale, le risposte sono completamente discordanti. Il metodo di Newhall, in particolare, appare differire notevolmente dagli altri due. Si può osservare, ad esempio, come per Newhall le stazioni poste in Pianura Padana siano caratterizzate da un pedoclima più secco, (ustico anziché udico) di quelle poste in Italia centrale, con una frequenza di anni con pedoclima xerico maggiore; per la stazione di Roma, inoltre, la valutazione dell'anno medio (pedoclima udico) è diversa rispetto alla maggiore frequenza percentuale quando la stima è fatta anno per anno (pedoclima ustico). Considerando il metodo di Billaux, questo colloca tutte le stazioni nell'ambiente xerico, senza differenze di rilievo tra quelle dell'Italia settentrionale e centrale, ma con una più marcata xericità per le due stazioni meridionali se si esegue il calcolo anno dopo anno.

La stima del pedoclima delle stazioni sperimentali effettuata tramite il nuovo approccio derivato da EPIC consente una prima distinzione tra la stazione più settentrionale, a regime udico, e le altre, a regime prevalentemente xerico. Più interessante è notare il progressivo aumento della frequenza di anni con caratteristiche xeriche, e la corrispondente diminuzione degli anni udici, al decrescere della latitudine, mentre il pedoclima ustico si ha sempre occasionalmente.

Confrontando la stima del pedoclima ottenuta con Billaux, Newhall ed EPIC con le indicazioni ricavate dall'esame degli indici climatici, si può notare un certo parallelismo tra i risultati ottenuti con EPIC e quelli che si ottengono con gli indici più sensibili, quale quello di Mitrakos, mentre con Newhall e Billaux tale raffronto appare più problematico.

Sempre in riferimento al confronto tra il metodo EPIC e gli altri metodi di stima del pedoclima, in particolare quello di Newhall, si sono poi confrontati i risultati ottenibili con alcune possibili varianti.

La prima variabile considerata è stata la simulazione climatica (tab.12).

Nella stazione più settentrionale e in quella più meridionale della penisola è stato applicato il metodo di Newhall ai dati climatici reali (rispettivamente 36 e 42 anni) e a quelli generati dalla routine climatologica implementata in EPIC (cinquanta anni).

Tab. 12 - Risultati delle simulazioni Newhall eseguite sui dati climatologici simulati con EPIC oppure sui dati reali, e confronto con la simulazione EPIC

Tab. 12 - *Results of the Newhall simulations obtained by climatological both real and with EPIC simulated data, and comparison with EPIC simulation.*

Località	Regime idrico				Modello (ed ETp)
	udico	ustico	xerico	aridico	
Bovolone (VR)	84		16		EPIC (e Priestley-Taylor)*
	36	34	26	4	Newhall (e Thornthwaite)*
	30,5	39	30,5		Newhall (e Thornthwaite)**
Foggia	14	2	84		EPIC (e Priestley-Taylor)*
	4	26	70		Newhall (e Thornthwaite)*
	2	24	74		Newhall (e Thornthwaite)**

I dati numerici sono espressi in percentuale.

Figures expressed as percentages

* La simulazione è stata effettuata su 50 anni simulati.

* *Simulation by using fifty-year simulated data.*

** La simulazione è stata effettuata sui dati climatici reali.

** *Simulation by using real data.*

Le differenze di maggiore rilievo si osservano nei risultati ottenuti con il modello EPIC rispetto a quelli ottenuti con Newhall, mentre nell'ambito di Newhall e nella stessa stazione (quindi dati reali contro dati simulati) sono di entità molto ridotta, sebbene sufficiente, nel caso di Bovolone, a far cambiare la classificazione climatica.

Un altro fattore provato è stato la formula di stima dell'evapotraspirazione (tab.13).

Poiché EPIC consente di scegliere tra diverse opzioni, si sono confrontati i risultati ottenuti con la formula proposta da Penman-Monteith, per le stazioni dove era possibile conoscere anche i dati sulla ventosità e sull'umidità relativa, rispetto a quella di Priestley-Taylor, applicabile a tutte le stazioni.

Anche in questo caso è stata riscontrata una forte interazione con la località. Utilizzando una formula anziché un'altra, a Foggia i risultati sono stati pressoché identici, a Bovolone si è ottenuta una valutazione sostanzialmente simile, mentre a San Prospero la classificazione pedoclimatica è cambiata in maniera più sensibile. Da sottolineare come il modello EPIC, analogamente a quanto suggerito dall'indice di Mitrakos (fig. 3), differenze con entrambe le formule di evapotraspirazione i due am-

Tab. 13 - Risultati della simulazione EPIC eseguita utilizzando due diverse formule per la stima dell'evapotraspirazione potenziale

Tab. 13 - *Results of the EPIC simulations by using two different methods of potential evapotranspiration estimation.*

Località	Regime idrico			ETP
	udico	ustico	xerico	
Bovolone (VR)	84		16	Priestley-Taylor
	94		6	Penman-Monteith
S. Prospero (MO)	38	8	54	Priestley-Taylor
	56	2	42	Penman-Monteith
Foggia	14	2	84	Priestley-Taylor
	16	2	82	Penman-Monteith

I dati numerici sono espressi in percentuale.

Figures expressed as percentages

La simulazione è stata effettuata su un periodo di 50 anni.

Simulation for a fifty-year period.

bienti padani: il pedoclima di Bovolone viene definito prevalentemente udico, mentre San Prospero presenta una situazione più bilanciata tra udicità e xericità.

Conclusioni e prospettive future

La particolare posizione geografica dell'Italia, insieme alla sua conformazione morfologica, fanno sì che all'interno del nostro Paese predominino i climi di transizione, anziché quelli ben caratterizzati. Ciò rende certamente difficile una loro classificazione, che non sia di livello assolutamente generico. Per i regimi pedoclimatici poi, si aggiunge l'ulteriore variabile rappresentata dalle caratteristiche fisico-idrologiche del suolo, che possono interagire con il clima in modo determinante. D'altra parte, i sistemi tassonomici del suolo e gli utilizzatori dei rilevamenti pedologici richiedono una definizione il più possibile precisa del pedoclima che, oltre a dare un'indicazione sulla potenziale influenza del clima sulla pedogenesi, fornisca indicazioni utili per definire i limiti e le possibilità di utilizzazione del suolo. In altre parole, il pedoclima dovrebbe poter configurarsi come una ben definita *qualità del suolo*, analoga, ad esempio, al rischio di erosione o alla lavorabilità.

I risultati ottenuti dal presente lavoro sono una conferma della genericità e spesso contraddittorietà delle risposte ottenute con i metodi di classificazione climatica e pedoclimatica tradizionali.

Per la classificazione climatica un notevole passo avanti è stato già fatto con la messa a punto e la successiva calibrazione per gli ambienti italiani di alcuni indici bioclimatici, quale quello di Mitrakos (vedasi, ad esempio, Blasi, 1994), mentre per il pedoclima l'utilizzazione del modello EPIC può rappresentare un avanzamento nell'accuratezza della stima, ma il giudizio rimane ancora sospeso. Un giudizio più preciso sarà possibile solo quando saranno confrontati i risultati delle stime del bilancio idrico e termico con le misure effettuate in campo.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano tutti coloro che hanno fornito i dati climatici utilizzati per le elaborazioni: il dott. Perini dell'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria di Roma, il dott. Castelli dell'Istituto Sperimentale per il Tabacco, S.O.P. di Bovolone, il dott. Rizzo dell'Istituto Sperimentale Agronomico, il dott. Rustici della Regione Toscana e il dott. Raimondi dell'Università di Palermo, il quale ha fornito anche la descrizione del suolo di Sparacia. Sono grati inoltre al prof. Sequi e ai referees del bollettino S.I.S.S. per la rilettura del manoscritto e per gli utili suggerimenti forniti.

Il lavoro è stato realizzato in parti uguali dai diversi autori.

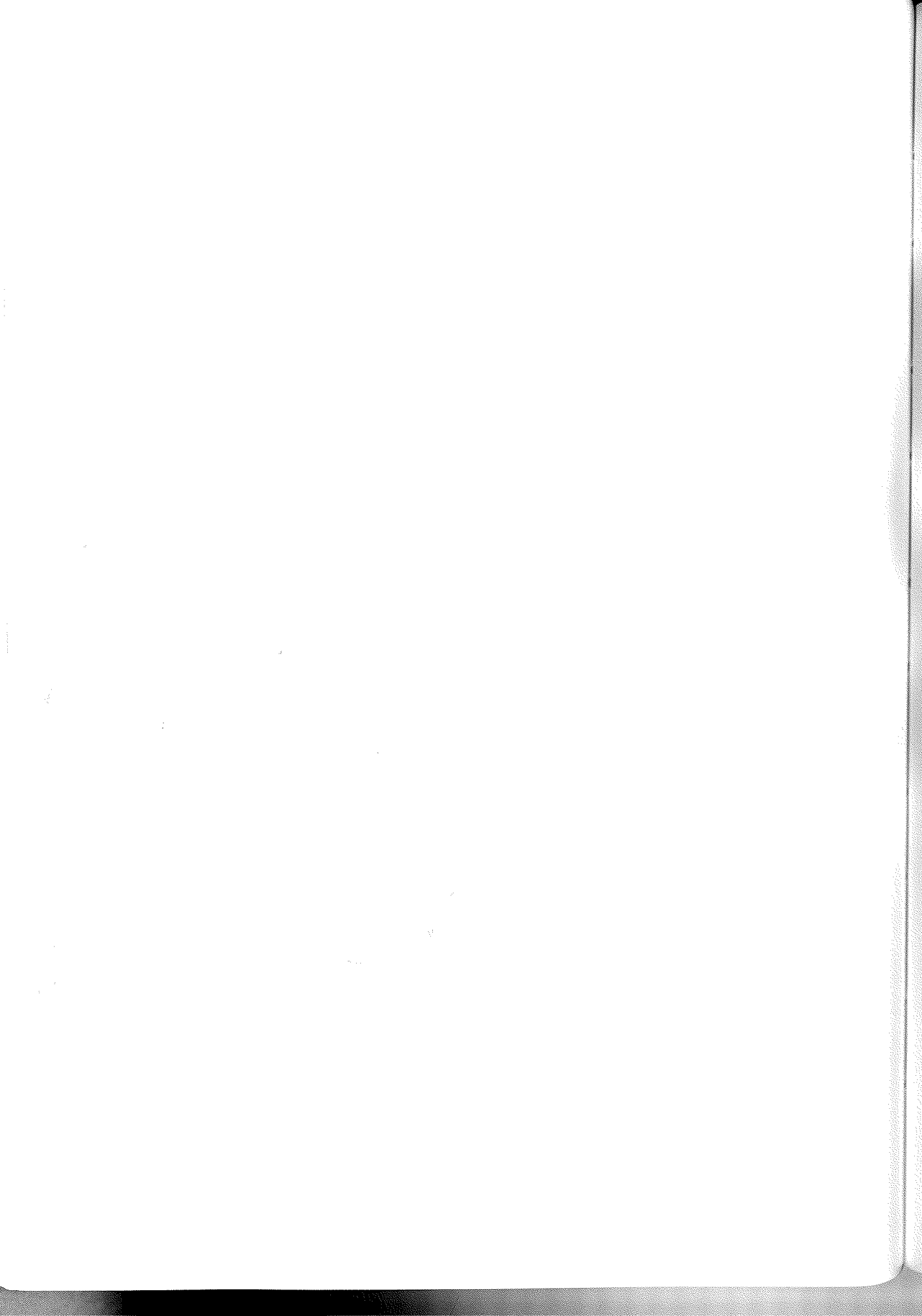
BIBLIOGRAFIA

- 1) BAGNOULS F., GAUSSEN H., (1957). *Les climats biologiques et leur classification*. Ann. de Geogr., n.2: 193-200.
- 2) BLASI C. (1994). *Fitoclimatologia del Lazio*. Università La Sapienza, Regione Lazio, Roma: 1-56.
- 3) BILLAUX P., (1978). *Estimation du <<regime hydrique >> des sols au moyen des données climatiques. La méthode graphique: son utilisation dans le cadre de la Taxonomie Americaine des sols*. ORSTOM, ser. Pedol. Vol. XVI, n.3.
- 4) CEOTTO E., DONATELLI M., CASTELLI F., QUARANTA F., RINALDI M., SPALLACCI P. (1993a). *Il modello EPIC nella simulazione di sistemi colturali attuati in ambienti italiani:II validazione per dati produttivi*. Agricoltura Ricerca, XV, n. 151/152: 209-228.
- 5) CEOTTO E., DONATELLI M., QUARANTA F., RINALDI M. (1993b). *Il modello EPIC nella simulazione di sistemi colturali attuati in ambienti italiani:I analisi della sensibilità*. Agricoltura Ricerca, XV, n. 141: 27-40.
- 6) COMEL A. (1978). *Il terreno*. Edagricole, Bologna, Italia: 507-533.
- 7) COSTANTINI E.A.C., TELLINI G., (1990). *Studio pedologico di alcune aree sperimentali del nord, centro e sud Italia*. Ann. Ist. Sper. Agron. Bari, XXI, suppl. 2: 255-288.
- 8) DONATELLI M., CEOTTO E., SPALLACCI P., MARCHETTI R. (1994). *Uso del modello EPIC nello studio degli effetti di pratiche agricole su aspetti di interesse ambientale: un esempio di metodologia*. Agricoltura Ricerca, 156: 33-46.
- 9) DUCHAUFOUR P., (1977). *Pedologie I, Pédogenèse et classification*. Masson, Paris.
- 10) DE MARTONNE E., (1941). *Nouvelle carte mondiale de l'indice d'aridité*. La Météorologie, n.1: 3-20.
- 11) EMBERGER L., (1952). *Sur le gradient pluviotermique*. C.R. Acad. Sci., n. 234: 2508-2510.
- 12) FAO-UNESCO, (1990a). *Soil Climate Classification System*. Working Paper 2. Roma.
- 13) FAO-UNESCO, (1990b). *Soil map of the world. Revised legend*. World soil resources report 60. pp. 118.
- 14) ICOMOTR. International Committee on soil Moisture and Temperature Regimes, (1995). Circular Letter 4, National Soil Survey Center, Soil Conservation Service, USDA, Lincoln Nebraska, USA.
- 15) KÖPPEN W., (1936). *Das geographische system der klimate*. In: Handbuck der Klimatologie, Bol.1, Teil C., Berlino.
- 16) MITRAKOS K., (1980). *A theory for Mediterranean plant life*. Acta Oecol. Oecol. Plant, 1(15): 245-252.

- 17) NEWHALL F., (1972). *Calculation of Soil Moisture Regimes from Climatic Record*. Rev. 4 Mimeographed, Soil Conservation Service, USDA, Washington DC.
- 18) RIVAS-MARTINEZ S., (1987). *Bioclimatologia*. In: La vegetación de España. M. Peinado Lorca & S. Rivas-Martinez (Eds.), Coll. Aula Abierta, Madrid: 35-45.
- 19) SEQUI P. (1994). *Il progetto finalizzato Produzione Agricola Nella Difesa dell'Ambiente "PANDA"*. Agricoltura e Ricerca, n. 154: 151-192.
- 20) SHARPLEY A. N., WILLIAMS J.R. (1990). *EPIC- Erosion/Productivity Impact Calculator: 1) Model Documentation* U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin n. 1768, 235 pp. 2) *User Manual* U.S. Department of Agriculture, Technical Bulletin n. 1768, 127 pp.
- 21) SMITH G. D., (1986). *The Guy Smith Interviews*. SMSS Tec. Mon. 11, USDA, Washington D.C.
- 22) SOIL SURVEY STAFF, (1975). *Soil Taxonomy: A basic system for making and interpreting soil surveys*. USDA Handbook 436, 754 pp. Washington DC.
- 23) SOIL SURVEY STAFF, (1992). *Keys to Soil Taxonomy*. Fifth Edition. SMSS technical monograph no 19. Pocahontas Press, Inc., Blacksburg, Virginia, USA.
- 24) THORNTHWAITE C.W., MATHER J.R., (1957). *Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance*. *Climatology*, X, 3. Centerton N.Y. USA.
- 25) VAN WAMBEKE A. et al., (1986). *Newball Simulation Model, a Basic program for the IBM PC*. Department of Agronomy Cornell University, Ithaca NY.
- 26) WILLIAMS J.R., JONES C.A., KINIRY J.R., SPANEL D.A., (1989). *The EPIC crop growth model*. *Trans. ASAE*, 32 : 497-511.

CONTRIBUTI DEI SOCI

Note scientifiche di carattere generale



LE PROPRIETÀ MICROBIOLOGICHE COME POTENZIALI INDICATORI NEL MONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO DEL SUOLO

P.C. BROOKES

Soil Science Department, AFRC Institute of Arable Crops Research
Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts, AL5 2JQ, UK
La presente nota rappresenta il testo del seminario tenuto dal Dott. P.C. Brookes il 16/12/1993 presso l'ISNP nell'ambito del progetto PANDA - Sottoprogetto III - Nucleo 1.

Riassunto

Le proprietà microbiologiche possono essere utilizzate per il monitoraggio degli agenti inquinanti del suolo. L'inquinamento da sostanze organiche è generalmente più difficile da valutare di quello da composti inorganici poiché la maggior parte delle prime può entrare nell'ecosistema del suolo.

Gli agenti inquinanti che causano cambiamenti piccoli o transitori alla microflora del suolo e alla sua attività dovrebbero essere distinti da quelli che hanno effetti più persistenti e presumibilmente più gravi.

Una singola proprietà microbiologica non può essere impiegata universalmente per il monitoraggio dell'inquinamento del suolo. Si può misurare una attività microbica, come la respirazione, la mineralizzazione del carbonio e dell'azoto, la fissazione biologica dell'azoto e alcuni enzimi del suolo, così come la biomassa totale del suolo. La combinazione dell'attività microbica e delle misure di popolazione (per esempio la respirazione specifica della biomassa) può essere più sensibile all'inquinamento del suolo che le misure dell'attività o delle popolazioni prese individualmente.

Le misure possono fornire qualche forma di "controllo interno", come ad esempio la biomassa espressa come percentuale della sostanza organica del suolo e potrebbero essere vantaggiosamente utilizzate per determinare se l'ecosistema naturale è stato alterato da inquinanti, senza dover ricorrere ad esperimenti di campo costosi e di lungo periodo.

Infine nuove applicazioni della biologia molecolare agli studi sull'inquinamento del suolo quali le impronte digitali genetiche (genetic fingerprints) potrebbero in futuro avere un valore considerevole.

Il funzionamento dell'ecosistema del suolo

La maggior parte degli ecosistemi prende l'energia richiesta per il funzionamento direttamente dalla fotosintesi. Nel suolo, al contrario, vivono normalmente pochi organismi fotosintetici funzionali. L'energia necessaria per lo svolgimento dei processi metabolici del terreno è contenuta nei materiali organici (residui vegetali ed animali) ed è utilizzata nei processi di mineralizzazione. Con la mineralizzazione dei residui organici, l'anidride carbonica ed i nutrienti inorganici (come ad esempio i nitrati, i fosfati e i solfati) sono rilasciati cosicchè le piante possano riutilizzarli di nuovo. Le frazioni meno labili dei residui sono incorporate nel pool della sostanza organica del suolo, dove, sebbene più lentamente, si verifica ugualmente la mineralizzazione. I microrganismi (nel loro insieme biomassa microbica del suolo) e la fauna del suolo mineralizzano sia la sostanza organica labile, che il più grande pool della sostanza organica stabile. La fertilità del suolo negli ecosistemi naturali dipende quindi dal turnover della sostanza organica, controllato, come si è detto, dalla biomassa microbica. Qualunque agente che sopprima o avveleni gli organismi del suolo o cambi la qualità o quantità della sostanza organica (sia la sostanza organica labile che la stessa sostanza organica stabile) può danneggiare il funzionamento del sistema suolo-pianta nel breve e nel lungo periodo.

Negli ecosistemi agricoli la fertilità del suolo può essere aumentata distribuendo fertilizzanti organici ed inorganici. La fertilità di un ecosistema naturale dipende invece quasi interamente dai processi microbici naturali quali l'azotofissazione, la mineralizzazione di forme organiche di N, C, P e S e dalle trasformazioni della sostanza organica. Qualunque riduzione della fertilità naturale che sia provocata da sostanze chimiche dannose avrà perciò effetti proporzionalmente maggiori sugli ecosistemi naturali.

Parole chiave: Monitoraggio dell'inquinamento del suolo, metalli pesanti, biomassa microbica del suolo, attività microbica specifica.

La natura degli agenti inquinanti del suolo

Gli inquinanti del suolo sono di due tipi principali, organici ed inorganici. Fra gli agenti inquinanti inorganici, i metalli pesanti, come ad esempio Cu, Ni, Cd, Zn, Cr, Pb, sono di gran lunga i più importanti. Una volta che entrano nel suolo vi rimangono per periodi estremamente lunghi, avendo tempi di dimezzamento, che dipendono dal metallo, di alcune migliaia di anni. In pratica, i metalli possono essere eliminati solo dalla rimozione del suolo stesso, il che solo raramente costituisce un'opzione realizzabile.

Diverse sono le fonti dei metalli pesanti che raggiungono il suolo; queste includono i rifiuti delle miniere o degli altoforni, le deposizioni atmosferiche (che seguono il rilascio dei metalli nell'atmosfera da altoforni o altre industrie), i reflui animali, ed i fanghi di depurazione. I fanghi di depurazione, che contengono quantità utili di sostanza organica, N e P, sono spesso contaminati con quantità significative di metalli pesanti, che vengono chelati dalla sostanza organica. Quando i fanghi si decompongono, i metalli vengono rilasciati e fissati nel suolo accumulandosi nel tempo a seguito di successive somministrazioni. I limiti imposti dalla Comunità Europea pongono delle restrizioni sulle quantità di metalli che si possono accumulare nei suoli agricoli. Tali limiti sono basati sugli effetti conosciuti dei metalli sulle piante e sulla salute degli animali. Essi non tengono in nessun conto gli effetti sui microrganismi del suolo o su importanti processi microbiologici, come ad esempio la dinamica della sostanza organica o dell'azoto. Questa apparente svista è dovuta presumibilmente al fatto che al tempo in cui i limiti furono definiti, i metodi necessari per studiare gli effetti dei metalli su queste proprietà non erano stati ancora sperimentati o richiedevano ulteriori miglioramenti.

Metodi recentemente messi a punto hanno indicato effetti significativi dei metalli pesanti, quando presenti nel suolo a concentrazioni simili od inferiori ai limiti proposti dalla Comunità Europea, sulle colture, sulla biomassa microbica e sulle sue attività. La possibilità di utilizzare le misure relative alla biomassa microbica del suolo per il monitoraggio dell'inquinamento sarà discussa con particolare riferimento ai metalli pesanti.

Le potenzialità delle proprietà microbiologiche come indicatori per il monitoraggio dell'inquinamento del suolo dovuto ad inquinanti organici sono, in qualche modo, più difficili da va-

lutare rispetto agli agenti inorganici. Ciò è dovuto fondamentalmente al fatto che esistono migliaia di possibili composti organici che entrano continuamente o sporadicamente nell'ecosistema del suolo. Inoltre, come in effetti anche per i metalli pesanti, è necessario distinguere tra "inquinanti" e "agenti stressanti" che causano piccoli o transitori cambi alla microflora del suolo o alla sua attività e quelli che hanno effetti più persistenti e presumibilmente più gravi. Una delle caratteristiche degli agenti inquinanti organici è che, a differenza dei metalli pesanti, saranno metabolizzati ad anidride carbonica e ad altre sostanze inorganiche che le piante possono utilizzare. È importante pertanto definire alcuni criteri che consentano di determinare l'intensità dei loro effetti sulla microflora del suolo e sulla sua attività.

Fra i molti agenti organici inquinanti che possono entrare nell'ecosistema del suolo sono da menzionare i seguenti: i bifenili policlorurati (PCB), gli idrocarburi poliaromatici (PAH), i prodotti biocidi (esempio insetticidi, nematocidi, erbicidi) ed i solventi organici.

Come nel caso dei metalli pesanti, è principalmente l'attività dell'uomo che introduce gli inquinanti organici nel suolo i quali invece, se prodotti naturalmente, entrano a farvi parte solo in piccole quantità. Per esempio gli idrocarburi poliaromatici si sono sempre formati durante gli incendi delle foreste (Matzner, 1984).

Definizione della significatività dei cambiamenti microbiologici dovuti all'inquinamento

Le proprietà microbiologiche possono essere molto utili come indicatori di inquinamento del suolo. I microbi, avendo sia massa che attività, ed essendo in stretto contatto con il microambiente del suolo, sono per molte ragioni agenti ideali di monitoraggio dell'inquinamento del terreno. Probabilmente i migliori criteri proposti fino ad ora per definire la significatività dei cambiamenti microbiologici sono quelli di Domsch (1980) e Domsch et al. (1983) che considerarono inizialmente gli effetti degli stress che avvenivano naturalmente sulla popolazione microbica del suolo e sulle loro attività. Tali fattori di stress vengono elencati di seguito:

- fluttuazioni della temperatura;
- potenziali idrici estremi;

- valori estremi di pH;
- variazioni delle caratteristiche fisiche del suolo dovute all'azione dell'uomo (es. aratura);
- scambi gassosi ridotti;
- diminuzione delle quantità di elementi nutritivi disponibili;
- incrementi nel numero degli inibitori, predatori e antagonisti.

Ciascuno di questi fenomeni, singolarmente o collettivamente può avere effetti marcati sia sulla dimensione che sull'attività della comunità microbiologica. Per esempio Domsch et al. (1983) hanno valutato 55 fluttuazioni documentate delle popolazioni batteriche in condizioni di pieno campo e hanno evidenziato che si verificavano frequentemente depressioni fino al 90%. Su queste basi valutarono che qualunque stress (o inquinante) che permettesse una completa ripresa delle proprietà microbiologiche studiate entro 30 giorni fosse normale, quelli che comportavano un ritardo di 60 giorni, tollerabili, mentre quelli che richiedevano più di 60 giorni erano considerati come agenti di stress per i quali erano richieste ulteriori analisi (Figura 1).

Cook e Greaves (1987) hanno dato un eccellente esempio della variazione naturale, per una singola proprietà microbiologica, che ci si potrebbe aspettare in un anno. L'evoluzione dell'anidride carbonica dal suolo è stata monitorata in pieno campo in Oxfordshire, Inghilterra, per 52 settimane tra l'aprile 1977 e il maggio 1978.

L'evoluzione dell'anidride carbonica è stata massima (950 $\mu\text{g cm}^{-3}$ di suolo) nelle condizioni caldo-umide dell'estate del 1977, ma si ridusse a meno della metà a dicembre dello stesso anno (Figura 2). Andamenti simili furono anche osservati per la mineralizzazione dell'azoto. Per entrambe le attività ci fu un lungo periodo di recupero di 15 - 20 settimane fino alla successiva primavera, prima che l'incremento dell'attività fosse ancora osservato. Questi sono fenomeni naturali, il cambiamento nell'attività microbiologica è probabilmente un risultato del cambiamento dei regimi idrici, di temperatura o di entrambi, con nessun stress conosciuto, come per esempio un inquinante, a confondere i risultati. Le potenzialità delle proprietà microbiologiche come indicatori dell'inquinamento del suolo potrebbero così apparire limitate od inesistenti quando ci si trovi di fronte ad un largo range di valori dell'attività microbiologica naturale. Io spero di dimostrare che non è così.

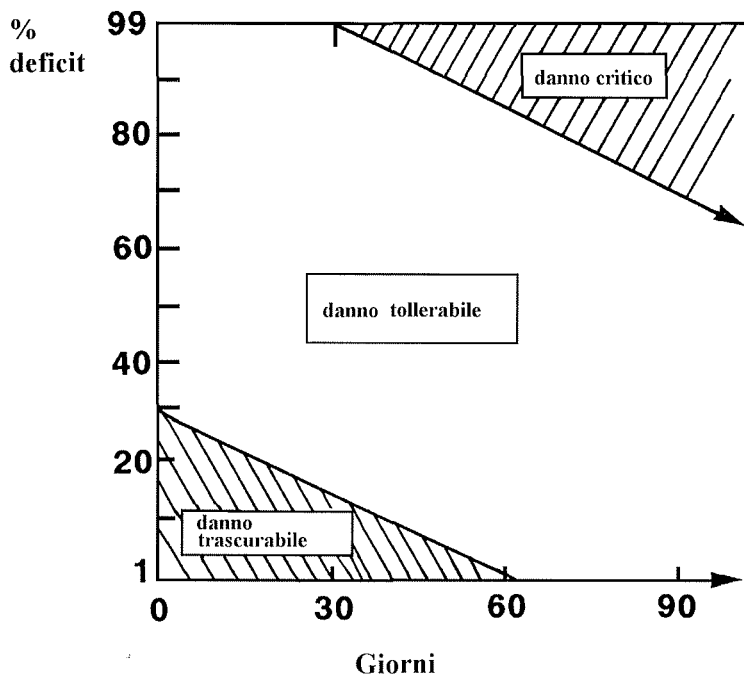


Fig. 1 - Relazione tra il periodo di monitoraggio ed i cambiamenti nell'attività biologica (deficit) secondo tre categorie che descrivono la significatività ecologica dei danni. Tratto da Domsch et al. (1983). Pubblicato con il permesso di Springer-Verlag.

Valutazione delle potenzialità delle proprietà microbiologiche come indicatori dell'inquinamento del suolo

L'esempio precedente illustra i problemi del monitoraggio e dell'interpretazione dei cambiamenti nella respirazione dei microrganismi del suolo in pieno campo (che apparentemente è un parametro semplice da misurare). Se anche un inquinante fosse introdotto in un sistema, a meno che non abbia effetti veramente drastici, come il cloroformio o il bromuro di metile, è probabile che sia quasi impossibile misurare i suoi effetti.

È interessante che in questi esperimenti di campo "... la variazione tra i campioni era più grande quando le precipitazioni atmosferiche erano più abbondanti".

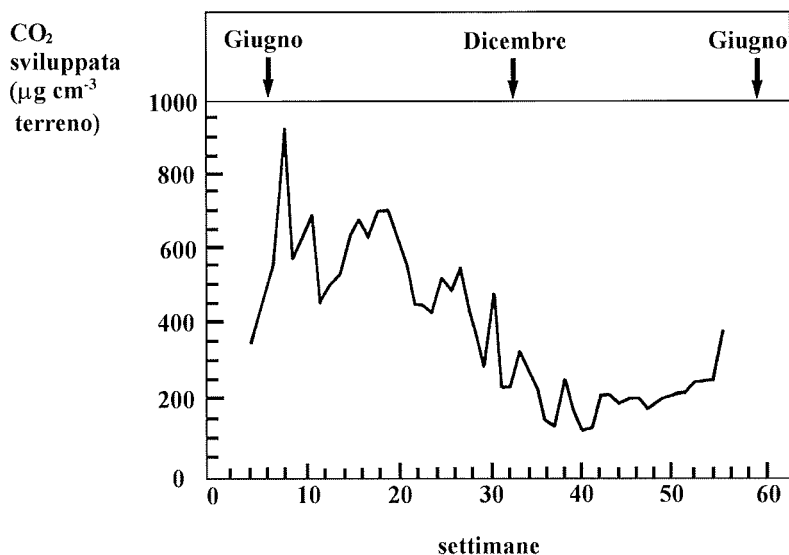


Fig. 2 - CO₂ prodotta da un suolo dell'Oxfordshire. Le misure sono state eseguite in pieno campo con cadenza settimanale per un intero anno. Tratto da Cook et al. (1983). Pubblicato con il permesso di Taylor e Francis (editori).

È proprio in questi momenti che l'attività microbologica è massima, il che renderebbe gli effetti degli inquinanti molto difficili da determinare.

Molte altre proprietà del suolo furono considerate da Cook e Greaves (1987). Queste includevano le proprietà fisiche e chimiche del terreno ed alcune variabili ambientali quali ad esempio la capacità idrica, la temperatura, il carbonio organico percentuale, il carbonio organico totale, il pH e le proprietà biologiche, la conta dei microrganismi per colorazione fluorescente, la conta delle colonie batteriche, degli attinomiceti, dei funghi, lieviti ed alghe, la determinazione dell'ATP, dell'ureasi e dell'asportazione di ossigeno. Cook e Greaves (1987) conclusero che le proprietà che sembravano essere più sensibili ai cambiamenti ambientali fossero le trasformazioni dell'azoto e la respirazione del suolo.

Comunque loro considerarono che la più interessante caratteristica dei dati di pieno campo era la loro considerevole variabilità, riscontrata perfino quando furono fatti dei tentativi per superarla, come con l'analisi multivariata.

Questo lavoro coincide con quello di Domsch et al. (1983) nell'indicare che le misure dei cambiamenti nelle proprietà microbiologiche da utilizzare come indicatori dell'inquinamento del suolo hanno bisogno di essere considerate alla luce della naturale variazione del "controllo" e non dovrebbero essere interpretate unicamente sulla base di risultati ottenuti da test isolati di laboratorio.

È importante riconoscere tuttavia che le implicazioni di questo lavoro non sono che solo le misure di campo delle proprietà microbiologiche hanno validità. In effetti non è assolutamente questo che si vuole intendere (Mr. Graves, comunicazione personale).

Alla luce delle naturali variazioni osservate in pieno campo non dovrebbe essere dato grande peso, quale risposta ad un inquinamento reale o apparente, alla rilevazione di piccoli, transitori cambiamenti nelle dimensioni della popolazione microbica o nelle sue attività misurate sia in laboratorio che in pieno campo, come risposta ad un inquinamento reale o apparente.

Sulla base di questi criteri, solo quegli agenti inquinanti che richiedono un periodo di recupero di circa 30 - 60 giorni, dovrebbero essere considerati "critici" mentre rientrano ancora nel range di quelli considerati "normali" se provocano una depressione dell'attività del 90% seguita da recupero entro i primi 30 giorni (Sommerville et al. 1987). Si deve notare che questo contesto teorico fu sviluppato originariamente per studiare gli effetti collaterali dei pesticidi. Comunque sembra opportuno estendere questo approccio agli altri inquinanti del suolo.

Criteri da utilizzare nella selezione delle possibili proprietà microbiologiche come indicatori dell'inquinamento del suolo.

Consideriamo alcuni criteri di base, assolutamente non esaustivi, che una proprietà microbiologica dovrebbe possedere per essere un indicatore dell'inquinamento del suolo:

1. La proprietà ha bisogno di essere misurabile precisamente su un largo range di tipi e condizioni di suolo.
2. Poichè deve essere analizzato un elevato numero di campioni è preferibile che il parametro possa essere misurato facilmente ed economicamente.
3. Il parametro deve essere di una natura tale che possano essere eseguite anche le misure del controllo così che gli effetti dell'agente inquinante possano essere determinati precisamente.

4. Il parametro deve essere sufficientemente sensibile da indicare l'inquinamento ma anche sufficientemente robusto da non generare falsi allarmi.

5. Il parametro deve avere una validità scientifica generale basata su conoscenze scientifiche affidabili.

6. Se l'affidabilità di un singolo parametro è bassa è preferibile scegliere due o più parametri. In questo caso dovrebbero essere conosciute le loro interrelazioni in ambienti non inquinati.

Possibili proprietà microbiologiche come indicatori di inquinamento del suolo

Non c'è probabilmente nessun parametro microbiologico che possa essere impiegato universalmente come indicatore di inquinamento del suolo. Comunque, nel tentativo di selezionarne alcuni, vale la pena ricordare le principali funzioni dell'ecosistema del suolo.

Le due principali funzioni sono la mineralizzazione del carbonio e dell'azoto organico del suolo. L'inibizione di entrambe avrebbe serie conseguenze per l'ecosistema nel suo insieme.

Sembra perciò ragionevole porre particolare enfasi su questi due processi biologici nel definire le potenzialità delle proprietà microbiologiche come indicatori dell'inquinamento del suolo.

Nelle seguenti sezioni questi ed altri possibili parametri microbiologici verranno discussi ed illustrati.

Sebbene si possa far riferimento ad altri inquinanti, i principali riferimenti saranno ai metalli pesanti (es. Cu, Ni, Cd, Zn) e ai pesticidi. Le ragioni sono diverse. Primo, i metalli pesanti persistono nel suolo indefinitamente una volta che vi entrano a far parte, con un piccolo decremento del loro effetto biologico. In questo caso gli effetti osservati difficilmente sono transitori. I pesticidi, al contrario, riducono il loro effetto con il tempo poiché vengono degradati. In ogni caso esiste una legislazione sia a livello nazionale che europeo per limitare la quantità di metalli pesanti e dei pesticidi nel suolo e nelle falde. Gli effetti dei pesticidi sui microrganismi del suolo e sulla loro attività sono richiesti per la valutazione di ogni nuovo principio attivo prima che possa essere registrato per un uso generale. Perciò sono numerosi i dati sia sul tipo di test utilizzato che sui risultati ottenuti.

Le proprietà microbiologiche utilizzate come indicatori dell'inquinamento del suolo possono essere suddivisi in due

gruppi principali. Al primo gruppo appartengono quei parametri che misurano l'attività della popolazione nel suo insieme, come ad esempio la respirazione microbica, la mineralizzazione dell'azoto, la fissazione dell'azoto ecc. Al secondo gruppo appartengono quelli che misurano la popolazione microbica a livello del singolo organismo, del gruppo funzionale, come per esempio gli azoto-fissatori o a livello di intera popolazione (es. la biomassa microbica del suolo). Esiste anche una terza possibilità data dalla combinazione dei dati sia dell'attività che della biomassa e dalla specifica attività della popolazione microbica.

L'uso di colture pure di microrganismi isolati dal suolo come indicatori dell'inquinamento del terreno non viene considerata. Le colture pure isolate di organismi possono essere atipiche rispetto alla loro forma nel suolo o possono essere sottoposte a cambiamenti non rilevabili durante la conservazione. Il loro tasso metabolico può essere molto differente da quello che hanno in natura poichè sono rimossi dalla loro condizione ecologica abituale. In virtù di questo l'interpretazione dei risultati, ottenuti con colture pure isolate, e l'estrapolazione a condizioni di pieno campo è impossibile (Greaves et al., 1980).

Analogamente l'uso degli enzimi del suolo è controverso poichè la capacità enzimatica totale del suolo è costituita di varie frazioni, come microrganismi in fase di crescita, cellule morte, enzimi extracellulari associati a complessi argillo-umici (Greaves et al, 1980).

Comunque ulteriori approfondimenti sono garantiti dalla mole di lavoro fatto fino ad ora sull'uso degli enzimi del suolo come indicatori di inquinamento.

Misure dell'attività microbica

Qualunque misura *in isolamento* è di scarso interesse nel valutare se un ecosistema è inquinato. Le misure dell'attività microbica sono valide per valutare l'inquinamento del suolo, pur persistendo il problema sul tipo di controllo da utilizzare per confrontare la misura. Il problema è risolto se sono disponibili esperimenti di campo adeguatamente progettati con trattamenti interamente replicati. Un buon esempio è il Woburn Market Garden Experiment a Rothamsted, che ha fornito dati unici sugli effetti dei metalli pesanti sulla biomassa e sull'attività microbica (Brookes e McGrath, 1984). L'interpretazione

dei dati dall'ambiente naturale è molto più difficile poichè la determinazione dei livelli basali dell'attività microbica è un problema reale. A questo proposito la maggioranza, se non tutti i dati che seguono sono tratti da esperimenti di laboratorio o di pieno campo. Devono comunque essere individuate metodologie adeguate a studiare e controllare l'ambiente naturale.

La respirazione microbica

Come illustrato precedentemente la respirazione microbica in pieno campo è soggetta ad enormi fluttuazioni (Cook e Greaves, 1980). Comunque in condizioni di laboratorio controllate a livelli adeguati di umidità, ad esempio 40-50% della capacità idrica massima, e temperatura compresa fra 15 e 25 °C, la respirazione del suolo vagliato (2-6,25 mm) può essere determinata accuratamente e precisamente (Jenkinson e Powlson, 1976). Questa misura è largamente utilizzata da microbiologi ecologisti come un indice sia dell'attività microbica che della biomassa microbica. In effetti la misura della respirazione microbica costituisce la base sia del metodo della fumigazione-incubazione per la misura della biomassa microbica del suolo (Jenkinson e Powlson, 1976) che del metodo della respirazione indotta da substrato (SIR) per misurare la stessa proprietà (Anderson e Domsch, 1978).

I metalli pesanti a concentrazioni pari ai limiti posti dalla comunità Europea sembrano non avere effetto sulla respirazione microbica (Brookes e McGrath, 1984; Brookes et al. 1984). Solo a concentrazioni molto elevate l'evoluzione dell'anidride carbonica si riduce. Così Tyler (1981) riscontrò che la respirazione microbica si riduceva quando le concentrazioni di Cu o Zn erano superiori a 1000 mg kg⁻¹ di terreno. Nonostante questo, la respirazione del suolo (produzione di anidride carbonica o consumo di ossigeno) associata con la quantità totale della biomassa microbica (respirazione specifica della biomassa) è considerata un indicatore sensibile dell'inquinamento del suolo e sarà discusso con maggior dettaglio quando verranno considerate le misure della biomassa.

Mineralizzazione dell'azoto e del carbonio

La conversione nel suolo dei residui animali e vegetali, o della stessa sostanza organica del suolo, nei suoi componenti

inorganici è un processo mediato dai microrganismi dal quale dipendono i cicli dei maggiori elementi, C, N, P, S. Molti microrganismi contribuiscono al rilascio di NH_4^+ dall'azoto organico del suolo. Al contrario, solo due generi di batteri autotrofi, *Nitrosomonas* e *Nitrobacter* sono coinvolti nell'ossidazione di NH_4^+ a NO_3^- .

Come per la respirazione microbica, sembra che le concentrazioni dei metalli nel suolo, entro i limiti posti dalla Comunità Europea, non abbiano effetti sui tassi di mineralizzazione dell'azoto organico del suolo (Brookes et al., 1984). Questo è stato provato da Doelman (1986) che riscontrò che l'inibizione della mineralizzazione dell'azoto e della nitrificazione avviene con circa 100 mg kg^{-1} di terreno di Zn, Cu, Ni; con $100\text{-}500 \text{ mg kg}^{-1}$ di Pb e Cr e con $10\text{-}100 \text{ mg kg}^{-1}$ di Cd. C'è un generale consenso nell'affermare che le interpretazioni degli effetti dei metalli pesanti sulla mineralizzazione di N e sulla nitrificazione sono difficili per diverse ragioni (Baath 1989; Brookes e Verstraete, 1989; Chander, 1991). Ciò è dovuto alla mancata standardizzazione delle procedure sperimentali e alla variazione delle proprietà del suolo che possono alterare la relativa o assoluta tossicità del metallo (Tyler, 1981). Analogamente Duxbury (1985) concluse che le informazioni sugli effetti degli inquinanti come i metalli pesanti su questi processi sono controverse e raccomandava cautela nel generalizzare sugli effetti dei metalli pesanti sui processi mediati microbiologicamente negli ambienti naturali.

Goring e Laskowski (1982) hanno studiato in maniera estesa gli effetti degli erbicidi, insetticidi, fungicidi e nematocidi sulle trasformazioni dell'azoto nel suolo. Essi conclusero che la maggioranza dei pesticidi perfino al di sopra dei livelli raccomandati in pieno campo, non hanno effetto o causano inibizione minore del 25% della mineralizzazione dell'azoto o della nitrificazione.

Prodotti chimici a maggiore effetto biocida, come clorofornio, bromuro di metile o cloropicrina hanno effetti ancora maggiori sulla mineralizzazione dell'azoto e sulla nitrificazione in particolare (Martin, 1972). Utilizzando questi prodotti, inizialmente sia i valori della popolazione microbica iniziale che della mineralizzazione dell'azoto decrescono. Comunque, successivamente la popolazione aumenta lentamente di dimensioni anche se non a livello originale e così anche la mineralizzazione dell'azoto. Spesso la mineralizzazione dell'azoto in un suolo

precedentemente fumigato è superiore, dopo pochi giorni, rispetto a quello di un suolo di controllo incubato alle stesse condizioni ma non fumigato. Ciò è attribuito alla mineralizzazione di quella parte della biomassa microbica uccisa dal fumigante che si aggiunge alla mineralizzazione della sostanza organica del suolo. La nitrificazione in ogni caso può essere depressa per alcune settimane dopo che il fumigante viene allontanato. È stato provato che i metalli pesanti presenti nei fanghi di depurazione e che apportano al suolo concentrazioni di metalli diverse volte superiori rispetto ai limiti imposti dalla Comunità Europea, causano un accumulo della sostanza organica del suolo rispetto ai controlli che ricevono fanghi di depurazione incontaminati. Chander e Brookes (1991 c) riportarono che un suolo a Luddington (15% di argilla) che conteneva Cu in quantità pari a 3,7 volte i limiti della Comunità Europea conteneva il 32% in più della sostanza organica rispetto ad un suolo che riceveva fanghi incontaminati. A Lee Valley (21% di argilla) suoli contaminati con Zn in quantità 3,4 volte superiori rispetto alle concentrazioni permesse, conteneva il 10% in più di sostanza organica rispetto a quelli trattati con fanghi non contaminati. Analogamente parcelle contenenti Cu in concentrazioni 3,8 volte superiori al limite, presentavano circa il 14% in più di sostanza organica.

Questi risultati suggeriscono che i metalli pesanti riducono il turnover della sostanza organica presumibilmente per gli effetti inibitori sulla biomassa microbica.

Deve essere sottolineato che questi risultati sono stati ottenuti da esperimenti di pieno campo dove tutti i trattamenti erano conosciuti e dove il suolo era omogeneo. La rilevazione di questi effetti in ambienti naturali sarebbe estremamente difficile se non impossibile in quanto non sarebbero disponibili i suoli di controllo che sono essenziali a scopi comparativi.

Fissazione dell'azoto

La fissazione biologica dell'azoto atmosferico (N_2) può essere effettuata solo dai microrganismi. Tutte le fissazioni biologiche dell'azoto dipendono dall'enzima nitrogenasi, che è presente in tre principali tipi di microrganismi. Essi differiscono per le quantità potenziali di N_2 che possono fissare nelle regioni temperate:

	kg N fissato ha ⁻¹ anno ⁻¹
Batteri eterotrofi liberi	1 - 2
Cianobatteri	5 - 30
Associazioni simbiotiche	100 - 200

(da McGrath 1993)

La misura della fissazione di N₂, o più precisamente l'attività nitrogenasica, può essere effettuata impiegando il metodo della riduzione dell'acetilene. La nitrogenasi converte l'acetilene in etilene che può essere facilmente misurato per gas-cromatografia. Questo fornisce un test sensibile per l'attività nitrogenasica, ma i risultati non possono essere convertiti direttamente alla quantità di azoto fissato. Per questo, è necessario la misura della conversione dell'¹⁵N₂ ad altre forme di azoto marcato (Giller e Day, 1985).

L'azotofissazione è stata frequentemente considerata come un test adeguato per lo studio dell'inquinamento nel suolo, in particolar modo da metalli pesanti.

Eterotrofi liberi

I tassi di azotofissazione da parte di eterotrofi liberi nella maggior parte dei suoli sono bassi e difficili da utilizzare come indicatori dell'inquinamento del suolo. In effetti Rother et al. (1982) non trovarono relazioni tra la riduzione dell'acetilene e l'inquinamento da metalli pesanti, anche a concentrazioni di metalli nel suolo molte volte superiori rispetto ai limiti imposti dalla CEE.

Comunque, sia Brookes et al (1984) che Lorenz et al. (1992) hanno riportato che concentrazioni di metalli pesanti inferiori o uguali ai valori limite della CEE, riducevano l'azotofissazione eterotrofa (sempre misurata con la riduzione dell'acetilene) fino al 90%.

La ragione di questa differenza è che nel secondo caso il suolo fu incubato con glucosio fino a 2000 µg di glucosio g⁻¹ di suolo anche per 50 ore prima dell'analisi. Queste condizioni avrebbero favorito lo sviluppo dell'azotofissazione eterotrofa e permesso valutazioni più sensibili degli effetti dei metalli sul si-

stema enzimatico della nitrogenasi. Ulteriori ricerche sono necessarie prima che questo saggio possa essere utilizzato come test standard. In effetti, Lorenz et al. (1992) mostrarono che non tutti i suoli rispondevano in modo prevedibile. Alcuni suoli inglesi, apparentemente molto simili per altri versi a quelli che sviluppavano un'azotofissazione eterotrofa misurabile, non rispondevano nel modo atteso. Questa differenza non poteva essere attribuita, per esempio, al più basso livello di pH nel suolo o ad un più elevato contenuto di azoto nel suolo. Essi conclusero che l'impossibilità di determinare condizioni standard di incubazione limita l'utilità dell'azotofissazione eterotrofa come indicatore biologico dell'inquinamento del suolo.

Ci sono minori informazioni disponibili sugli effetti dei prodotti chimici biocidi sull'azotofissazione da eterotrofi. In funzione del biocida usato, gli effetti possono essere stimolanti o depressivi con un modello di comportamento poco chiaro (vedi Simon, Sylvestre e Fournier, 1979, per una review su questo argomento).

L'azotofissazione autotrofa

I cianobatteri, o alghe verde-azzurre, contengono nitrogenasi e possono crescere sulla superficie del suolo. La quantità di azoto che fissano nei suoli degli ecosistemi temperati è incerta, le stime variano tra 0 e 10-15 kg N ha⁻¹ (Witty et al., 1979; Henriksson, 1971). Le misure di pieno campo dell'azotofissazione per mezzo di alghe verde-azzurre come potenziali indicatori microbiologici dell'inquinamento del suolo sono difficilmente utilizzabili. La variabilità tra le misure, sia temporale che spaziale, nel caso l'attività azotofissatrice sia determinabile, le renderebbero probabilmente senza significato. Questo almeno è stata la mia esperienza quando ho cercato di misurare l'attività nitrogenasica, settimanalmente per un anno, sulle superfici delle parcelle di suolo del Broadbalk Wheat Experiment. Questo è in contrasto con quanto riportato da Witty et al. (1979) che stimarono (basandosi sulla riduzione dell'acetilene) in 28 kg ha⁻¹ anno⁻¹ l'azoto fissato dalle stesse parcelle, sullo stesso campo nei due anni di misure. Essi riportarono, inoltre, variazioni considerevoli (fino a 5 volte) nelle quantità stimate di azoto fissato sulle stesse parcelle in anni differenti.

Nonostante l'incertezza nel rilevare l'azotofissazione in campo, sembrerebbe che la misura dell'azotofissazione autotrofa, in

condizioni standard di laboratorio, possa essere un utile indicatore dell'inquinamento del suolo. Comunque, le misure di laboratorio rifletterebero la potenzialità per l'azotofissazione dei suoli incontaminati ed inquinati piuttosto che la fissazione reale in pieno campo che sarebbe sensibile a condizioni ambientali.

Brookes et al. (1978) incubarono terreno fresco-umido da Woburn Market Garden Experiment di Rothamsted nelle condizioni di laboratorio di 20°C di giorno, 16°C di notte, per una lunghezza del giorno di 16 ore, al 50% della WHC. Le colonie di cianobatteri crescevano rapidamente sul suolo che aveva ricevuto applicazioni annuali di letame dal 1942 al 1967 (suoli incontaminati). Al contrario terreni che provenivano dallo stesso esperimento, incubati in maniera analoga, e che avevano ricevuto fanghi urbani contaminati da metalli dal 1942 al 1961 (suoli contaminati), mostravano piccole colonizzazioni di cianobatteri in superficie a fine esperimento anche dopo 118 giorni di incubazione.

Nel suolo incontaminato si osservava un periodo di stasi iniziale di circa 14 giorni, poi il tasso di riduzione dell'acetilene aumentava rapidamente, raggiungendo un massimo dopo circa 28 giorni, diminuendo lentamente e irregolarmente fino al 118° giorno. Al contrario, la riduzione dell'acetilene nei suoli contaminati era iniziata lentamente dopo il 50° giorno. Essa poi era aumentata regolarmente ma molto più lentamente che nei suoli incontaminati e quando l'esperimento finì stava ancora aumentando. Al 118° giorno si osservava, nel suolo incontaminato, tre volte più acetilene ridotto che nel suolo contaminato. Analogamente il suolo incontaminato fissava circa 10 volte più azoto marcato (¹⁵N) nelle 24 ore rispetto al suolo contaminato, sebbene nessuna differenza nell'azoto totale fosse rilevabile tra i differenti trattamenti alla fine dell'esperimento.

In un ulteriore esperimento il suolo fu campionato nello stesso periodo e a intervalli di 40 cm lungo un transetto con gradiente fra una parcella incontaminata e una contaminata. Concentrazioni di Zn, Cu, Ni e Cd estraibili in EDTA aumentavano in modo non lineare passando dalle parcelle incontaminate a quelle contaminate.

Al contrario, la riduzione di acetilene totale diminuiva linearmente (Fig. 3) all'aumentare della concentrazione di metalli del suolo, durante un periodo di 60 giorni. Essa si dimezzava a 50 µg Zn, 20 µg Cu, 2,5 µg Ni e 3 µg Cd. Poichè il suolo conteneva tutti questi metalli non era possibile dire quale metallo o interazioni

di metalli producesse questi effetti. Comunque, a parte il Cd, le massime concentrazioni per i singoli metalli erano ben al di sotto dei limiti individuali posti dalla Comunità Europea (circa il 30% dei suoli conteneva Cd in quantità superiori a $3 \mu\text{g Cd g}^{-1}$ di suolo). Questi risultati perciò suggeriscono che i suoli hanno bisogno di contenere solo piccole quantità di metallo affinché la fissazione non simbiotica dell'azoto venga depressa (Fig. 3).

Lorenz et al. (1992) studiarono anche lo sviluppo dei cianobatteri su un gradiente di suoli incontaminati e contaminati degli esperimenti di Woburn. Invece di campionare fra una parcella contaminata e una incontaminata, come descritto da Brookes et al. (1986), essi produssero il loro gradiente miscelando il suolo contaminato e incontaminato per ottenere differenti concentrazioni. Riportarono anche l'inibizione della crescita delle alghe verde-azzurre e la diminuzione della riduzione dell'acetilene nei suoli contaminati, ma solo alle più grandi concentrazioni (per esempio una miscela dell'83% di suolo con fanghi urbani e 17% di suolo con letame o con il 100% di suolo con fanghi urbani).

La fase di stasi di 14 giorni che osservarono per il suolo contaminato fu molto più breve dei 50 giorni osservati da Brookes et al. (1986), e differenze significative della riduzione dell'acetilene tra il meno contaminato (100% di letame) e il più contaminato con metalli (100% di suolo con fanghi urbani) rimanevano solo fino al 28° giorno, rispetto ai 118 giorni riportati da Brookes et al. (1986).

La maggior differenza tra i due esperimenti è che il gradiente del contenuto di metalli di Brookes et al (1986) era ottenuto campionando su un gradiente naturale tra una parcella contaminata e una incontaminata. Entrambi erano arati annualmente; in questo caso i metalli si sarebbero distribuiti uniformemente attraverso i suoli come se fossero passati 30 anni tra l'ultima distribuzione di fanghi urbani e le misure. Al contrario Lorenz et al. (1992) produssero il loro gradiente mescolando suoli contaminati ed incontaminati in differenti proporzioni. È probabile perciò che i metalli non si fossero così intimamente distribuiti all'interno del suolo miscelato, per quanto intimamente la miscela fosse stata preparata. In effetti questo procedimento potrebbe aver portato alla formazione di "isole" di particelle di suolo incontaminate e contaminate da metalli. Forse questa è la spiegazione alle differenze dei risultati ottenuti nei due esperimenti, poichè tutte le altre condizioni di incubazione erano, per quanto possibile, simili.

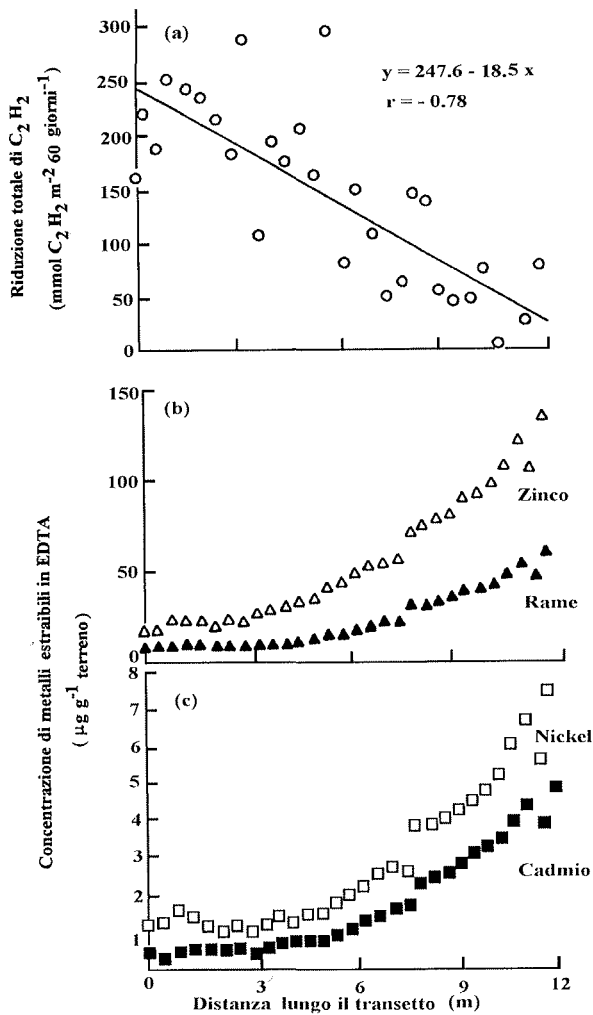


Fig. 3 - (a) fissazione totale dell'¹⁵N₂(C₂H₂) (mmol C₂H₂ m⁻²) durante 60 giorni di incubazione in suoli campionati ad intervalli di 40 cm lungo il transetto fra le parcelle FYM incontaminate e quelle contaminate con i fanghi. (b) Zn (△) e Cu (▲) estraibili in EDTA in terreni campionati ad intervalli di 40 cm lungo il transetto fra parcelle FYM incontaminate e parcelle contaminate con i fanghi (µg¹ terreno). (c) Ni (□) e Cd (■) estraibili in EDTA in terreni campionati ad intervalli di 40 cm lungo il transetto fra parcelle FYM incontaminate e parcelle contaminate con i fanghi (µg¹ terreno)

Tratto da Brookes et al. (1986). Pubblicata con il permesso della Pergamon Press.

È inoltre possibile che i cianobatteri siano molto sensibili per altri versi alle condizioni di incubazione. È interessante che Lorenz et al. (1982) non riuscirono a far crescere alghe verde-azzurre nemmeno nei terreni di Luddington (simili per molti aspetti a quelli di Woburn). Analogamente essi riportano di altri esperimenti in Svezia dove osservarono l'assenza di sviluppo di cianobatteri in suoli incontaminati campionati freschi ed incubati alla luce.

Ulteriori ricerche sono necessarie per appurare se i cianobatteri hanno la potenzialità di agire come indicatori della tossicità di metalli pesanti nel suolo e, in questo caso, di standardizzare le condizioni di crescita.

Azotofissazione simbiotica

Così come i cianobatteri, un campionamento di suolo tra diverse parcelle del Woburn Market Garden Experiment evidenziò un declino netto (50% o più) nella azotofissazione simbiotica ad opera del *Rhizobium leguminosarum* var. *Trifolii* in associazione simbiotica con *Trifolium repens* (Trifoglio bianco) in parcelle di suolo contenenti più di 334 µg Zn, 99 µg Cu, 27 µg Ni, 10 µg Cd g⁻¹ di suolo (McGrath et al., 1988). Non è stato possibile identificare quale metallo o quali combinazioni di metalli producesse questi effetti. L'aggiunta di fertilizzante azotato recuperò le rese di trifoglio coltivato su suoli contaminati da metallo rispetto alle rese dei trifogli coltivati su suoli incontaminati, perciò gli effetti non erano dovuti alla diretta fitotossicità sulle piante. Piuttosto McGrath et al. (1988) mostrarono che la diminuzione di azotofissazione e delle rese di trifoglio era dovuto al fatto che i noduli non erano efficienti nella fissazione dell'azoto, sebbene la nodulazione del trifoglio avvenga nei suoli contaminati dai metalli. Perfino quando i batteri furono isolati dai noduli "inefficienti" in assenza di metalli pesanti, essi erano ancora incapaci di fissare l'azoto sul trifoglio bianco. Giller et al. (1989) conclusero che l'inefficienza del *Rhizobium* sp. nel fissare l'azoto in suoli contaminati con metallo non era dovuto alla tossicità diretta del metallo. Inoltre un solo genotipo di *Rhizobium* sp., inefficiente nel fissare l'azoto, sopravvisse nel suolo contaminato dal metallo.

La simbiosi legume-*Rhizobium* sp. non è facile da studiare. È perciò improbabile che possa essere facilmente sviluppato come un indicatore di routine dell'inquinamento del suolo. La procedura per campionare, preparare e misurare i pesi secchi del trifoglio

glio, la percentuale di azoto totale e l'azoto marcato (^{15}N) nelle piante probabilmente lo preclude dai saggi biologici di routine.

Rapporto della carica energetica dell'adenilato

Atkinson (1977) introdusse il concetto della carica energetica dell'adenilato (AEC)

$$\text{AEC} = \frac{[\text{ATP}] + 0,5[\text{ADP}]}{[\text{ATP}] + [\text{ADP}] + [\text{AMP}]}$$

dove ATP è l'adenosin 5' - trifosfato, ADP è l'adenosin 5' - difosfato e AMP è l'adenosin 5' - monofosfato.

Teoricamente l'AEC può variare tra 1.0, cioè tutto ATP, a 0.0, cioè tutto AMP. Comunque, i risultati ottenuti da numerosi esperimenti di laboratorio indicano che organismi metabolicamente attivi hanno valori di AEC compresi tra 0.8 - 0.95 mentre gli organismi dormienti hanno valori di AEC compresi tra 0.5 - 0.7. Valori di AEC molto inferiori a 0.4 sono considerati indicatori di stress o di una popolazione senescente, incapace di biosintesi. Le spore, per esempio, possono avere un valore di AEC inferiore a 0.1 (Atkinson, 1945).

Brookes e McGrath (1987) hanno verificato se i valori di AEC della biomassa microbica del suolo potessero essere utilizzati come indicatori di stress ambientale causato da metalli pesanti in suoli del Woburn Market Garden Experiment. Sebbene altri indici microbici, come l'azotofissazione e la biomassa microbica (vedi dopo), suggeriscono effetti stressanti indotti dai metalli sulla microflora del suolo, i valori di AEC erano simili sia nei suoli contaminati che in quelli incontaminati: rispettivamente 0.89 e 0.85. Ne consegue che l'AEC non può essere considerato un indicatore valido dello stress prodotto dai metalli pesanti. Gli effetti di altri inquinanti sui valori di AEC del suolo devono essere ancora valutati.

L'attività enzimatica del suolo

Se gli enzimi devono essere utilizzati come indicatori, può essere importante differenziarli in endocellulari ed esocellulari.

Per esempio, Brookes et al. (1984) riportarono una attività deidrogenasica inferiore in terreni contaminati da metalli rispetto a terreni analoghi incontaminati, mentre la fosfatasi del suolo non subiva cambiamenti nei due casi. La fosfatasi del suolo può essere presente sia come enzima esocellulare che all'interno di cellule viventi. Al contrario, la deidrogenasi è attiva solo all'interno di cellule viventi intatte. Questi risultati suggeriscono che la deidrogenasi è un indicatore degli effetti dei metalli sull'attività microbica del suolo migliore della fosfatasi. Comunque, un lavoro più recente (Chander e Brookes, 1991a) suggerisce che lo stesso saggio della deidrogenasi è soggetto ad interferenze da parte del rame nel suolo, poiché il Cu previene lo sviluppo del colore rosso del prodotto finale (*trifenil formazano*) dal substrato artificiale di cloruro di *trifenil tetrazolio*. Così, in presenza di Cu, questa reazione abiologica può essere interpretata scorrettamente come una diminuzione dell'attività deidrogenasica causata dal metallo. Si tratta invece di un artefatto del metodo. Altri comuni metalli pesanti come Ni, Cd e Zn non causano questi effetti. Poiché l'interferenza sembra essere specifica per il Cu, l'attività deidrogenasica può essere valida come indicatore per altri metalli pesanti.

Sarebbe interessante studiare il saggio della deidrogenasi con inquinanti organici come pesticidi, fumiganti, ecc., per vedere se si verifica un fenomeno simile.

Misura della popolazione microbica

Un altro possibile mezzo per valutare l'inquinamento del suolo è dato dalla misura degli effetti degli inquinanti sui microrganismi stessi, piuttosto che sulla loro attività. Ci sono due modi principali con cui gli inquinanti possono agire sulla popolazione microbica. Uno è producendo effetti tossici diretti, come uccidere o disattivare biochimicamente gli organismi (es. antibiotici). L'altro modo è operando indirettamente, per esempio riducendo la disponibilità di un substrato come gli essudati radicali. In questo caso la diminuzione dell'energia disponibile ai microrganismi potrebbe anche dar luogo ad una minore popolazione.

Ripetute applicazioni di pesticidi possono causare cambiamenti fra popolazioni sensibili e resistenti di certi microrganismi. Comunque, processi come la decomposizione di residui

colturali e la mineralizzazione dei nutrienti sono più difficilmente influenzati rispetto a quei processi che dipendono da poche specie di microrganismi (Moorman, 1989). Un problema annoso è quello della correlazione tra studi in vitro e la realtà dell'ambiente indisturbato. Per esempio numerosi lavori scientifici si riferiscono a esperimenti di laboratorio dove i metalli pesanti erano aggiunti a microrganismi in vitro in concentrazioni di molto superiori a quelle presenti nella soluzione circolante del suolo. Studi sulle singole specie o gruppi di microrganismi del suolo sono anche difficili perchè la maggior parte degli organismi non possono essere facilmente isolati dal suolo. Si considera che generalmente la maggior parte dei pesticidi, aggiunti in quantità da pieno campo, non causano significativi effetti di lungo periodo sulle popolazioni microbiche, o sulle attività microbiche relative alla fertilità del suolo. In generale, i cambiamenti nella popolazione dovuti all'azione dei pesticidi non provocano alterazioni molto diverse da quelle causate dagli stress naturali (Moorman, 1989). Con i metalli pesanti possono verificarsi sulla popolazione microbica effetti permanenti sia a causa della loro tossicità che della loro persistenza. Questo è stato illustrato facendo riferimento agli effetti dei metalli pesanti sulla biomassa microbica del suolo.

Effetti dei metalli pesanti provenienti da fanghi urbani sulla biomassa microbica del suolo

La biomassa microbica del suolo, la parte vivente della sostanza organica, comprende la massa totale di microrganismi che vivono nel suolo, definiti come la frazione che ha volume inferiore a $5000 \mu\text{m}^3$. Esistono allo stato attuale metodi per la misura della biomassa come compartimento a se stante, e questi sono stati analizzati in altri lavori (Jenkinson e Ladd, 1981; Jenkinson, 1988). Il metodo della fumigazione estrazione per la misura della biomassa, accoppiata con l'analisi automatica (Vans et al., 1987; Wu et al., 1991) permette misure rapide routinarie di un elevato numero di campioni. Le misure della biomassa hanno certamente il loro limite negli studi sull'inquinamento del suolo. Essendo essenzialmente misure a "scatola chiusa" non permettono valutazioni dei cambiamenti nella struttura della comunità della popolazione microbica, come cambiamenti nel rapporto funghi-batteri del suolo. Ciononostante le concentrazioni

di metalli pesanti consentite dalla Comunità Europea hanno mostrato effetti dannosi sulla popolazione microbica che altri metodi apparentemente più sensibili non riuscivano ad evidenziare.

Relazioni tra carbonio della biomassa e il carbonio organico totale del suolo

Generalmente il C della biomassa è circa 1 - 4% del C organico totale del suolo (Jenkinson e Ladd, 1981; Insam et al., 1989; Anderson e Domsh, 1989). C'è in effetti quasi una relazione lineare tra queste due variabili, sebbene possa variare tra suoli con caratteristiche fisiche differenti o fra suoli sottoposti a differenti pratiche di gestione.

Per esempio, in condizioni climatiche e di gestione del suolo analoghe, suoli argillosi contengono valori di biomassa microbica molto superiori rispetto a terreni sabbiosi (Lynch e Panting, 1980; Van Veen et al., 1985).

Nei suoli forestali e nei prati permanenti rispetto ai suoli coltivati la biomassa microbica generalmente costituisce una frazione maggiore della sostanza organica del suolo (Ayanaba et al., 1976; Adams e Laughlin, 1981; Gupta e Germida, 1988; Srivastava e Singh, 1988).

Ciò è in accordo con quanto affermato da Jenkinson e Ladd (1981), secondo i quali le situazioni che favoriscono l'accumulo di sostanza organica nel suolo aumentano la quantità della biomassa e la sua proporzione rispetto alla sostanza organica totale del suolo.

I cambiamenti nella gestione del suolo causano l'incremento o il decremento della biomassa microbica molto più velocemente delle variazioni della quantità totale di sostanza organica del suolo. Ayanaba et al. (1976) e Adams e Laughlin (1981) hanno dimostrato che il passaggio da suoli forestali o prati permanenti a terreni coltivati comportava un decremento molto maggiore del carbonio della biomassa rispetto al C organico totale del suolo. Analogamente, Powlson et al. (1987) hanno riportato che 18 anni di interrimento di paglia nei suoli danesi avevano causato un aumento di circa il 40 - 50% nel C della biomassa, mentre il C organico totale del suolo era incrementato solo del 5%. Risultati simili furono anche riportati da Saffigna et al. (1989) per i suoli australiani. Queste e molte altre ricerche simili confermano l'idea originale di Powlson e Jenkinson (1976) che la biomassa è

un indicatore dei cambiamenti delle condizioni del suolo molto più sensibile rispetto al contenuto totale della sostanza organica del suolo, cosicché la biomassa può servire come un "preallarme" per tali cambiamenti molto prima che possano essere evidenziati in altri modi. Ci sono evidenze sperimentali sempre maggiori che i metalli pesanti alle concentrazioni consentite dalla Comunità Europea o per livelli leggermente superiori riducono la frazione di C della biomassa rispetto alla sostanza organica totale del suolo. Così, Brookes e MacGrath (1984) riportarono che nel suolo di Woburn Market Garden Experiment che aveva ricevuto i fanghi urbani contaminati con metalli per più di 30 anni presentavano circa metà della biomassa microbica rispetto ad analoghi suoli che avevano ricevuto fertilizzanti inorganici o letame per lo stesso periodo. Il suolo di Woburn ora ha concentrazioni di Cu, Ni e Zn simili a quelle dei limiti previsti dalla Comunità Europea mentre per il Cd presenta concentrazioni fino a 3 volte superiori rispetto ai massimi consentiti. La biomassa dei suoli trattati con fanghi non mostrava, a differenza dei suoli di controllo, correlazioni con il C organico totale del suolo. Analogamente, Chander e Brookes (1991c) hanno recentemente riportato che il C della biomassa come percentuale del C organico totale del suolo era doppio (1.5 - 2%) nei suoli non trattati con fanghi urbani o in suoli che ricevevano fanghi urbani incontaminati, rispetto a quello di suoli che ricevevano fanghi contaminati con Cu o Zn (0.7 - 1.0%).

Chander e Brooks (1992) mostrarono anche che le quantità del C della biomassa variavano tra 1.5 e 1.6% del C organico totale del suolo nei suoli di controllo e in suoli che avevano ricevuto fanghi non contaminati (Figura 4). Questi valori erano all'interno del range di quelli riportati precedentemente per altri suoli (vedi sopra), e sono simili a quelli riportati da Chander e Brookes (1991c). Tali valori inoltre, nei suoli che contenevano concentrazioni di Zn e Cu più alte, erano minori della metà (0.4 - 0.7) rispetto ai suoli di controllo o ai suoli cui era stato somministrato fango urbano incontaminato (1.5 - 1.6). Fino ad ora questi risultati sono stati ottenuti solo da esperimenti di pieno campo attentamente progettati e controllati, con adeguato numero di replicazioni e contenenti parcelle che non hanno mai ricevuto fanghi urbani o parcelle che hanno ricevuto fanghi urbani incontaminati, così che potessero essere effettuati dei facili paragoni. Questa ricerca dovrebbe essere estesa all'ambiente naturale per determinare l'impatto ambientale dei metalli pesanti

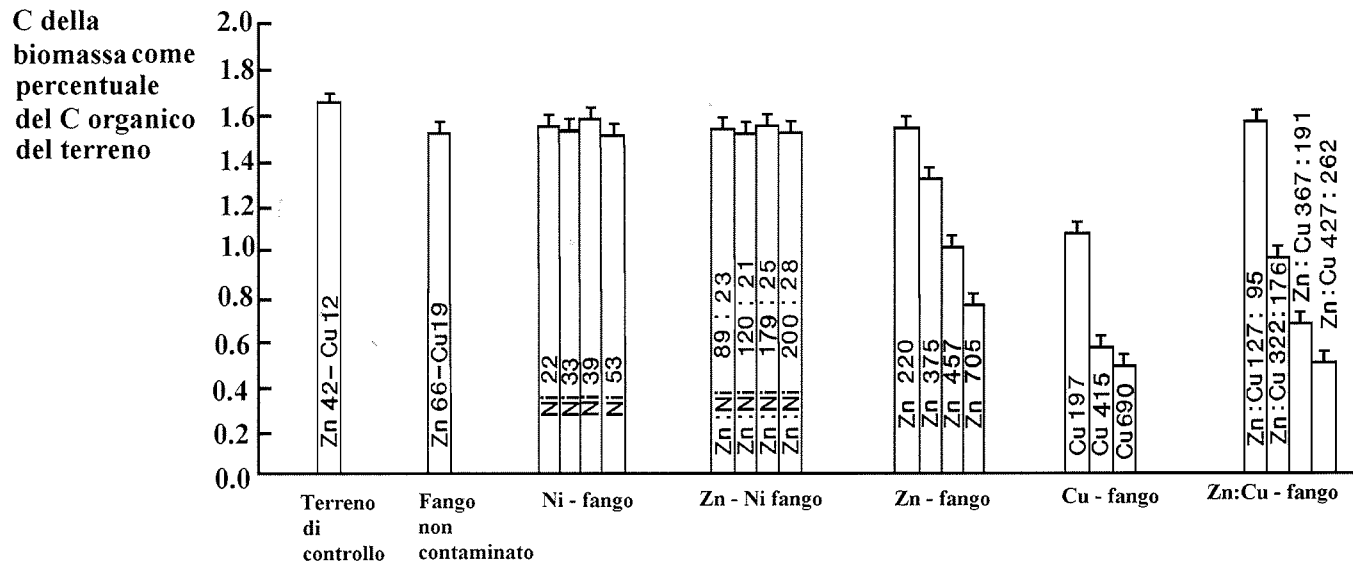


Fig. 4 - C della biomassa microbica espressa come percentuale del C organico totale del suolo in Gleadthorpe (errori standard mostrati in figura). I valori dati negli istogrammi rappresentano le concentrazioni di metalli totali nel terreno (μg^{-1} terreno). Tratto Chander e Brookes (1991). Pubblicati con il permesso della Pergamon Press.

provenienti, per esempio, dai fanghi urbani di rifiuto, dalle miniere di metallo o dalle industrie. La raccolta di questi dati è sempre ostacolata dalla difficoltà di ottenere risultati analitici validi di comparazione da suoli di controllo incontaminati.

Io reputo che il legame fra il C della biomassa e il C organico totale del suolo, discusso sopra, possa di per sé costituire un "controllo interno", così che quando i suoli deviano molto dal rapporto (C della biomassa) / (C organico totale del suolo) considerato normale, per una particolare gestione del suolo, clima e tipo di suolo, possa costituire una indicazione preliminare sulla possibilità di un danno o di un cambiamento del funzionamento dell'ecosistema del suolo o che comunque indichino che occorre effettuare ulteriori ricerche.

Effetti dei metalli pesanti sulla biomassa microbica del suolo

Fino adesso, poichè nessun esperimento in Europa ha del terreno contaminato con singoli metalli a concentrazioni crescenti, è impossibile stabilire le minime concentrazioni di metallo in un terreno che provocano un effetto deprimente sulla biomassa microbica del suolo. Rivedendo i risultati di Chander e Brookes (1991c, 1992) sia Cu che Zn a concentrazioni 2-4 volte superiori ai limiti imposti dalla Comunità Europea deprimono sia la quantità di biomassa che la sua proporzione rispetto alla sostanza organica del suolo mentre aumenti analoghi in Ni non hanno effetti rilevabili. Analogamente, il Cd a concentrazioni pari a due volte i limiti della Comunità Europea non aveva evidenziato effetti sulla biomassa microbica. È stato inoltre provato che i metalli pesanti in terreni sabbioso-limosi riducono la quantità di biomassa a concentrazioni di metalli inferiori rispetto a terreni con un più alto contenuto in argilla.

Da questi risultati sembra che il più probabile ordine di tossicità crescente dei metalli sia $Cu > Zn > Ni$ o Cd.

Effetti dei metalli pesanti sulla respirazione specifica della biomassa

È stato proposto precedentemente che il rapporto tra la biomassa e la sostanza organica del suolo possa servire come "control-

lo interno" e aiutare a superare difficoltà di interpretazione delle misure effettuate fuori da esperimenti di pieno campo attentamente controllati. Deve essere sottolineato che tale ipotesi richiede ulteriori controlli prima che possa essere affermata la sua validità.

Mentre le misure della respirazione del suolo e della biomassa microbica possono, da sole, in alcune circostanze, essere degli indicatori utili di stress ambientali, la combinazione delle due misure per dare la quantità di CO_2 sviluppata per unità di biomassa (respirazione specifica della biomassa) si è dimostrata un indicatore di stress ambientale molto preciso. Poichè sono richieste condizioni standard di temperatura, umidità del suolo e disponibilità di substrato, queste misure sono valide probabilmente solo in condizioni di laboratorio.

Gli stress ambientali spingono la biomassa microbica del suolo a convogliare più energia nel proprio mantenimento piuttosto che nella crescita (Killham e Firestone 1984) tanto che una quantità maggiore di C assimilato dalla biomassa viene respirato come CO_2 . Killham (1985) perciò suggerì che la determinazione delle quantità relative di ^{14}C da glucosio marcato che si riscontrano nel C della biomassa e nella CO_2 svolta potrebbe essere utile per misurare la risposta della biomassa microbica agli stress ambientali come l'inquinamento da metalli pesanti, la salinità od i cambiamenti nel pH del suolo. È stato verificato che questi stress inducono questo tipo di risposta nei microrganismi marini (Griffiths et al. 1981). In modo analogo, Killham (1985) ha messo a punto un semplice saggio biochimico basato sulla ripartizione del ^{14}C da glucosio marcato in ^{14}C della biomassa e $^{14}\text{CO}_2$ sviluppata. Egli dimostrò che, incrementando il livello di stress, il rapporto $^{14}\text{CO}_2$ respirata ^{14}C della biomassa era, in media, due volte maggiore della dimensione del decremento sia della sola respirazione che dell'attività deidrogenasica per un dato livello dell'incremento dello stress.

Killham (1985) stimò indirettamente la proporzione del ^{14}C del glucosio aggiunto che entra a far parte della biomassa perchè nessun altro metodo era disponibile. Come risultato dei miglioramenti nella metodologia, il C della biomassa può ora essere determinato direttamente nel suolo mediante la fumigazione-estrazione durante la prima decomposizione dei substrati labili (Ocio e Brookes 1990). Questo sembrerebbe un approccio sensibile e pratico.

Si è dimostrato che la respirazione specifica della biomassa era un buon indicatore dello stress ambientale dovuto ai metalli

pesanti anche senza un ammendamento con glucosio. Così, Brookes e McGrath (1984) riportarono che i tassi di sviluppo della CO_2 ($\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ terreno) da terreni incontaminati e contaminati con metalli pesanti provenienti dal Woburn Market Garden Experiment non erano distinguibili quando i terreni non ammendati erano incubati al 50% della capacità idrica massima e a 25°C . Comunque la respirazione specifica della biomassa (misurata come $\text{mg C respirato g}^{-1}$ biomassa giorno⁻¹) era due volte più veloce nei suoli contaminati con metalli pesanti che in quelli incontaminati.

In un esperimento successivo si sviluppò più CO_2 totale e marcata con ^{14}C da un suolo contaminato che da uno incontaminato (Chander e Brookes 1991b) durante i primi 5 giorni dopo l'aggiunta di glucosio marcato con ^{14}C e stocchi di mais (circa il 10% ed il 20% rispettivamente). Al contrario fu sintetizzato circa il 30% in meno del ^{14}C della biomassa marcata per unità di substrato aggiunto, che è in linea con le scoperte di Killham (1985). Analogamente Chander e Brookes (1991d) mostrarono che gli input di ^{14}C organico derivati dalle piante erano circa il 20% in meno nei suoli contaminati che nei suoli incontaminati. Inoltre, la biomassa nel suolo contaminato conteneva circa il 35% in meno di C organico marcato con ^{14}C rispetto ad un suolo incontaminato. Questi risultati indicano che due meccanismi operano nel determinare biomassa di dimensioni minori in suoli contaminati dai metalli. Questi sono ridotti inputs di C provenienti dalle piante in crescita ed una ridotta efficienza di conversione di questo C in nuovo C della biomassa. L'ultimo meccanismo sembra essere il più importante.

Applicazioni della biologia molecolare al controllo dell'inquinamento del suolo

I metodi classici per l'identificazione dei microrganismi consistono nell'allevamento in cultura in seguito al loro isolamento dal suolo. Tecniche più rapide, come la sierologia, sono state usate per decenni per identificare microrganismi sulla base delle proprietà di superficie delle loro cellule. Più recentemente, l'uso di anticorpi monoclonali ha migliorato la specificità di questi metodi. Finora questi approcci hanno avuto una applicabilità molto limitata a causa della complessa ed eterogenea natura del suolo. Comunque si stanno facendo tentativi per combinare gli

anticorpi monoclonali con altri metodi per permettere l'isolamento di specifici microrganismi direttamente dal suolo (per es. anticorpi legati a letti magnetici per la separazione magnetica, oppure a fluorocromi per facilitare la citometria di flusso). Questi metodi potrebbero offrire grandi vantaggi.

Più recentemente, sia specie individuali che varietà di microrganismi sono stati identificati unicamente per mezzo di metodi che sfruttano le differenze nelle sequenze nucleotidiche del loro DNA. Queste tecniche, conosciute come impronte digitali genetiche, sono diventate standard nello studio delle popolazioni genetiche. In effetti, poichè sono così specifiche, gli organismi individuati all'interno di una specie possono essere identificati con certezza. Queste tecniche sono perciò sempre più importanti nel monitoraggio dell'inquinamento.

Contemporaneamente giocano un ruolo sempre più influente nella microbiologia ecologica. Usando queste tecniche, Giller et al. (1989) dimostrarono che degli isolamenti di *Rhizobium sp.* da noduli radicali di trifoglio bianco coltivati su suoli contaminati da metalli erano generalmente indistinguibili mentre isolamenti da terreni incontaminati mostrarono l'attesa diversità genetica.

Può inoltre essere preso in considerazione il monitoraggio dei microrganismi introdotti in condizioni di pieno campo. Hirsch e Spokes (1988) introdussero in pieno campo un *Rhizobium sp.* che era stato precedentemente selezionato per la resistenza a due antibiotici, localizzata cromosomicamente, seguita dall'inserzione di una sequenza di DNA che conferisce delle resistenze antibiotiche addizionali. I microrganismi potevano essere ancora rilevati cinque anni dopo in pieno campo sulla base sia della loro resistenza agli antibiotici che alle loro impronte digitali genetiche. Queste tecniche sembrerebbero avere una grande potenzialità nello studio della sopravvivenza microbica in condizioni di pieno campo in ambienti inquinati.

Conclusioni

1. Non esiste una singola proprietà microbiologica che sia ideale per il monitoraggio dell'inquinamento del suolo.
2. Il problema principale è nell'interpretazione dei risultati a causa delle naturali fluttuazioni nelle popolazioni e nelle attività microbiche. Queste fluttuazioni sono spesso maggiori degli effetti dovuti all'inquinamento.

3. Esistono anche problemi nell'interpretazione delle misure ambientali a causa della mancanza di controllo o di misure di base.

4. Sembrano esserci indiscutibili vantaggi nell'uso di misure che hanno una qualche forma di controllo "interno", per es. la biomassa come una percentuale della sostanza organica del suolo, poichè è più facile allora determinare se il funzionamento dell'ecosistema è stato alterato da fattori quali l'inquinamento.

5. Una particolare attenzione dovrebbe essere riservata alle metodiche più innovative della biologia molecolare applicate alla microbiologia ecologica. Queste potrebbero avere infatti una considerevole potenzialità nel monitoraggio dell'inquinamento del suolo.

Ringraziamenti

Ringrazio la Dr.ssa Penny Hirsch per i suoi utili commenti sulle applicazioni della biologia molecolare al monitoraggio dell'inquinamento del suolo ed il Dr. R. Webster per le sue critiche costruttive a questo manoscritto. Questo lavoro è stato presentato al workshop su "Soil Monitoring: Methods for Early Detection and Surveying of Soil Contamination and Degradation", Monte Verita - Svizzera, 18-23 Ottobre 1992. È stato anche pubblicato su Soil Monitoring (ed. R. Schulin, A. Desaulles, R. Webster e B. von Steiger) con il permesso del Birkhäuser Verlag (editore).

Traduzione dall'inglese a cura del Dott. Fabio Tittarelli dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante di Roma con la collaborazione della Dott.ssa Marina Natalini.

BIBLIOGRAFIA

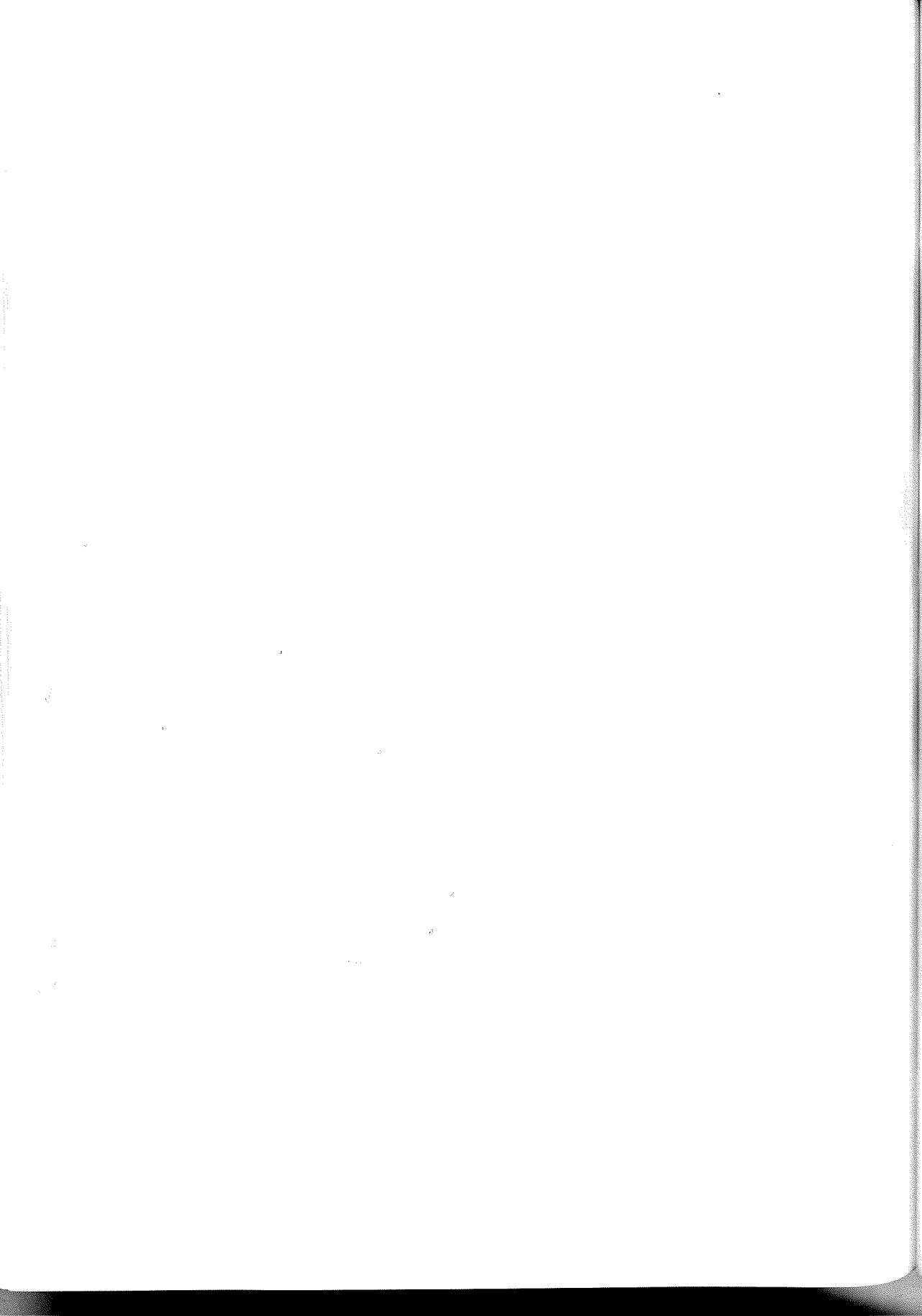
- 1) ADAMS T.M.C.M, LAUGHLIN R.J. (1981) *The effects of agronomy on the carbon and nitrogen contained in the soil biomass*. J Agric Sci (Cam) 97: 319-327.
- 2) ANDERSON J.P.E., DOMSCH K.H. (1978) *A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil*. Soil Biol & Biochem 10: 215-221.
- 3) ANDERSON T.H., DOMSCH K.H. (1989) *Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils*. Soil Biol & Biochem: 21: 471-479.
- 4) ATKINSON D.E. (1977). *Cellular Energy Metabolism and its Regulation*. Academic Press, New York.
- 5) AYANABA A., TUCKWELL S.B., JENKINSON D.S. (1976) *The effects of clearing and cropping on the organic reserves and biomass of tropical forest soils*. Soil Biol & Biochem 8: 519-525.
- 6) BÄÄTH E. (1989) *Effects of heavy metals in soil on microbial processes and population* (a review). Water, Air & Soil Poll 47: 335-379.
- 7) BROOKES P.C., MCGRATH S.P. (1984) *Effects of metal toxicity on the size of the soil microbial biomass*. J Soil Sci 35: 341-346.
- 8) BROOKES P.C., MCGRATH S.P. (1987) *Adenylate energy charge in metal-contaminated soil*. Soil Biol & Biochem 19: 219-220.
- 9) BROOKES P.C., MCGRATH S.P., HEIJNEN C. (1986). *Metal residues in soils previously treated with sewage-sludge and their effects on growth and nitrogen fixation by blue-green algae*. Soil Biol & Biochem 18: 345-353.
- 10) BROOKES P.C., MCGRATH S.P., KLEIN D.A., ELLIOTT E.T. (1984). *Effects of heavy metals on microbial activity and biomass in field soils treated with sewage sludge*. In: *Environmental Contamination*. CEP Ltd, Edinburgh, pp. 574-583.
- 11) BROOKES P.C., VERSTRAETE W. (1989). *The functioning of soil as an ecosystem*. In: *Soil Quality Assessment. State of the Art Report on Soil Quality*. Report to Commission of the European Communities Directorate-General XII. Contract EV4A/0008/NL, 41 pp.
- 12) CHANDER K. (1991). *The effects of heavy metals from past applications of sewage sludge on soil microbial biomass and microbial activity*. PhD Thesis- University of Reading.
- 13) CHANDER K., BROOKES P.C. (1991a) *Is the dehydrogenase assay invalid as a method to estimate microbial activity in Cu-contaminated soils*. Soil Biol & Biochem. 23: 901-915.
- 14) CHANDER K, BROOKES P.C. (1991b) *Microbial biomass dynamics during the decomposition of glucose and maize in metal-contaminated and non-contaminated soils*. Soil Biol & Biochem 23: 917-925.
- 15) CHANDER K, BROOKES P.C. (1991c) *Effects of heavy metals from past applications of sewage sludge on microbial biomass and organic matter accumulation in a sandy loam and a silty loam UK soil*. Soil Biol & Biochem 23: 927-932.

- 16) CHANDER K., BROOKES P.C. (1991d) *Plant inputs of carbon to metal-contaminated soil and effects on the soil microbial biomass*. Soil Biol & Biochem 23: 1169-1177.
- 17) CHANDER K., BROOKES P.C. (1992) *Effects of Zn, Cu and Ni in sewage sludge on microbial biomass in a sandy loam*. Soil Biol & Biochem 25: 1231-1239.
- 18) COOK K.A., GREAVES M.P. (1987) *Natural variability in microbial activities*. In: SOMERVILLE L., GREAVES M.P. (eds) *Pesticide Effects on Soil Microflora*. Taylor and Francis, London, New York, Philadelphia, pp. 6-15.
- 19) DOELMAN P. (1986) *Resistance of soil microbial communities to heavy metals*. In: JENSEN V., KJOLLER A., SORENSEN L.H. (eds) *Microbial Communities in Soil*. FEMS Symposium No 33, Copenhagen, Elsevier, London and New York, pp. 415-471.
- 20) DOMSCH K.H. (1980) *Interpretation and evaluation of data*. In: *Recommended tests for assessing the side-effects of pesticides on the soil microflora*. Weed Research Organization Technical Report No.59, pp. 6-8.
- 21) DOMSCH K.H., JAGNOW G., ANDERSON T.H. (1983). *An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil micro-organisms*. Residue Reviews 86: 65-105.
- 22) DUXBURY T. (1985) *Ecological aspects of heavy metal responses in micro-organisms*. In: MARSHALL K.C. (ed) *Advances in Microbial Ecology* 8, Plenum Press, New York, pp. 185-235.
- 23) GILLER K.E., DAY J.M. (1985) *Nitrogen fixation in the rhizosphere; significance in natural and agricultural systems*. In: FITTER A.H., ATKINSON D., READ D.J., BUSHIER M.B. (eds) *Ecological Interactions in Soil*. Special Publication No.4 of the British Ecological Society. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 127-147.
- 24) GILLER K.E., McGRATH S.P., HIRSCH P.R. (1989) *Absence of nitrogen fixation in clover grown in soil subject to long-term contamination with heavy metals is due to survival of only ineffective Rhizobium*. Soil Biol & Biochem 21: 841-848.
- 25) GREAVES M.T., POOLE N.J., DOMSCH K.H., JAGNOW G., VERSTRAETE W. (1980) *Recommended tests for assessing the side-effects of pesticides on the soil microflora*. Weed Research Organization Technical Report No.59. Agricultural Research Council, Weed Research Organization, Oxford, 15 pp.
- 26) GRIFFITHS R.P., McNAMARA T.M. STEVEN S.S., MONTA R.Y. (1981) *Relative microbial activity and mineralization associated with water masses in the Lower Cook Inlet, Alaska*. J Oceanographic Soc Japan 37: 227-233.
- 27) GORING C.A.I., LASKOWSKI D.A. (1982) *The effects of pesticides on nitrogen transformations in soils*. In: STEVENSEN F.J. (ed) *Nitrogen in Agricultural Soils*, Agronomy 22: 689-720.
- 28) GUPTA V.V.S.R., GERMIDA J.J. (1988) *Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation*. Soil Biol & Biochem 20: 777-786.
- 29) HENRIKSSON E. (1971) *Algal nitrogen fixation in temperate regions*. In: Biological Nitrogen Fixation in Natural and Agricultural Habitats. Plant and Soil Special Volume, 415-419.

- 30) HIRSCH P.R., SPOKES J.R. (1988) *Rhizobium leguminosarum as a model for investigating gene transfer in soil*. In: Klingmüller W (ed) *Risk Assessment for D.e.liberate Releases*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 10-17.
- 31) INSAM H., PARKINSON D., DOMSCH K.H. (1989) *Influence of macroclimate on soil microbial biomass*. *Soil Biol & Biochem* 21: 211-221.
- 32) JENKINSON D.S. (1988) *Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil*. In: WILSON J.T. (ed) *Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems*, Commonwealth Agricultural Bureau, International, Wallingford, pp. 368-386.
- 33) JENKINSON D.S., LADD J.N. (1981) *Microbial biomass in soil: measurement and turnover*. In: PAUL E.A., LADD J.N. (eds) *Soil Biochemistry*, Vol. 5, Marcel Dekker, New York, pp. 415-471.
- 34) JENKINSON D.S., POWLSON D.S. (1976) *The effects of biocidal treatments on metabolism in soil*. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol & Biochem* 8: 209-213.
- 35) KILLHAM K. (1985) *A physiological determination of the impact of environmental stress on the activity of microbial biomass*. *Envir Poll (Series A)* 38: 283-204.
- 36) KILLHAM K., FIRESTONE M. (1984) *Salt stress control of intracellular solutes in streptomycetes indigenous to saline soils*. *Appl Envir Microbiol* 47: 301-306.
- 37) LORENZ S.E., MCGRATH S.P., GILLER K.E. (1992) *Assessment of free-living nitrogen fixation activity as a biological indicator of heavy metal toxicity in soil*. *Soil Biol & Biochem* 24: 601-606.
- 38) LYNCH JN PANTING L.M. (1980) *Variations in the size of the soil biomass*. *Soil Biol & Biochem* 12: 547-550.
- 39) MARTIN J.P. (1972) *Side effects of organic chemicals on soil properties and plant growth*. In: Goring CA, Homaker JW (eds) *Organic Chemicals in the Soil Environment*, Vol.2, Marcel Dekker, New York, pp. 733-792.
- 40) MATZNER E. (1984) *Annual rates of deposition of polycyclic aromatic hydrocarbons in different forest ecosystems*. *Water, Air and Soil Poll* 21: 425-434.
- 41) MCGRATH S.P. (1993) *Effects of heavy metals from sewage sludge on soil microbes in agricultural ecosystems*. In: *Toxic Metals in the Soil-Plant System*, John Wiley and Sons Inc. (in press).
- 42) MCGRATH S.P., BROOKES P.C., GILLER K.E. (1988). *Effects of potentially toxic metals in soil derived from past applications of sewage sludge on nitrogen fixation by Trifolium repens L*. *Soil. Biol. & Biochem.* 20: 415-424.
- 43) MOORMAN T.M. (1989) *A review of pesticide effects on microorganisms and microbial processes related to soil fertility*. *J. Prod. Agric.* 2: 14-23.
- 44) OCIO J.A., BROOKES P.C. (1990) *An evaluation of methods for measuring the microbial biomass in soils following recent additions of wheat straw and the characterization of the biomass that develops*. *Soil Biol & Biochem* 22: 685-694.
- 45) POWLSON D.S., BROOKES P.C., CHRISTENSEN B.T. (1987) *Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation*. *Soil Biol & Biochem* 19: 159-164.

- 46) POWLSON D.S., JENKINSON D.S. (1976) *The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. II. Gamma irradiation, autoclaving, air-drying and fumigation.* Soil Biol & Biochem 8: 179-188.
- 47) ROTHER J.A., MILBANK J.W., TORNTON I. (1982) *Seasonal fluctuations in nitrogen fixation (acetylene reduction) by free-living bacteria in soils contaminated with cadmium lead and zinc.* J Soil Sci 33: 101-113.
- 48) SAFFIGNA P.G., POWLSON D.S., BROOKES P.C., THOMAS G.A. (1989) *Influence of sorghum residues and tillage on soil organic matter and soil microbial biomass in an Australian vertisol.* Soil Biol & Biochem 21: 759-765.
- 49) SIMON-SYLVESTRE G., FOURNIER J.C. (1979). *Effects of pesticides on the soil microflora.* Advances in Agronomy 31: 1-92.
- 50) SOMERVILLE L., GREAVES M.P., DOMSCH K.H., VERSTRAETE W., POOLE N.J., VAN DIJK H., ANDERSON J.P.E. (1987) *Recommended laboratory tests for assessing the side-effects of pesticides on the soil microflora.* In: SOMERVILLE L., GREAVES M.P. (eds) Pesticide. Effects on Soil Microflora. Taylor and Francis, London, New York and Philadelphia, pp. 205-219.
- 51) SRIVASTAVA S.C., SINGH J.S. (1988) *Carbon and phosphorus in the soil biomass of some tropical soils of India.* Soil Biol & Biochem 20: 743-747.
- 52) TYLER G. (1981) *Heavy metals in soil biology and biochemistry.* In: PAUL E.A., LADD J.N. (eds) *Soil Biochemistry*, Vol.5. Marcel Dekker, New York, pp. 371-414.
- 53) VANCE E.D., BROOKES P.C., JENKINSON D.S. (1987) *An extraction method for measuring microbial biomass C.* Soil Biol & Biochem 19: 703-707.
- 54) Van Veen J.A., Ladd J.N., Amato M. (1985) *Turnover of carbon and nitrogen through the microbial biomass in a sandy loam and a clay soil incubated with [¹⁴C(u)] glucose and [¹⁵N](NH₄)₂SO₄ under different moisture regimes.* Soil Biol Biochem 17: 747-756.
- 55) WITTY J.F., KEAY P.J., FOGATT P.J., DART P.J. (1979) *Algal nitrogen fixation on temperate arable fields - the Broadbalk Experiment.* Plant and Soil 52: 151-164.
- 56) WU J., JOERGENSEN R.G., POMMERENING B., CHAUSSOD R., BROOKES P.C. (1990) *Measurement of soil microbial biomass C by fumigation-extraction - An automated procedure.* Soil Biol & Biochem 22: 1167-1169.

I SOCI CI INFORMANO



È NECESSARIO UN MANUALE PER IL RILEVAMENTO DEL SUOLO?

LUCIANO LULLI
ISSDS - Firenze

Il giorno 11 Dicembre 1995 si è riunita a Firenze la Commissione quinta, composta da Ermanno Busoni, Andrea Giordano, Luciano Lulli, Romano Rasio e Sergio Vacca, tutti presenti. E si è convenuto quanto segue.

La Genesi, Classificazione e Cartografia si interessa del suolo in modo integrato, per cui le tre parti sono aspetti diversi dello stesso oggetto. In questa ottica è necessario definire le diverse modalità di approccio al suolo (inteso come entità evolutiva) per una qualsivoglia classificazione ed una possibile cartografia. Un manuale che riesca a contenere tutte le possibili modalità di definizione del suolo (sistema chiuso) non è fattibile, ma si può organizzare in hand book (manuale aperto) al quale possono accedere parti di informazioni che riguardano il suolo quale entità naturale, quale risorsa o quale semplicemente mezzo o supporto dell'attività dell'uomo.

In questo modo potremmo avere dei gruppi di lavoro che si interessano di particolari aspetti del problema di definire il suolo. Così ad esempio le problematiche connesse al telerilevamento possono essere trattate in un capitolo a parte (si è proposto per questo tema Andrea Giordano), e così un gruppo di lavoro può mettere insieme una guida ragionata per il rilevamento del suolo o, ancora, realizzare un modello informatico per le cartografie e le valutazioni del suolo o definire metodologie di analisi della variabilità spaziale. Insomma un manuale articolato nel quale accedono nel tempo le informazioni che si riescono ad organizzare.

Dietro proposta di Ermanno Busoni, i due residenti a Firenze, devono, entro due o tre mesi, preparare uno schema dell'opera.

Altro tema trattato è quello dei database. Su questo tema si sono confrontate le diverse componenti e sembra vi sia un buon concorso di intenti nel cercare di uniformare i modelli. Ma bisognerà creare un gruppo di lavoro apposito.

Si è deciso unanimamente di chiedere al Consiglio della SISS la possibilità di aprire una piccola sessione sul tema nel convegno di Giugno in Lombardia. In questa occasione verrebbero trattati alcuni problemi connessi alle tematiche del suolo insieme alla presentazione del progetto per un manuale.

Si è deciso inoltre di invitare tutti i componenti che si interessano di suolo, sia all'interno della SISS, sia all'interno della AIP, sia altrove, a collaborare, una volta che lo schema del manuale sia stato elaborato dalla quinta Commissione.

**BREVE NOTA INFORMATIVA SUI LAVORI
"INTERNATIONAL CONGRESS ON SOILS
OF TROPICAL FORESTS ECOSYSTEM/3RD
CONFERENCE ON FOREST SOILS"**

STEFANO GREGO

Università della Tuscia - (Commissione III)

Dal 29 ottobre al 3 novembre 1995 si è tenuto a Balikpapan (East Kalimantan) in Indonesia la 3^a Conferenza sui suoli forestali dedicata agli ecosistemi tropicali. Questa conferenza è stata organizzata dal gruppo "Forest Soils" della International Society of Soil Science (ISSS).

Erano presenti 259 ricercatori provenienti da più di 30 paesi. Per l'Italia ha partecipato solo lo scrivente. I lavori sono stati introdotti da una lezione del Prof. Winfried Blum, Presidente della ISSS.

La conferenza si è articolata nelle seguenti sessioni:

1. Soil characteristic and classification
2. Forest soil degradation
3. Forest soil and water conservation
4. Soils of forest plantations
5. Fertility and fertilization of forest soils
6. Nutrient cycling; Ecosystem studies
7. Mineral nutrition: roots and mycorrhiza

All'apertura dei lavori, il Prof. Blum ha presentato un ampio lavoro sulle caratteristiche dei suoli tropicali, la loro fragilità e l'importanza della loro conservazione e difesa, e sulla necessità di studiare in maniera olistica i problemi che riguardano l'ambiente nel suo insieme attraverso il contributo di molteplici competenze. Nella sessione 1. sono stati presentati 9 lavori orali

centrati sulle caratteristiche dei suoli tropicali che si sono evoluti in diverse situazioni climatiche. Le presentazioni hanno messo in evidenza l'importanza della conoscenza delle caratteristiche strutturali dei suoli nella programmazione dello sfruttamento delle foreste e nella loro conservazione.

La sessione 2. (9 lavori orali) ha concentrato la sua attenzione sull'impatto della degradazione dei suoli forestali nelle zone tropicali secche ed umide dell'Africa e nelle zone umide dell'Asia. Il Dr. R. Lal dell'Università dell'Ohio, USA, ha tenuto una interessante lezione introduttiva sulla necessità globale della conservazione e "restoration" dei suoli forestali. In seguito sono stati presentati alcuni lavori sulle metodiche di riabilitazione degli ecosistemi forestali utilizzando essenze forestali a rapida crescita.

La sessione 3. (6 lavori orali) ha riguardato lavori sull'effetto della gestione delle foreste sul ciclo dell'acqua in zone ad alta piovosità.

Nella sessione 4. sono stati presentati 9 lavori orali sulle caratteristiche nutrizionali delle foreste artificiali utilizzate per l'ottenimento del legno. Alan Brown dello CSIRO, Australia, ha presentato un lavoro sulla produttività sostenibile delle piantagioni forestali nei tropici soffermandosi sulla diversità degli ecosistemi tropicali che rende particolarmente varie le necessità nutrizionali delle foreste. Sono stati presentati lavori che hanno messo a confronto diverse consociazioni tra essenze arboree cercando di capire l'effetto che la presenza di più specie ha sul suolo.

Gli studi sulla fertilità dei suoli sono stati presentati nella sessione 5. La sessione è stata introdotta da un lavoro del Dr. W. Zech dell'Università di Bayreuth (Germania) sulla difficoltà di paragonare risultati provenienti da diversi laboratori del mondo sull'effetto della fertilizzazione su diverse specie arboree, in diverse condizioni ecologiche e utilizzando diverse pratiche di gestione. Alcuni lavori (in totale ne sono stati presentati oralmente 8) si sono concentrati sulle necessità in alcuni ambienti di migliorare la sopravvivenza degli alberi piantati attraverso una fertilizzazione mirata nei primi anni. Alcuni autori hanno presentato studi a lungo termine sulla fertilità dei suoli in sistemi agroforestali.

L'ambiente forestale nel suo insieme è stato analizzato negli 8 lavori orali della sessione 6. Autori di diverse nazionalità hanno presentato dati sperimentali riguardanti il ciclo dei nutrienti in diversi ecosistemi forestali africani, asiatici, australiani ed americani.

L'ultima sessione ha riguardato la nutrizione minerale delle piante forestali ed alcuni lavori (in totale 8) si sono interessati delle caratteristiche della biomassa microbica presente nelle vicinanze delle radici e sul ruolo delle micorrize nella nutrizione minerale. Molto interessante in questa sessione una lezione del Dr. Holm Tiessen dell'Università di Saskatchewan (Canada) che ha dato particolare attenzione al fosforo e alle sue trasformazioni nei suoli tropicali.

Il lavoro che ho presentato oralmente dal titolo "Biological characterization of rhizospheres of plants growing in the north and south of Sahara", S. Grego, L. Badalucco, P. Quatrini and I. Cacciari, ha riguardato l'analisi delle caratteristiche biologiche della rizosfera della *Acacia raddiana* che cresce in Tunisia e in Senegal e come queste caratteristiche influenzano le proprietà fisiologiche del *Rhizobium* isolato dai campioni di suolo rizosferico.

L'ultimo giorno del convegno è stato dedicato alla escursione nell'ecosistema forestale di Kalimantan. È stato visitato un vivaio di *Dipterocarpi* che è utilizzato per il reintegro degli alberi abbattuti ciclicamente nella vasta foresta che si estende per oltre 20 milioni di ha. Siamo stati portati all'interno di una foresta di *Agathis* (Coniferae) che vive su un fragilissimo Spodosol; al termine della giornata abbiamo visitato una piantagione di *Eucalyptus* presente su un Ultisol parzialmente tamponato. La gita ha permesso di conoscere meglio la realtà dell'utilizzo economico di una foresta attraverso il taglio selettivo degli alberi, manipolando la composizione delle specie nella foresta per ottenere un migliore beneficio ecologico ed economico, manipolando la densità degli alberi per esaltare la produzione di legno, per assicurare la conservazione del suolo e dell'acqua in funzione della foresta ed infine per assicurare la funzione protettiva della foresta.

**WORKING CONFERENCE
LONG-TERM PERSPECTIVES FOR EFFECTS OF RURAL
LAND USE CHANGES ON SOIL CONTAMINANTS**

GUIDO VIGNA GUIDI
Istituto per la Chimica del Terreno - CNR

Dall'8 al 10 Giugno 1995 si è tenuta ad Arona la Working Conference "Long-term Perspectives for Effects of Rural Land Use Changes on Soil Contaminants". Alla conferenza, organizzata congiuntamente dal Joint Research Centre di Ispra della Commissione delle Comunità Europee e dal National Institute of Public Health and Environmental Protection di Bilthoven (Olanda), sono stati invitati a dare il proprio contributo una cinquantina di esperti provenienti da tutti i paesi europei, compresi quelli dell'Europa orientale. Il numero degli inviti è stato tenuto volutamente basso per incoraggiare al massimo una partecipazione attiva durante tutte le fasi dei lavori e per ottimizzare la discussione sugli argomenti in programma.

La conferenza si proponeva di sviluppare un approccio interdisciplinare sulla vulnerabilità dei suoli in seguito alla mobilitazione di prodotti chimici causata dai cambiamenti d'uso del territorio, con una particolare attenzione ai processi ritardati e non lineari. Per raggiungere questo scopo la conferenza si è articolata in sessioni plenarie, gruppi di lavoro e una sessione poster.

Le sessioni plenarie sono state: A) Introduzione al problema; B) Relazioni tra i principali cambiamenti a lungo termine dei sistemi agricoli e i processi che controllano la capacità tampone dei suoli; C) È possibile monitorare, modellare e prevedere e più importanti processi? Che procedura deve essere seguita per raggiungere questo risultato?; D) Opzioni gestionali; E) No-

te conclusive. Ogni sessione si è aperta con una relazione di carattere generale seguita da un numero ristretto di altre relazioni.

I gruppi di lavoro sono stati: 1) Forestazione/deforestazione; 2) Modificazioni idrologiche; 3) Cambi nei sistemi agronomici; 4) Abbandono o set aside; 5) Scenari e valutazione dei rischi; 6) Principi di gestione del suolo. Durante i gruppi di lavoro sono stati ripresi ed ampliati i temi trattati nelle sessioni plenarie, principalmente per quanto riguarda i fattori che possono causare la mobilitazione dei prodotti chimici presenti nel suolo, il modo di affrontare questi fattori su scale spaziali e temporali diverse e la possibilità di fornire una serie di principi guida per future opzioni gestionali.

La sessione poster ha infine permesso di conoscere in dettaglio alcuni casi specifici di notevole interesse confrontando problemi e metodi di approccio peculiari delle diverse situazioni esistenti nei vari paesi europei.

Il Dott. Peter Reiniger della Commissione delle Comunità Europee, Presidente della sessione E, è stato incaricato di scrivere le conclusioni dei vari punti affrontati nella conferenza in modo da finalizzare al massimo il lavoro svolto.

UN PRESTIGIOSO RICONOSCIMENTO PER IL PROF. NICOLA SENESI

Abbiamo ricevuto dalla American Society of Agronomy la lettera che segue:

Senesi Named ASA Fellow

Nicola Senesi, professor of soil chemistry and director of the Institute of Agricultural Chemistry at the University of Bari, Italy, has been named a Fellow of the American Society of Agronomy (ASA). The award was presented at the 1995 ASA annual meeting, 29 October to 3 November, in ST. Louis.

*Dr. Senesi earned degrees in chemistry at the University of Bari. Using advanced physicochemical techniques, his research focuses on fundamental and applied aspects of the chemistry of organic matter from soils and related systems and materials, and the interaction with soil-applied organic chemicals and trace metals. Dr. Senesi is vice president (president elect) of the International Humic Substances Society and is chair of Commission 11-Soil Chemistry of the International Society of Soil Science. Dr. Senesi is an associate editor for *Geoderma* and *European Journal of Soil Science*.*

ASA has been electing outstanding members to the position of Fellow since 1924. Colleagues within the Society nominate worthy members and the ASA Committee on the Nomination of Fellow, with the ASA Past President acting as nonvoting chair, ranks the nominees. Final election is made by the ASA Executive Committee.

Al prof. Senesi, le più vive felicitazioni dalla Società Italiana della Scienza del Suolo.

Cari amici,

Vi comunico che durante il convegno annuale della American Society of Agronomy che si è tenuto a Saint Louis nel Missouri dal 29 ottobre al 3 novembre, il Prof. Nicola Senesi è stato nominato "Fellow" della stessa Società. *Il riconoscimento viene assegnato ogni anno a 10-20 scienziati, in gran parte americani, che svolgono la loro ricerca nelle scienze agronomiche incluse quelle relative al suolo. Si tratta del primo riconoscimento dato ad un ricercatore italiano* e vorrei che questa notizia fosse pubblicata

sul bollettino poichè Nicola è uno studioso del suolo e svolge un ruolo importante nella Società in qualità di Presidente della Seconda Commissione. Il riconoscimento è stato dato in virtù del contributo dato da Nicola alla ricerca sulla definizione delle caratteristiche delle molecole umiche. Inoltre si è voluto in questo modo apprezzare il contributo di Nicola alla Società Internazionale delle Molecole Umiche ed il suo ruolo come Presidente della Commissione di Chimica della Società Internazionale della Società della Scienza del Suolo.

Paolo Nannipieri

GRUPPO ITALIANO AIPEA **Corso di formazione 1996**

BRUNO FABBRI

Presidente Gruppo Italiano AIPEA

CNR-IRTEC Istituto Ricerche Tecnologiche per la Ceramica, Faenza

Il Gruppo Italiano AIPEA (Association Internationale Pour l'Etude des Argiles) è un'associazione di ricercatori e di tecnici che operano nei vari campi di studio e applicazione delle argille e dei minerali delle argille. Le finalità dell'associazione sono quelle di promuovere, diffondere e valorizzare le conoscenze che vengono progressivamente acquisite presso laboratori di ricerca del CNR, delle Università, dell'ENEA e dell'Industria.

In tale ottica il Gruppo Italiano AIPEA organizza una serie di corsi annuali incentrati di volta in volta sul ruolo dei minerali argillosi nell'ambiente, sulle argille come materia prima per produzioni industriali, sulle caratteristiche geotecniche conferite ai terreni e così via.

Il corso per l'anno 1996, intitolato "*La risorsa suolo: inquinamento e possibilità di recupero*", è indirizzato a ricercatori e tecnici che operano nel campo delle scienze ambientali e della protezione del territorio, liberi professionisti o appartenenti a centri di ricerca, amministrazioni pubbliche, industria.

Le tematiche, con particolare riguardo per le problematiche relative al ruolo delle argille nell'ambiente suolo, saranno sviluppate da specialisti qualificati nella ricerca di base ed applicata.

Il corso, avendo lo scopo di fornire strumenti conoscitivi ad operatori non necessariamente provenienti dalla Scienza del Suolo, introdurrà i meccanismi di funzionamento ed evoluzione del sistema suolo prima di considerare esempi di inquinamento e di prospettare tecniche di recupero.

Al termine del corso verrà rilasciato un *attestato di partecipazione*.

Programma

Il corso si articolerà in una serie di brevi seminari e sarà integrato da un'escursione che illustrerà ambienti in cui le condizioni litologiche, morfologiche, climatiche o vegetazionali regolano la formazione dei minerali argillosi e lo sviluppo di suoli con caratteristiche profondamente differenti. Potranno anche essere osservati e discussi alcuni esempi dell'impatto di sorgenti inquinanti e di infrastrutture.

I temi trattati verteranno su:

- Il sistema suolo
- Genesi e variabilità del suolo
- Componenti fillosilicatici del suolo
- Ossidi e ossidi idrati di Fe, Al, Mn
- Sostanza organica del suolo
- Fertilità del suolo
- Il concetto di inquinamento riferito al suolo
- Rilascio potenziale di inquinanti accumulati nel suolo
- Tecniche di decontaminazione dei suoli
- Interventi di ripristino agrario e idraulico-forestale
- Disinquinamento biochimico del suolo

Relatori

- prof. E. Arduino, Università di Torino. DI.VA.P.R.A-Chimica Agraria
- prof. E. Barberis, Università di Torino. DI.VA.P.R.A-Chimica Agraria
- prof. V. Boero, Università di Torino. DI.VA.P.R.A-Chimica Agraria
- dott. C. Bossi, ECOAPPRAISAL, Pavia
- dott. E. Buongarzone, AQUATER, Fano (PS)
- prof. L. Gianfreda, Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Chimica Agraria
- prof. P. Nannipieri, Università di Firenze, Dip. Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta
- prof. P. Sequi, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

- prof. F. Veniale, Università di Pavia, Dipartimento Scienze della Terra
- prof. A. Violante, Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Chimica Agraria
- prof. P. Violante, Università di Napoli Federico II, Dipartimento di Chimica Agraria
- prof. E. Zanini, Università di Torino. DI.VA.P.R.A-Chimica Agraria

Logistica

Il corso si terrà presso l'Istituto "Giacinto Pacchiotti", Giaveno (35km da Torino con servizio autobus dalla Stazione di Porta Nuova-Terminal Bus Aeroporto ogni ora).

I partecipanti potranno alloggiare a Giaveno presso l'Hotel River (011/9364888), convenzionato (prezzi comprensivi di prima colazione: 80.000 camera singola, 130.000 camera doppia)

I pasti saranno preparati dallo Chef Dante Quaglieri dell'Istituto Alberghiero "Principi di Piemonte".

Iscrizione

La quota di partecipazione, di Lire 700.000, è comprensiva di:

- volume con i testi delle relazioni;
- escursione;
- trasporti locali;
- pranzi;
- coffee break;
- spese organizzative.

Gli interessati dovranno inviare la scheda di pre-iscrizione ENTRO IL 30 APRILE 1996 all'indirizzo indicato sulla scheda stessa, per posta, via FAX (011-6502139) o via Email (U250CHIMAG@CSIVMS.CSI.IT).

Il numero dei partecipanti è limitato ad un massimo di 35; l'eventuale selezione verrà operata sulla base dell'ordine prioritario di arrivo delle iscrizioni. L'iscrizione verrà confermata agli interessati entro il 15 maggio.

Il versamento della quota deve essere tassativamente effettuato ENTRO IL 15 GIUGNO 1996 unicamente a mezzo asse-

gno non trasferibile intestato a prof. Enza Arduino - Tesoriere Gruppo Italiani AIPEA, DI.VA.P.R.A.-Chimica Agraria, via Pietro Giuria 15, 10126 TORINO.

Informazioni dettagliate saranno fornite con la circolare finale che verrà distribuita entro il mese di giugno ai partecipanti regolarmente iscritti. Nessun rimborso verrà riconosciuto alle rinunce pervenute dopo il 15 luglio 1996.

Responsabili del Corso:

Prof. E. Arduino, DI.VA.P.R.A.-Chimica Agraria. Università di Torino, 011/6508589-FAX 011/6502139

Prof. E. Zanini, DI.VA.P.R.A.-Chimica Agraria. Università di Torino, 011/6505554-FAX 011/6502139

Prof. A. Violante, Dipartimento di Chimica Agraria, Università di Napoli Federico II, 081/470876-FAX 081/276324

Segreteria:

Dr.ssa E. Bonifacio, DI.VA.P.R.A.-Chimica Agraria. Università di Torino, 011/6508589-FAX 011/6502139

Dott. F. Aimone Marsan, DI.VA.P.R.A.-Chimica Agraria. Università di Torino, 011/6508589-FAX 011/6502139

CORSO DI FORMAZIONE AIPEA 1996

SCHEMA DI PRE-ISCRIZIONE

da spedire *tassativamente* entro il 30 aprile 1996 a:

**Dott.ssa E. Bonifacio, D.I.V.A.P.R.A.-Chimica Agraria,
V. Pietro Giuria 15 - 10126 TORINO**

Cognome e Nome

Istituzione di appartenenza

Indirizzo

CAP Città

(prov.....)

Telefono, fax, E mail

Attività lavorativa o professionale

Campo prevalente d'interesse

Qualifica o tipo di Laurea

Firma

Data

CORSO DI FORMAZIONE 1996

ARGILLE E MINERALI DELLE ARGILLE

La risorsa suolo: inquinamento e possibilità di recupero

Giaveno (Torino), 8-12 settembre 1996

Programma

1° giorno, Domenica 8 settembre

15.00-19.30 Registrazione dei partecipanti presso Hotel River
(Giaveno)

20.00 Cena

2° giorno, Lunedì 9 settembre

8.30-9.00 Introduzione e presentazione del corso
dott. B. Fabbri, presidente AIPEA

9.00-9.30 Il sistema suolo
prof. E. Arduino

9.30-11.15 Genesi e variabilità del suolo
prof. E. Zanini

11.15 Coffee break

11.30-13.00 Componenti fillosilicatici del suolo
prof. F. Veniale

13.00 Pranzo

14.30-16.30 Ossidi e ossidi idrati di Fe, Al e Mn
proff. A. Violante e V. Boero

16.30 Coffee break

16.45-18.30 Sostanza organica del suolo
prof. P. Nannipieri

18.30-19.30 Discussione sugli argomenti della giornata
20.00 Cena

3° giorno, Martedì 10 settembre

8.00-20 Escursione (suoli del sistema morenico della Bassa
Val Susa, suoli su rocce serpentinitiche, osservazio-
ni di impatti antropici)

4° giorno, Mercoledì 11 settembre

8.30-9.30 Fertilità del suolo
prof. P. Violante

9.30-10.30 Il concetto di inquinamento riferito al suolo
prof. P. Sequi

- 10.30 Coffee break
10.45-12.30 Rilascio potenziale di inquinanti accumulati nel suolo
prof. E. Barberis
13.00 Pranzo
14.30-16.30 Tecniche di decontaminazione die suoli: vantaggi,
limiti, obiettivi
dott. C. Bossi
16.30 Coffee break
16.45-18.45 Disinquinamento biochimico del suolo
prof L. Gianfreda
18.45-19.30 Discussione sugli argomenti della giornata
20.00 Cena

5° giorno, Giovedì 12 settembre

- 8.30-10.30 Interventi di ripristino agrario e idraulico-forestale
successivi alla messa in opera di infrastrutture di tipo
lineare (metanodotti, oleodotti)
dott. E. Buongarzone
10.30-11.00 Discussione
11.00-12.00 Chiusura del corso e consegna degli attestati di
partecipazione

Il programma potrà subire variazioni

DATE DA RICORDARE:

convegni, seminari, conferenze, corsi.....

20-22 Maggio 1996, Roma

II SYMPOSIUM ProGEO:

Conservazione dei geotipi, esperienze europee ed italiane a confronto; dalla proposta scientifica alla politica di gestione e conservazione; il ruolo delle organizzazioni pubbliche e quello delle organizzazioni non governative.

Contact: Segreteria del Symposium:
Zarlenga Francesco
ENEA/CRE-CASACCIA AMB/INF S.P 105
Via Anguillarese 301; 00060 ROMA
tel.: 06/30484792
fax : 06/30483055

* * * * *

29-31 May 1996 - Sitges, Barcellona
IECA - International Erosion Control Association
First European Conference & Trade Exposition
on Erosion Control

Contact: INTER-CONGRES, S.A.
Valencia, 333 - 3
08009 BARCELONA
tel: +34-3-459 35 65
Fax: +34-3-459 44 68

* * * * *

3-6 Giugno 1996 - PERUGIA
SIA - Società Italiana di Agronomia
XXX Convegno annuale "Innovazioni nella ricerca per nuovi
orizzonti della scienza agronomica"

Contact: Prof. Francesco Danuso
c/o Dipartimento di Produzione Vegetale e T.A.
Via delle Scienze 208, 33100 Udine
tel: 0432/558614 fax: 0432/558603

* * * * *

3-8 June 1996 - Gent, Belgium Wageningen
Agricultural University
Third International Postgraduate Course
"Soil Pollution and Soil Protection"

Contact: International Training Centre (PHLO)
Wageningen Agricultural University
P.O. Box 8130, 6700 EW Wageningen, the Netherlands
tel. +31-317-484092/3
telefax +31-317-426547

* * * * *

Institute for Soil Science and Agrochemistry Research
International Conference
Chernozem Fertility Conservation and Rational Use
Kharkov (Ukraine), 5-7 June 1996

Contact: Institute for Soil Science and Agrochemistry
Research, Chajkovsky st. 4 Kharkov, 310024 Ukraine
Phone: 380 572 47 05 31
Fax: 380 572 47 85 63
Email: mboxaissar.kharkov.ua.

* * * * *

17-21 Giugno 1996 - Milano
Società della Scienza del Suolo
Convegno e Assemblea Annuale 1996
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio

Contact: Segreteria Convegno SISS
c/o Dipartimento di Scienze
dell'Ambiente e del Territorio.
Università degli studi
via L. Emanuelli, 15 20126 Milano
tel: (02) 64474419/64474402
fax: (02)64474400

* * * * *

August 26 - 30, 1996 Bonn, Germany
9th Conference of the International Soil
Conservation Organisation (ISCO)
"Towards Sustainable Land Use - Furthering
Cooperation between People and Institutions"

Contact: A. Klein
Federal Environmental Agency
FG II 3.2 / Soil Quality
P.O. 33 00 22
14191 Berlin - Germany
tel.: (0049-30) 23 145746
fax : (0049-30) 229 30 96 or 231 56 38

* * * * *

September 1st - 7st 1996
Munchen Weihenstephan Germany
Technische Universität ESSC-European Society
for Soil Conservation
"Development and Implementation of Soil
Conservation; Strategies for Sustainable Land Use"

Contact: Dr. Karl Auerswald
ESSC Congress
Lehrstuhl für Bodenkunde
D-85350 Freising
Germany

- 144 -

* * * * *

15-21 September 1996, Lleida, Catalonia, Spain
International Symposium on Soil with Gypsum

Contact: R.M. Poch
Secretary ISSWG
Dep. Medi Ambient i Ciències del Sol, UdL
Av. Rovira Roure, 177
25198-Lleida, Catalonia
Phone: +34 73 7025567
Fax: +34 73 238264

* * * * *

Florence, Italy 12-15 October 1996
XXXIII WORLD CONGRESS
"PARADISE ON EARTH"
The garden of the XXI century"

Contact: Agenzia ENIC ITALIA Srl
resp. Cristina Dalla Valle
Via Faentina, 40r - 50133 Firenze
tel: 055 - 578900
fax: 055 - 583300

* * * * *

Du 20 au 26 aout - 1998, France
Le Corum à Montpellier - Palais des Congres
Le 16eme "Congres Mondial de Science du Sol"

Contact: Secretariat du Congres
Avenue Agropolis
34394 Montpellier Cedex 5 - France
tel: (33) 67 04 75 38
fax: (33) 67 04 75 49

FRESCO DI STAMPA



CLASSIFICAZIONE E CARTOGRAFIA DEL SUOLO - 1995

ROMANO RASIO E GILMO VIANELLO
Editrice CLUEB BOLOGNA

È stato recentemente pubblicato dalla editrice CLUEB di Bologna il volume "Classificazione e Cartografia del Suolo" di Rasio e Vianello.

Il volume, sobrio ed elegante, risulta suddiviso in sei capitoli principali.

Dopo una concisa ma attenta introduzione dedicata ai concetti di base che la Scienza del Suolo impiega nel rilevamento pedologico (profilo, pedon, orizzonti) viene accuratamente descritta la procedura di campo che consente la "lettura" del profilo del suolo. Ampio spazio viene dato allo studio della micro-morfologia del suolo e ad alcuni determinati dati di laboratorio quali la valutazione del carbonio organico, della densità apparente, dei pF, della velocità di infiltrazione.

Il terzo capitolo costituisce un'ampia rassegna dei principali sistemi di classificazione dei suoli.

Particolare spazio viene dato ai sistemi tassonomici dell'USDA, della FAO-UNESCO e di "Referential Pedologique".

Il quarto e il quinto capitolo sono dedicati rispettivamente alle metodiche di compilazione della cartografia pedologica e alla cartografia computerizzata.

Il capitolo conclusivo è dedicato allo "stato dell'arte" in Italia e alle iniziative intraprese nel nostro paese per la creazione di un "Servizio del Suolo" che a tutt'oggi purtroppo manca ancora. Di particolare interesse ed utilità i quattro inserti che corredano il volume e il glossario che lo chiude. Pregevoli, per qualità a richiamo visivo le tavole a colori.

Il volume si rivolge ad un ventaglio di lettori molto composto ed ampio. Tutti coloro cioè che per vari motivi e con diverso

titolo sono chiamati ad occuparsi delle problematiche legate alla classificazione e cartografia del suolo, troveranno in questo volume, che per specifici organismi si avvale anche del contributo di Ciavatta, Romano, Terribile, Previtali e Bertozzi, precisi e puntuali riferimenti.

Giovanni Fierotti

SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO ELENCO SOCI - OTTOBRE 1995

AG.EC. sas, Studio e Ricerca, e Consulenza Agraria, Via Turchia 4, 35050 SELVAZ-
ZANO (PD).

AGRONOMICA S.r.l. Consortile, P.za L.C. Farini 4, 48100 Ravenna .

Ajmone Marsan Dr. Franco, DI.Va.P.R.A., Chimica Agraria, Via P. Giuria 15, 10126
TORINO.

Alianiello Dr. Francesco, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, via del-
la Navicella 4, 00184 ROMA.

Alliata Dr.a Valeria, Cooperativa REA, Via Raiberti 9, 20052 MONZA.

Allievi Dr. Luigi, DISTAM-MAAE, Via Celoria 2, 20133 MILANO.

Amministrazione Prov.le, Piacenza, Rip. Rete Agromet. Lab. Analisi Ter., 29027 GA-
RIGA DI PODENZANO (PC).

Angelone Dr. Massimo, ENEA Casaccia, Sp. Anguillarese, 00100 ROMA.

AQUATER S.p.A. Via Mirabello 53, 61047 S. LORENZO IN CAMPO PS.

Aramini Dr. Giovanni, E.S.A.C., S.S.106, Km 207, 200, 88051 CROPANI (CZ).

Arcara Dr. Pier Giacomo, Ist. Sperimentale, per lo Studio e la Difesa del Suolo, Piazz-
za D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.

Arduino Prof. Enza, DI.Va.P.R.A., Chimica Agraria, Via P. Giuria 15, 10126 TORINO.

Aringhieri Dr. Roberto, Ist. Chimica del terreno C.N.R., Via F. Corridoni 78, 56100
PISA.

Arnoldus-Huyzendveld Dr.a Antonia, DIGITER, Via di Frascati 201, 00040 ROCCA
DI PAPA (RM).

Aru Prof. Angelo, Ist. di Geologia, Via Trentino 51, 09100 CAGLIARI.

Assi Dr.a Isabella, Via U. Foscolo 2, 20059 VIMERCATE (MI).

Averna Prof. Vincenzo, Ist. Chimica Agraria, Università di Palermo, Viale delle Scien-
ze, 90128 PALERMO.

Badalucco Dr. Luigi, Dip. di Agrobiologia e Agrochimica, Via de Lellis, 01100 VI-
TERBO.

Baffi Dr. Claudio, Ist. Chimica Agraria, Università Cattolica S. Cuore, Via Emilia Par-
mense 84, 29100 PIACENZA.

Baldaccini Prof. Paolo, Piazza Belgio 3, 09100 CAGLIARI.

Balduzzi Prof. Alberto, Ist. Botanico, Università, C.P. 230, 27100 PAVIA.

Barberis Prof.ssa Elisabetta, DI.Va.P.R.A., Chimica Agraria, Via P. Giuria 15, 10126
TORINO.

Basile Dr. Gino, Ist. Chimica Agraria, Via Università 100, 80055 PORTICI (NA).

Battelli Prof. Giorgio, I.T.A.S. Via Emilia Levante 4420, 47023 CESENA (FO).

- Bazan Prof. Eugenio, Ist. Chimica Agraria, Università di Palermo, Viale delle Scienze 13, 90128 PALERMO.
- Bazzoffi Dr. Paolo, Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo, P.zza M. D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.
- Bellino P.A. Francesco, via M. Signorile 36, 70121 BARI.
- Benedetti Dr.a Anna, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, via della Navicella, 2, 00184 ROMA.
- Bidini Dr.a Donatella, Ist.Sperim. per lo Studio e la Difesa del Suolo, P.zza M. D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.
- Bini Prof. Claudio, Dip. Scienza Suolo e Nutriz. Piante, Piazzale delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Boero Prof. Walter, DI.Va.P.R.A., Chimica Agraria, Via P. Giuria 15, 10126 TORINO.
- Bonalumi Dr. Giuseppe, ERSAL, Palazzo Canova, Milano 2, 20090 SEGRATE (MI).
- Bonifacio Dr.a Eleonora, DIVaPRA Chimica Agraria, Via Pietro Giuria 15, 10126 TORINO.
- Bono, Dr. Giuseppe, Via Cappuccini, 67, 92019 SCIACCA (AG).
- Bortolami Dr.Paolo, Dip. Scienze Geologiche e Paleontologiche, Corso Ercole I d'Este 32, 44100 FERRARA.
- Bragato Dr. Gilberto, Ist. Sper. Nutrizione Piante, Sez. Oper. Gorizia, Via Trieste 23, 34170 GORIZIA.
- Brigatti Geom. Marco, Piazza Pertini, 30/A, 20043 ARCORE (MI).
- Brunetti Gennaro, Ist. Chimica Agraria, Via Amendola 165/A, 70100 BARI.
- Bufo Prof. Sabino, Ist. Chimica Agraria, Via Amendola 165/A, 70126 BARI.
- Buondonno Prof. Andrea, Ist. Chimica Agraria, Via Università 100, 80055 PORTICI (NA).
- Buondonno Prof. Corrado, Ist. Chimica Agraria, Via Università 100, 80055 PORTICI (NA).
- Businelli Prof. Mario, Ist. Chimica Agraria, Università S. Pietro, Borgo XX Giugno 72, 06100 PERUGIA.
- Busoni Dr. Ermanno, Centro Studio Genesi Class. Cartogr. Suoli CNR, Piazzale delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Cacco Prof. Giovanni, Dip. Agrochimica e Agromicrobiologia, Piazza S. Francesco, Gallina di Reggio Calabria.
- Calandra Rolando, Facoltà di Agraria, Ist. Mineralogia e Geologia, Borgo XX Giugno, 06100 PERUGIA.
- Calzolari Dr.a Maria Costanza, Centro di Studi del CNR Ist. Geopedologia, P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Canali Dr. Stefano, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, via della Navicella 2, 00184 ROMA.
- Capurro Dr. Marco, Corso Nazionale 14, 19126 LA SPEZIA.
- Carini Dr.a Franca, Ist. Agr. e Ambientale Fac. Agr. U.C.S.C., Via E. Parmense, 84 29100 - PIACENZA
- Casati Dr. Enrico, Ist. Idraulica Agraria, Via Celoria 2, 20133 MILANO.
- Casalicchio Prof. Giovanni, Ist. Chimica Agraria, Via S. Giacomo 6, 40126 BOLOGNA.
- Casini-Ropa Prof. Giorgio, Ist. Meccanica Agraria, Via Filippo Re 4, 40126 BOLOGNA.
- Castelli Dr. Fabio, Ist. Speriment. Tabacco, Via Canton 14, 37051 BOVOLONE (VR).
- Castelnuovo Dr. Marco, Fondaz. CLIFO, Via Raimondi 54, 22070 VERMENATE CON MINOPRIO (CO).

- Castrignanò Dr.a Annamaria, Ist. Sperim. Agronomico, Via Ulpiani 5, 70100 BARI.
Catalano Dr.a Edda, Via F. Galliani 56, 66100 CHIETI.
Catucci Dr. Oronzo, Via De Gasperi 3, 74019 PALAGIANO (TA).
Cavallari Dr. Leonello, Piazza Cimone 2, 00141 ROMA.
Cavazza Prof. Luigi, Ist. Agronomia, Via Filippo Re 6-8, 40126 BOLOGNA.
Ceccanti Dr. Brunello, c/o CNR, Ist. Chimica del Terreno, Via Corridoni 78, 56100 PISA.
Chisci Prof. Giancarlo, Dip. di Agronomia e produzione Erbacee, P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
Ciavatta Dr. Claudio, Ist. Chimica Agraria, Via S. Giacomo 7, 40126 BOLOGNA.
Cocchiarella Dr. Alfredo Giulio, via S. Anna 10, 82020 PESCO SANNITA (BN)
Colloca Dr.a Caterina, Azienda Flovivaistica E.S.A.C., S.S.106, Km 207, 200, 88051 CROPANI (CZ).
Colombo Dr. Claudio, Dip. Scienze Chimica Agraria, Via Università, 100 80055 - PORTICI (NA).
Comolli Dr. Roberto, Via Mazzini 15, 21050 BISUSCHIO (VA).
Consalter Dr. Agostino, Centro Agrochimico, 31033 CASTELFRANCO VENETO (TV).
Convertini Dr.a Grazia, Ist. Sperim. Agronomico, Via C. Ulpiani 5, 70125 BARI.
Corradini Dr. Flavio, Staz. Sperimentale Agraria, 38010 S. MICHELE ALL'ADIGE (TN).
Cosolo Prof. Ing. Sergio, Via dei Campi 6/1, 34070 FOGLIANO(GO).
Costantini Dr. Edoardo, Ist. Sperimentale, per lo Studio e la Difesa del Suolo, P.zza M. D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.
Crippa Dr.a Laura, Ist. Chimica Agraria, Via Celoria 2, 20133 MILANO.
D'Alessandro Prof. Alessandro, Istituto Agronomia Generale, P.zza San Francesco, 89061 GALLINA (RC).
D'Alessio Dr. Domenico, Coop. REA, Via Raiberti 9, 20052 MONZA (MI).
D'Antonio Dr. Amedeo, Via Rossini, Palazzo Conte Cerasole 81023 - CASERTA
D'Arrigo Dr.a Concetta, Via Valdisavoia 5, 95123 CATANIA.
Danise Dr. Bruno, Lab. Analisi Suolo, Regione Campania, Via Gianturco 92, 80142 NAPOLI.
Dazzi Prof. Carmelo, Ist. Agronomia Generale, Cattedra Pedologia, Viale delle Scienze, 90128 PALERMO.
De Nobili Prof. Maria, Università Udine, Ist. Produzione Vegetale, P.le Kolbe 4, 4, 33100 UDINE.
De Simone Dr. Claudio, Ist. Sperim. per lo Studio e la Difesa del Suolo, Via Casette 1, 02100 RIETI.
Del Grosso Sig. Marco Valerio, COVIMER, Via Fosso Pioppo, 84090 BATTIPAGLIA (SA).
Del Re Prof. Attilio A.M. Facoltà di Agraria U.C.S.C., Ist. di Chimica Vegetale Via Emilia Parmense 84, 29100 PIACENZA.
Dell'Abate Dr.a Maria Teresa, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, via della Navicella 4, 00184 ROMA.
Dell'Agnola Prof. Giorgio, Ist. Chimica Agraria, Via Gradenigo 6, 35100 PADOVA.
Dell'Orco Dr.a Silvia, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, via della Navicella 4, 00184 ROMA.

- Demontis Dr. Fernando, Cras Centro Reg. Agrario sperimentale, Via L.B. Alberti 22, 09100 CAGLIARI.
- Dessena Dr.a M. Antonietta, Via Giusti 11, 09100 CAGLIARI.
- Dessi Dr.a Giovanna, Via Maninchedda G. 14, 07040 SASSARI.
- Di Benedetto Dr. Michele, Lab. An. Terreni Reg. Emilia, Via Tolara di Sopra 72 - Loc. Settefonti, 40050 MERCATALE (BO).
- Di Pisa dr. Angelo, Ist. Agronomia e Coltivazioni Erbacee, Viale delle Scienze 13, 90128 PALERMO.
- Di Prima Prof. Giuseppe, Ist. Agronomia e Coltivazioni Erbacee, Viale delle Scienze 13, 90128 PALERMO.
- Dibona Dr. Dino, Via Chiave 122, 32043 CORTINA D'AMPEZZO (BL).
- Dimase Dr. Antonio, Dip.to Scienza Suolo, P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- DIPARTIM. S.T.A.M., Dip. Scienze Tecnologiche, Alimentari e Microbiologiche, P.le delle Cascine 27, 50144 FIRENZE.
- Dowgiallo Dr.a Giuseppina, La Sapienza, Dip.Biologia Vegetale, P.le Aldo Moro 5, 00185 ROMA.
- Drusiani Dr. Franco, Lab. Reg. Analisi Terreni, Via Tolara di Sopra 72-Loc.Settefonti, 40050 MERCATALE (BO).
- Dugoni Dr. Francesco, Ist. sup. Lattiero Caseario, Via L. Pilla 25, 46100 MANTOVA.
- Dumontet Dr. Stefano, Univ. Basilicata, Ist. Chimica Agr. e Forest., Via N. Sauro 85, 85100 POTENZA.
- E.R.S.A. Regione Abruzzo, P.za Torlonia 78, 67051 AVEZZANO (AQ)
- ENEL, DSR Centro Ricerca, Utilizzaz. Ceneri Carbone, Via Dalmazia 21/c, 72100 BRINDISI.
- ERSO, Soc. Coop. a r.l., Viale Bovio 600, 47024 CESENA (FO).
- Eschena Prof. Tommaso, Via De Gasperi 7, 20057 VEDANO AL LAMBRO (MI).
- Facco Dr.a Stefania, FRF, Agrimont Spa, B.na dell'Azoto 15, 30175 PORTO MARGHERA (VE).
- Fantola dr.a Francesca, largo Carlo Felice 74, 09100 CAGLIARI.
- Farini Prof. Anna, Ist. di Chimica Agraria, Via Celoria 2, 20133 MILANO.
- Favaloro Prof. Mario, Ist. Patologia Veget., Viale delle Scienze 13, 90128 PALERMO.
- Favi Dr. Enrico, Dip. Agricol. e Foreste, Regione Toscana, Via Novoli 26, 50100 FIRENZE.
- Favilli Prof. Franco, Dipart. S.T.A.M., Dip. Scienza Suolo e Nutr. Piante, P.le delle Cascine 27, 50144 FIRENZE.
- Federico Goldberg, Prof. Linda, Ist. Chimica Agraria, Via Celoria 2, 20133 MILANO.
- Felloni Dr. Claudio, SADA Srl, V.lo del Giglio 6, 44100 FERRARA.
- Ferrari Dr. Gianni, Centro Agric. Pilota, Via Bizzarri 13, 40012 CALDERARA DI RENO (BO), Loc.Bargellino.
- Ferrari Prof. A. Maria, Ist. Microbiologia, Agraria e Tecnica, Via Celoria 2, 20133 MILANO.
- Ferri Dr. Donato, Ist. Sper. Agronomico, Via C. Ulpiani 5, 70125 BARI.
- Fierotti Prof. Giovanni, Ist. Agronomia, Cattedra Pedologia, Viale delle Scienze 13, 90128 PALERMO.
- Figliolia Dr.a Adele, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, via della Navicella 4, 00184 ROMA.
- Filippi Dr. Nicola, Viale Aldini 140, 40136 BOLOGNA.

- Filpi Dr. Corrado, Ist. Microbiologia Agr. V.le delle Scienze 13, 90128 PALERMO.
Fischella Prof. Giuseppina, Ist. Chimica Agraria, Via Valdisavoia 15, 95123 CATANIA.
Franchini Dr. Marinella, Dip.to Scienze Mineralogiche e Petrologiche, via Valperga Caluso 37, 10125 TORINO.
Frezzotti Dr. Massimo, ENEA Casaccia, Sp. Anguillarese, 00100 ROMA.
Fusi Prof. Paolo, Dip.to Scienza Suolo e Nutriz. Piante, P.le delle Cascine 28, 50144 FIRENZE.
Galassi Dr.a Laura, Via G. Chiassi 55, 46100 MANTOVA.
Gatti Dr.a Marina, Ist. Chimica Agraria, Università Cattolica, Via E. Parmense 84, 29100 PIACENZA.
Gattorta Prof. Giuseppe, Ist. Sperimentale, Patologia Vegetale, Via G. Ciarrocchi 15, 00151 ROMA.
Genevini Prof. Pier Luigi, Ist. Chimica Agraria, Via Celoria 2, 20133 MILANO.
Gennaro Prof. Giuseppe, Preside III Ist. Tec. Agr., Via Colonia Agricola, 00138 ROMA.
Gessa Prof. Carlo, Ist. Chimica Agraria, Via E. De Nicola, 07100 SASSARI.
Gianfreda Prof. Liliana, Ist. Chimica Agraria, Via Università 100, 80055 PORTICI (NA).
Gigliotti Dr.a Carmen, Ist. Chimica Agraria, Via Celoria 2, 20133 MILANO.
Giordano Prof. Andrea, Ist. di Idraulica Agr., Fac. Agraria, C.so Raffaello 8, 10126 TORINO.
Giovagnotti Prof. Celso, Ist. di Pedologia, Borgo XX Giugno, 06100 PERUGIA.
Gisotti Dr. Giuseppe, Via Accademia Albertina 23, 00147 ROMA.
Granata Dr.a Maria, Ente Svil. Agr., Reg. Sicilia Lab. Chimico Agrario, Via Partanna Mondello 50, 90100 PALERMO.
Grego Prof. Stefano, O.A.B.A.C., Università della Tuscia, Via S.C. de Lellis, 01100 VITERBO.
Gregori Dr. Enrico, Ist. Sper. per Studio e la Difesa del Suolo, P.za M. D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.
Gregori Dr. Paolo, Via Padova 3, 38100 TRENTO.
Grossi Dr. Giorgio, Via Po 7, 46100 MANTOVA.
Grossi Prof. Pellegrino, Ist. Idraulica Agraria, Via del Borghetto 80, 56100 PISA.
Guaitoli Dr. Fabio, Via Minerva 27, 90149 PALERMO.
Guermanni Dr.a Marina, Uff. Cartografico, Regione Emilia, Viale Silvani 4/3, 40100 BOLOGNA.
Guerrieri Dr.a Fernanda, Via Pian di Rose 9, 61040 S. IPPOLITO (PS).
Indelicato Ing. Salvatore, Via S. Sofia 73, 95100 CATANIA.
Indiati Dr. Roberto, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, via della Navicella 4, 00184 ROMA.
I.P.L.A., Istituto Piante Legno e Ambiente, C.so Casale 476, 10132 TORINO.
Ist. Agrario di S. Michele a/A, Biblioteca, Via E. Mach 1, 38010, S. MICHELE ALL'ADIGE (TN).
Ist. Chimica Agraria, Università di Perugia, Borgo XX Giugno 72, 06100 PERUGIA.
Istituto Sperim. per la Nutrizione delle Piante, Via della Navicella 2, 00184 ROMA.
Ist. per la Chimica del Terreno, C.N.R. via Corridoni 78, 56100 PISA.
Ivetic Dr. Boris, c/o REA, Via Raiberti 9, 20052 MONZA.
Izza Dr. Candido, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, via della Navicella, 4 00184 ROMA.

- Lai D.ssa Maria Rita, c/o ERSAT, via Caprera, 8, 09123 CAGLIARI.
- Landi Prof. Renzo, Ist. Agronomia Gen. e Coltivazioni Erbacee, P.le delle Cascine 18, 50144 FIRENZE.
- Lanza Prof. Felice, Ist. Sperim. Agronomico, Via C. Ulpiani 5, 70125 BARI.
- Leita Dr.a Liviana, Ist. Produzione Vegetale, P.le Kolbe 4, 33100 UDINE.
- Levi-Minzi Prof. Renato, Ist. Chimica Agraria, Via S. Michele degli Scalzi 2, 56100 PISA.
- Livini Dr.a Chiara, Ist. Sperimentale per la Cerealicoltura, Via Stezzano 24, 24100 BERGAMO.
- Loddo dr. Stefano, via Capo Comino 20, 00133 MONSERRATO (CA).
- Lombardo Prof. Vito, Ist. Agronomia Gen., V.le delle Scienze 13, 90128 PALERMO.
- Lopez Dr. Giacomo, Ist. Sperim. Agronomico, Via Ulpiani 5, 70125 BARI.
- Lorenzoni Dr. Paolo, Ist. Sperim. per lo Studio, e la Difesa del suolo, Via Casette 1, 02100 RIETI.
- Lulli Dr. Luciano, Ist. per lo Studio e la Difesa del Suolo, P.zza D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.
- Luzzati Ortona Prof. Ada, C.so S. Maurizio 47, 10124 TORINO.
- Madrau Dr. Salvatore, Ist. Geopedologia e Geologia Appl., Via De Nicola, 07100 SASSARI.
- Magaldi Prof. Donatello, dip.to Scienza Suolo, P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Maggiolo Dr. Renzo, Fabbrica Coop. Perfosfati, Via Farfusola 6, 37050 BONAVICINA (VR).
- Maggioni Prof. Angelo, Ist. Produzione Veg., P.le Kolbe 4, 33100 UDINE.
- Maiorana Dr. Michele, Ist. Sperim. Agronom., Via Ulpiani 5, 70125 BARI.
- Mancini Prof. Fiorenzo, Dipart. Scienza Suolo e Nutriz. Pianta, P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Manfredi Prof. Enzo, Ist. Meccanica Agraria, Via Filippo Re 4, 40126 BOLOGNA.
- Manstretta Dr. Marino, Enichem Agricoltura S.p.a., Via Medici del Vascello 40c, 20138 MILANO.
- Marano Prof. Bruno, Ist. Chimica Agraria e Forestale, Via N. Sauro 85, 85100 POTENZA.
- Marchesini Prof. Augusto, Ist. Sperim.le per la Nutrizione delle Piante, Via Ormea 47, 10125 TORINO.
- Marchiafava Dr. Donatella, Via F. Brunelleschi 22, 90145 PALERMO.
- Marchisio Dr. Claudio, Via Francesco Raviolo 31, 10064 PINEROLO (TO).
- Margheri Dr.a M. Cristina, Ist. Microbiol. Agraria e Tecnica, P.le delle Cascine 27, 50144 FIRENZE.
- Marizza Dr. Luigi, Ist. Sperimentale Nutrizione Piante, Via Duca D'Aosta 115, 34170 GORIZIA.
- Masciandro Dr.a Grazia, CNR Istituto Chimica del Terreno, Via Corridoni 78, 56125 PISA.
- Materassi Prof. Riccardo, Ist. Microbiologia Agr., P.le delle Cascine 27, 50144 FIRENZE.
- Matranga, Dr.a M. Gabriella, Via Florio 100, 90146 - PALERMO.
- Mecella Dr. Girolamo, Ist. Sperimen. Nutrizione Piante, Via della Navicella 2, 00184 ROMA.
- Melis Prof. Pietro, Ist. Chimica Agraria, Via De Nicola, 07100 SASSARI.
- Mereu Dr. Gianni, Centro Regionale Agrario Sperimentale, Via le Trieste 111, 09100 CAGLIARI.

Miano Prof. Teodoro, Ist. Chimica Agraria e Forestale, Via Amendola 165/A, 70126 BARI.

Miclaus Nerino, Ist. per lo Studio e la Difesa del Suolo, P.za D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.

Mirabella Dr. Aldo, Ist. per lo Studio e la Difesa del Suolo, P.za D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.

Modugno Agrochimica, Via G. Fortunato 2/E, 85024 LAVELLO (PZ).

Molinari prof. Giampiero, Ist. di Chimica, U.C.S.C., Via E. Parmense, 84 Fac. Agr. 29100-PIACENZA.

Monaci Dr. Giovanni, Via Poligono, 14 - 10070 - S. CARLO CANAVESE (TO).

Monotti Prof. Mario, Ist. Agronomia, e Coltivazioni Erbacee, Borgo XX Giugno, 06100 PERUGIA.

Monteleone Dr. Salvatore, Dip. Geologia e Geodesia, Corso Tukory, 131, 90100 PALERMO.

Morandi Dr. Giorgio, V.le Garibaldi 134/A, 30173 MESTRE (VE).

Muscolo Dr. Abele, Facoltà di Agraria, Ist. Chimica, P.za S. Francesco, GALLINA DI REGGIO CALABRIA.

Nannipieri Prof. Paolo, Dip. Scienza Suolo e Nutriz. Pianta, P.le delle Cascine 28, 50144 FIRENZE.

Napoli Dr. Rosario, Ist. Studio Difesa Suolo, P.zza D'Azeglio, 30 - 50121 - FIRENZE.

Nardelli Dr. Francesco, Lab. Prov.le, Analisi Terreni, Via Rosati 139, 71100 FOGGIA.

Nevini Dr. Roberto, Via Minghetti 25, 50100 FIRENZE.

Odoardi Dr. Giancarlo, Via Acapietra 90, 65125 PESCARA.

Paci Dr.a Roberta, Via Trentacoste 31, 90143 PALERMO.

Padovano Prof. Giacomo, Ist. Chimica Agraria, Via Amendola 165/A, 70126 BARI.

Pagliai Dr. Marcello, Ist. Sperim. Studio Difesa Suolo, P.za D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.

Panini Dr. Tiziano, Ist. Sperim. Studio Difesa Suolo, P.za D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.

Paone Dr. Raffaele, E.S.A.C., S.S.106, Km 207, 200, 88051 CROPANI (CZ).

Papini Dr.a Rossella, Ist. per lo Studio e la Difesa del Suolo, P.za d'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.

Paris Prof. Paolo, Ist. Agronomia, Università Cattolica, Via E. Parmense 84, 29100 PIACENZA.

Patruno Prof. Antonia, Ist. Agronomia, Via Filippo Re 4, 40126 BOLOGNA.

Patuelli Dr. Cesare, Via Corriera 65, 48010 BARBIANO (RA).

Pelle Dr.a Silvia, Via Saragozza 175, 40100 BOLOGNA.

Pellizzi Prof. Giuseppe, Ist. Ingegneria Agr., Via Celoria 2, 20133 MILANO.

Persicani Dr. Danilo, Ist. Chimica Agr., Università Cattolica, Via E. Parmense 84, 29100 PIACENZA.

Pezzarossa Dr.a Beatrice, Ist. per la Chimica del terreno C.N.R., Via Corridoni 78, 56100 PISA.

Picci Prof. Giovanni, Ist. Microbiologia Agraria e Tecnica, Via del Borghetto 80, 56100 PISA.

Piccolo Prof. Alessandro, Dipart. di Scienze chimico Agrarie, Università di Napoli "Federico II", Via Università 100, 80055 PORTICI (NA).

Piccone Prof. Giuseppe, DI.Va.P.R.A., Chimica Agraria, Via P. Giuria 15, 10126 TORINO.

- Pinton Dr. Roberto, Ist. Produzione Veg., P.le Kolbe 4, 33100 UDINE.
- Pizzigallo Dr.a M. Donata, Ist. Chimica Agraria, Via Amendola 165/a, 70126 BARI.
- Premoli Dr.a Alessandra, Ist. Chimica Agraria, Via De Nicola, 07100 SASSARI.
- Previtali Prof. Franco, Ist. Agronomia, Via Celoria 2, 20133 MILANO.
- Primavera Dr. Fabio, I.S.S.D.S., P.zza D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.
- Provenzano Dr.a M. Rosaria, Ist. Chimica Agraria, Via Amendola 165/a, 70100 BARI.
- Puddu Dr.a Rita, Via Milano 13, 09032 ASSEMINI (CA).
- Pumo Dr. Antonino, Via G. Campolo 49, 90145 PALERMO.
- Purnell Dr. M.F. AGLS, Land and Water Development Div. FAO, 00100 ROMA.
- Radogna Prof. Vito, Ist. Chimica Agraria, Via Amendola 165/A, 70126 BARI.
- Raglione Dr. Marcello, Ist. per lo Studio e la Difesa del Suolo, Via Casette 1, 02100 RIETI.
- Raimondi Dr. Salvatore, Ist. Agron. Gen., Cattedra Pedologia, Viale delle Scienze, 90128 PALERMO.
- Ramunni Prof. Angelo, Ist. Chimica Agraria, Via Università 100, 80055 PORTICI (NA).
- Rasio Dr. Romano, Via Giovanni XXIII 35, 46029 SUZZARA (MN).
- Raspi Dr.a Antonietta, C.N.R. Centro Studi Genesi Suolo, P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Ristori Prof. Giuseppe, C.N.R. Centro Studi, Colloidi Suolo, P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Rocchetti Prof. Giuseppe, P.le Porta a Prato 14, 50100 FIRENZE.
- Rodolfi Prof. Giuliano, Dip.to Scienza Suolo, P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Romanelli Dr. Fabrizio, Lab. Analisi Chimico Agrarie, Via Roma 157, MONTEVAR-CHI (AR).
- Romanin Visintini Dr.a Maria, Istituto Sperim. per la Nutrizione Piante, Via Trieste 23, 34170 GORIZIA.
- Rombi Dr.a Giusi, Via Col D'Echele 27, 09100 CAGLIARI.
- Roncalli Dr.a Wilma, Via XXV Aprile 16, 24040 BONATE SOTTO (BG).
- Ronchetti Prof. Giulio, Ist. per Studio, e la Difesa del Suolo, P.za D'Azeglio 30, 50121 FIRENZE.
- Rossi Dr.a Gabriella, Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, via della Navicella 4, 00184 ROMA.
- Rossi Prof. Nino, Ist. Chimica Agraria, Università di Bologna, V.le Berti Pichat 10, 40127 BOLOGNA.
- Rudini Dr. Antonio, Via Roma 54, 23020 PIATEDA (SO).
- Ruggieri D.ssa Luisa Maria, Agrisol, Studio Agrario, via V. Veneto, 87, 70052 BISCE-GLIE (BA)
- Ruggiero Prof. Pacifico, Ist. Chimica Agraria, Via Amendola 165/A, 70126 BARI.
- Rustici Dr. Luca, Regione Toscana, Via di Novoli 26, 50100 FIRENZE.
- S.A.F., Ist. di Sperimentazione per la Pioppicoltura, Strada per Frassineto Po 35, 15033 CASALE MONFERRATO (AL).
- SAF-ROMA, Centro Sperim. Agricolo e Forestale, Via dei Casalotti 300, 00166 ROMA.
- Sale Dr.a Vanna Maria, Coop.va ITER, Via Saragozza 175/177, 40135 BOLOGNA.
- Sanesi Prof. Guido, Ist. Geologia App., P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Santoro Prof. Mario, Ist. Idraulica, Facoltà Ingegneria, V.le delle Scienze, 90128 PALERMO.
- Sarno Dr. Giampaolo, via Trento 3, 70126 BARI.

- Sarno Prof. Riccardo, Ist. Agronomia e Coltivazioni Erbacee, V.le delle Scienze 13, 90128 PALERMO.
- Savoini Dr. Guido, V.le Lombardia 277, 20047 BRUGHERIO (MI).
- Sbaraglia Dr. Mauro, Via Vinci 34/A, 00040 TORVAIANICA (RM).
- Scalone Dr.a Nicoletta, Prato della valle 65, 35123 PADOVA.
- Scarponi Prof. Luciano, Ist. Chimica Agraria, Borgo XX Giugno 72, 06100 PERUGIA.
- Scandella Dr.a Patrizia, Ist. Sperim. Nutriz. Piante, Via della Navicella 2, 00184 ROMA.
- Scopa Dr. Antonio, Università della Basilicata, Dipartimento di Produzione Vegetale, via N. Sauro 85, 85100 POTENZA.
- Senesi Prof. Nicola, Ist. Chimica Agraria, Via Amendola 165/A, 70100 BARI.
- Sequi Prof. Paolo, Ist. Sperim. per la Nutriz. delle Piante, Via della Navicella 2, 00184 ROMA.
- Serra Dr.a Monica, Via Morgagni 19, 09100 CAGLIARI.
- Silanos Dr. Luciano, c/o Genio Civile, C.R.A.S. sett. Pedologia, Via Diaz 23, 07100 SASSARI.
- Silva Dr. Sandro, Ist. Chimica Agraria, Università Cattolica, Via E. Parmense 84, 29100 PIACENZA.
- Simoncini Dr.a Stefania, Via della torre 18, 50018 MOLINO DEL PIANO (FI).
- Spallacci Dr. Pasquale, Ist. Sperim. Agronomico, Sez. Operat. di Modena, V.le Caduti in Guerra 134, 41100 MODENA.
- Taglioni Dr. Natalino, Via Filo 74, 44010, FILO D'ARGENTA (FE).
- Talamucci Prof. Paolo, Dipart. di Agronomia e Produzioni Erbacee, P.le delle Cascine 18, 50144 FIRENZE.
- Terribile Dr. Fabio, Ist. Irrigazione-CNR, C.P. 101, 80040 SAN SEBASTIANO AL VESUVIO (NA).
- Testini Prof. Ciro, Ist. Chimica Agraria, Facoltà Agraria, Via Amendola 165/A, 70126 BARI.
- Tomaselli Feroci Luisa, Centro Studi, Microorganismi Autotrofi del C.N.R., P.le delle Cascine 27, 50144 FIRENZE.
- Tomassetti Dr.a Carla, COOP ITER, Via Saragozza, 175-177, 40135 BOLOGNA.
- Torri Dr. Dino, C.N.R. Centro Genesi Suolo, P.le delle Cascine 15, 50144 FIRENZE.
- Tortorici Dr.a Danila, Lab. An. Terreni Reg. Emilia, Via Tolara di Sopra 72, SETTEFONTI 40050 MERCATALE (BO).
- Tournon Prof. Giovanni, Ist. Idraulica Agraria, C.so Raffaello 8, 10129 TORINO.
- Trastu dr. Sandro, via Veneto 83, 09016 IGLESIAS (CA)
- Tropea Prof. Michele, Ist. Chimica Agr., Via Valdisavoia 5, 95123 CATANIA.
- Tugnoli Dr. Vincenzo, Ass. Naz. Bieticoltori, Via D'Azeglio 48, 40100 BOLOGNA.
- Usai Dr. Domenico, Via Carlo Sanna 179, 09040 SENORBI (CA).
- Vacca Dr. Andrea, Via Sant'Antonio 182, 09045 QUARTU S. ELENA (CA).
- Vacca Dr. Sergio, Via Dante 216, 09128 CAGLIARI.
- Varanini Prof. Zeno, Dip. Agrobiologia, Agrochimica-Università della Tuscia, Via S.C. de Lellis, 01100 VITERBO.
- Veneri Dr. Andrea, Via Carducci 30, 37067 VALEGGIO SUL MINCIO (VA).
- Vianello Prof. Gilmo, Ist. Chimica Agraria, Via Berti Pichat, 10, 40127 BOLOGNA.
- Viganò Pietro, Ist. Chimica Agraria, Via Celoria 2, 20133 MILANO.

Vigna Guidi Dr. Guido, Lab. C.N.R., Chimica del terreno, Via Corridoni 78, 56100 PISA.

Vinci Dr. Andrea, Dip. Agric. e Foreste, Regione Toscana, Via Novoli 26, 50100 FIRENZE.

Violante Prof. Antonio, Ist. Chimica Agraria, Via Università 100, 80055 PORTICI (NA).

Violante Prof. Pietro, Ist. Chimica Agraria, Via Università 100, 80055 PORTICI (NA).

Visani D.ssa Caterina, c/o ERSAT, via Baldedda 11, 07100 SASSARI.

Vitali Dr. Guido, Via Pitentino 2, 24100 BERGAMO.

Vittori Antisari Dr.a Livia, Via Etruria 2, 40139 BOLOGNA.

Vizzari Dr. Attilio, Lab. Analisi Chimiche, Via Trento e Trieste 2, 57025 PIOMBINO (LI).

Yaovi Goussikpe, Dip. Ing. del Territorio, Facoltà di Agraria, Via De Nicola, 07100 SASSARI.

Zaccheo Dr.a Patrizia, Ist. Chimica Agraria, Via Celoria 2, 20133 MILANO.

Zanini Prof. Ermanno, DI.Va.P.R.A., Chimica Agraria, Via P. Giuria 15, 10126 TORINO.

INDICE



Editoriale	Pag.	3
Composizione del Consiglio Direttivo	»	5
Tavola Rotonda	»	11

Contributi dei soci
Note originali

Applicazione del modello EPIC per la classificazione del pedoclima e confronto con altri metodi e con indici climatici	Pag.	61
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	----

Contributi dei soci
Note di carattere generali

Le proprietà microbiologiche come potenziali indicatori nel monitoraggio dell'inquinamento del suolo.....	Pag.	89
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------	----

I soci ci informano

È necessario un manuale per il rilevamento del suolo?	Pag.	125
Breve nota informativa sui lavori "International Congress on soils of tropical forests ecosystem/3RD conference on forest soils"	»	127
Working conference long-term perspectives for effects of rural land use changes on soil contaminants	»	130
Un prestigioso riconoscimento per il Prof. Nicola Senesi	»	132
Gruppo Italiano AIPEA	»	134
Corso di formazione AIPEA 1996	»	138
Corso di formazione 1996.....	»	139
Date da ricordare	»	141
Fresco di stampa	»	145
Classificazione e cartografia del suolo - 1995.....	»	147
Elenco soci	»	150



SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO

Domanda di associazione

Alla SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO
c/o Istit. Sper. Studio Difesa Suolo
Piazza Massimo D'Azeglio, 30
50121 FIRENZE

Il sottoscritto chiede di essere ammesso a far parte della Società Italiana della Scienza del Suolo.

Allega: curriculum dettagliato ed elenco delle pubblicazioni.

Cognome

Nome Titoli

Indirizzo ufficio

.....

Indirizzo abitazione

.....

Commissioni delle quali intende far parte (non più di tre)

- 1. Fisica del suolo
- 2. Chimica del suolo
- 3. Biologia del suolo
- 4. Fertilità del suolo e nutrizione delle piante
- 5. Genesi, classificazione e cartografia del suolo
- 6. Tecnologia del suolo
- 7. Mineralogia del suolo

Desidero altresì far parte della Società Internazionale

Sì No

Firma dei Soci presentatori

Firma

1)

2)

Data



