

SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO

SCAN

ATTI

DELLA TAVOLA ROTONDA SUL TEMA  
«LA FERTILITÀ DEL SUOLO»

FIRENZE

16 maggio 1973

SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO

# A T T I

DELLA TAVOLA ROTONDA SUL TEMA

«LA FERTILITÀ DEL SUOLO»

FIRENZE

16 maggio 1973

COMITATO ORGANIZZATORE

Prof. ALBERTO MALQUORI

Prof. SERGIO CECCONI

Dr. VERIANO VIDRICH

Dr. VINCENZO BRUNO

Dr. MARCO FRANCI

Prof. PAOLO FUSI

TAVOLA ROTONDA  
SU  
LA FERTILITÀ DEL SUOLO

SALUTO DEL PROF. STEFANELLI

In questa antica sede, l'Accademia dei Georgofili è lieta di dare ospitalità alla Società Italiana per la Scienza del Suolo (S.I.S.S.) per svolgervi questo suo Convegno sulla fertilità del suolo.

In assenza del Presidente, Prof. Marino Gasparini, sono lieto di dare il benvenuto al Presidente della S.I.S.S., Prof. Fiorenzo Mancini, ai Relatori, ai Membri della Società ed ai presenti; e di formulare l'augurio, che è anche certezza, per la buona riuscita di questo Convegno e, più in generale anche per l'attività della Società Italiana per la Scienza del Suolo che opera su un « oggetto » così importante e difficile quale è il suolo nella accezione più generale della parola.

INTRODUZIONE DEL PROF. SERGIO CECCONI

Quando in sede di Consiglio Direttivo della S.I.S.S. cominciammo a parlare dell'utilità di tenere una tavola rotonda sulla fertilità, l'idea mi piacque molto. Quando però si dovette passare dall'idea generica all'attuazione pratica e cioè alla preparazione di una relazione generale, Vi confesso che il piacere cominciò rapidamente ad attenuarsi.

I problemi della fertilità infatti sono in numero così grande da avere bisogno di trattazione preliminare delle conoscenze di base, fisiche, chimiche, biologiche, agronomiche, ecc.

Poiché quindi una trattazione esauriente avrebbe dovuto comprendere gli argomenti svolti in tutti gli insegnamenti tenuti nelle Facoltà di Agraria e anzi molti di più, ho dovuto piluccare qua e là qualche grano di scienza,

non certo per farvi una lezione su cose che sapete probabilmente meglio di me, ma per introdurre il numero più grande possibile di argomenti in modo da suscitare quella che spero sia una discussione ampia e spregiudicata.

### *Fertilità del suolo*

La fertilità del suolo può essere apprezzata solo attraverso la vita delle piante e la produzione totale o parziale di dette piante.

### *Fattori influenzanti la crescita delle piante*

Che le piante non possano crescere indefinitamente è assai facile da intuire, ma quale sia il massimo di produzione raggiungibile da una data pianta è altrettanto difficile a definire. Infatti il concetto di Mitscherlich secondo il quale si ottiene la massima produzione quando c'è carenza di alcun fattore di crescita è del tutto teorico e non è verificabile sperimentalmente in quanto a tutt'oggi non sono stati probabilmente identificati tutti i fattori di crescita.

Consideriamo allora i fattori conosciuti.

### *Fattori genetici*

L'importanza dei fattori genetici è dimostrata dal grande aumento di produzione provocato in questi ultimi anni in seguito all'impiego di varietà nuove, come ad es. quella del mais ibrido, ecc.

L'alta potenzialità di produzione e altre caratteristiche come qualità, resistenza alle malattie ecc., sono spesso funzione della costituzione genetica della pianta anche se ancora non è ben nota la ragione per la quale una varietà di pianta risulti migliore di un'altra. Sembra però accertato che i geni esercitino la loro influenza sui processi fisiologici attraverso il controllo dei meccanismi di sintesi degli enzimi.

*Varietà e necessità nutritive.* Benché sia ovvio che ad es. un mais ibrido ad alta produzione richieda una quantità di elementi nutritivi maggiore di un altro a produzione minore, molte volte questo fatto viene trascurato quando si passa da una ad un'altra varietà a più elevata produzione, con il risultato che, in condizioni di scarsa fertilità, ad una data varietà può non essere permesso di sviluppare l'optimum della sua capacità produttiva.

D'altra parte nei suoli ad alta fertilità le nuove varietà possono impoverire il suolo più rapidamente delle vecchie meno produttive e la

produzione può essere eventualmente depressa se il suolo stesso non viene provvisto di quantità supplementari di elementi nutritivi.

La maggior parte delle ricerche di miglioramento delle piante, compresa la riproduzione, sono state condotte in suoli a fertilità media, per riportarsi alle condizioni che si ritrovano più numerose nella pratica. L'errore di questa programmazione, oggi ben compreso da molti, consiste nell'aver portato alla selezione di ibridi, di varietà, che sono le più efficaci estraenti di elementi nutritivi dal suolo mentre è stata trascurata spesso la selezione di varietà che avrebbero dato produzioni anche maggiori ma che sono state scartate a causa di un ambiente inadatto e nella fattispecie a causa di un suolo, per esse, a bassa fertilità.

Bisogna quindi sperimentare i nuovi materiali genetici a livelli di fertilità del suolo differenti in modo che possano esprimere per intero la loro capacità di produzione, in funzione del livello nutrizionale.

Occorre d'altra parte tenere presente che quando si opera con materiali genetici ad alta produttività in terreni ad alta fertilità aumentano spesso gli effetti dovuti ai parassiti, alle malattie in genere e alle erbe infestanti per cui in assenza di trattamenti adeguati si corre il rischio di scartare questi nuovi promettenti materiali genetici in un programma di ricerca o di farli fallire in esperimenti pratici.

*Interazioni varietà-fertilità.* È stato dimostrato da lungo tempo che diverse varietà di piante danno generalmente risposte differenti alla somministrazione della stessa quantità di fertilizzanti; le varietà più esigenti, cioè le varietà con un campo di adattabilità più ristretto, mostrano una interazione varietà-fertilizzazione più evidente delle varietà più adattabili.

Le esperienze moderne vengono quindi effettuate su suoli a bassa fertilità naturale con aggiunta degli elementi nutritivi necessari in quantità adeguate a quella data varietà, in modo che la scelta di una o di un'altra varietà o ibrido viene decisa non in base al livello di fertilità del suolo ma piuttosto in funzione della loro resistenza ai parassiti, alle malattie, a condizioni sfavorevoli di umidità e di temperatura.

#### *Fattori ambientali*

Se consideriamo l'ambiente come l'insieme di tutte le condizioni e influenze esterne che hanno azione sulla vita e lo sviluppo di un organismo, i fattori più importanti per la loro influenza sulla crescita delle piante sono:

- 1) Temperatura
- 2) Disponibilità di acqua

- 3) Energia radiante
- 4) Composizione atmosferica
- 5) Aria tellurica
- 6) Reazione del suolo
- 7) Fattori biotici
- 8) Disponibilità di elementi nutritivi minerali.

Alcuni di questi fattori come la disponibilità di acqua, l'aria tellurica, la reazione del suolo, la disponibilità di elementi nutritivi minerali sono strettamente collegati con le caratteristiche chimiche e fisiche del suolo.

### 1) *Temperatura*

Direttamente la temperatura influenza diverse funzioni della pianta quali la fotosintesi, la respirazione, la permeabilità delle pareti cellulari, l'assorbimento dell'acqua e degli elementi nutritivi, la traspirazione, l'attività in genere degli enzimi.

La fotosintesi è influenzata dalla temperatura solo in determinate condizioni come ad es. quando con luce sufficiente la CO<sub>2</sub> rappresenta, il fattore limitante.

La respirazione aumenta con il crescere della temperatura (Ormrod D. P., *Photosynthesis rates of young rice plants as affected by light intensity and temperature*, « Agron. J. », 51, 363, 1959) ma almeno per alcune piante la velocità di respirazione decade piuttosto rapidamente dopo alcune ore di temperatura elevata.

Per molte piante della zona temperata l'optimum di temperatura per la fotosintesi è più basso di quello per la respirazione e ciò può essere una delle ragioni per i più alti raccolti di colture amilacee come il mais e le patate nei climi più freddi rispetto a quelli più caldi.

È possibile anche che sotto condizioni di temperature prolungate al di sopra dell'optimum per la fotosintesi una pianta possa letteralmente soffrire per fame semplicemente perché la respirazione ha luogo più rapidamente della fotosintesi.

La traspirazione, anch'essa funzione della temperatura, può in certe condizioni superare il valore dell'acqua assorbita per via radicale, portando in un tempo più o meno breve all'appassimento.

Anche l'assorbimento radicale dell'acqua aumenta con l'aumentare della temperatura, ma la quantità di acqua utilizzabile dalle piante presenti in un suolo non può competere generalmente con quella traspirabile.

Una bassa temperatura del suolo ritarda anche l'assorbimento degli

ioni in soluzione da parte delle radici, a causa probabilmente e della minore permeabilità della membrana cellulare e della diminuzione della intensità respiratoria (Worley R. E., Blaser R. E., Thomas G. W., *Temperature effect on potassium uptake and respiration by warm and cool season grasses and legumes*, « Crop. Sci. », 3, 13, 1963).

La temperatura inoltre influenza indirettamente la vita delle piante per le sue relazioni con l'attività dei nitrobatteri e della maggior parte degli organismi eterotrofi.

Anche il pH risente degli effetti del calore del suolo; si è notato infatti che il valore del pH tende ad abbassarsi in estate in funzione probabilmente della maggior attività microbica che produce CO<sub>2</sub> e quindi H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (respirazione). Anche se non appaiono a prima vista molto importanti, queste pur piccole variazioni di pH, nei terreni sub-acidi, possono influenzare la disponibilità di microelementi quali Mn, Zn, Fe.

La temperatura altera la composizione dell'aria tellurica attraverso l'attivazione della respirazione dei microorganismi e delle radici delle piante, influenzando in definitiva l'abilità di queste ultime ad assorbire elementi nutritivi.

Tutte le reazioni dirette o indirette tra temperatura e vita delle piante sono importanti perché talvolta la temperatura del suolo può appunto rappresentare il fattore limitante.

La conoscenza dell'andamento della temperatura del suolo può giocare un ruolo determinante per le colture da inscatolare o surgelare perché ci permette di ottenere un flusso costante di prodotti una volta calcolate le date di impianto e di raccolta di tali colture.

## 2) *Disponibilità di acqua*

Entro i limiti di poca o di troppa acqua la crescita delle piante è proporzionale alla quantità di acqua disponibile. È stato dimostrato che mentre a parità di acqua si poteva avere un aumento di produzione vegetale con dosi crescenti di N, allo stesso risultato si poteva arrivare a parità di N e con quantità crescenti di acqua (Fernandez R., Laird R. J., *Yield and protein content of wheat in Central Mexico and affected by available soil moisture and nitrogen fertilization*, « Agron. J. », 51, 33, 1954).

L'acqua disponibile non influenza solo l'aspetto quantitativo ma anche quello qualitativo della produzione. Si sa infatti come ad es. il contenuto proteico del grano varia spesso in ragione inversa del livello di acqua disponibile nel suolo.

Poiché con l'aumentare dell'acqua nel suolo, andando dal punto di



appassimento alla capacità di campo, si ha un aumento dell'assorbimento di elementi nutritivi da parte delle piante, viene ad aumentare nei suoli a bassa fertilità anche la risposta alla fertilizzazione (Scaesbrook C. E., Bennet O. L., Pearson R. W., *The information of nitrogen and moisture on cotton yields and other characteristics*, « Agron. J. », 51, 718, 1958).

Quando i pori sono quasi tutti riempiti con acqua la respirazione radicale diminuisce e con essa l'assorbimento nutrizionale (Brown D. A., Place G. A., Pettiet J. V., *The effect of soil moisture upon cation exchange in soils and nutrient uptake by plants*, « Trans. 7th Congr. Soil Sci. », 3, 443, 1960).

L'acqua del suolo influenza la vita delle piante anche indirettamente per il suo effetto sull'attività dei microorganismi che viene a decrescere in condizioni di umidità troppo elevata o troppo bassa.

### 3) *Energia radiante*

L'energia radiante è un fattore significativo della crescita delle piante; sono importanti sia la qualità che la quantità e l'intensità della luce.

Anche se l'intero spettro della luce influenza positivamente la crescita delle piante, la qualità della luce e cioè la sua lunghezza d'onda, potrà rivestire in un futuro più o meno prossimo una certa importanza, ovviamente per aree ristrette, per colture controllate. Le radiazioni blu e rosse sono le più efficaci (Nettler L. W., Gibbs G. H., *The response of alfalfa varieties to photoperiod, color of light and temperature*, « Agron. J. », 51, 727, 1959).

Per quanto riguarda l'intensità della luce le piante, pur diversificandosi nella loro risposta all'illuminazione (Waggoner P. E., Moss D. N., Hesketh J. D., *Radiation in the plant environment and photosynthesis*, « Agron. J. », 55, 36, 1963), crescono di solito bene a intensità minori della piena insolazione.

Poiché alcune piante preferiscono zone ombreggiate, e altre zone soleggiate, in una coltura mista si può verificare una competizione fra due specie per quanto riguarda la luce. Donald, in Australia, notando che una eccessiva fertilizzazione azotata ha provocato una competizione graminacee-leguminose a tutto vantaggio delle prime arriva alle seguenti conclusioni (Donald C. M., *The interaction of competition for light and for nutrients*, « Australian J. Agr. Res. », 9, 421, 1958): la maggiore quantità di N somministrato fa aumentare in particolare la produzione di graminacee, con sviluppo di una loro maggiore superficie fogliare, disposta al di sopra della massa fogliare del trifoglio. Sarebbe quindi la diminu-

zione della intensità luminosa che colpisce le leguminose a ridurre la crescita di queste ultime.

La scomparsa di leguminose dall'associazione, prima che Donald considerasse l'intensità luminosa come il precedente fattore limitante, era generalmente attribuita ad una competizione per l'acqua e per gli elementi nutritivi, in specie il K.

Oltre alla qualità, quantità e intensità della luce, assume talvolta una grande importanza la durata dell'illuminazione. Vi sono infatti piante che fioriscono solo se fruiscono di breve esposizione alla luce giornaliera (Short-day) e che altrimenti si sviluppano vegetativamente senza terminare il loro ciclo produttivo. Altre piante invece come ad es. il grano e il trifoglio si comportano nel modo opposto.

La conoscenza dell'esistenza di una relazione fra la vita della pianta e la durata della luce del giorno (fotoperiodismo) ha portato allo sviluppo di varietà più adatte a zone specifiche. Ad es. i crisantemi vengono fatti fiorire in serra, in tempi determinati, semplicemente attraverso il controllo del fotoperiodo.

#### 4) *Composizione dell'aria atmosferica*

L'importanza della quantità di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera nel processo fotosintetico è troppo nota per parlarne in una trattazione anche generica sui problemi della fertilità. D'altra parte il controllo della CO<sub>2</sub> atmosferica è possibile solo in ambienti chiusi e quindi è strettamente collegato solo alle colture protette. Un problema a parte è costituito dalle eventuali sostanze tossiche presenti nell'atmosfera in vicinanza di fabbriche (CO, SO<sub>2</sub>, HF, ecc.) ma questo può essere risolto unicamente con la chiusura delle fabbriche o almeno con la depurazione, all'uscita, dei fumi industriali.

#### 5) *Struttura del suolo e composizione dell'aria tellurica*

La struttura e la stabilità di struttura di un terreno, specie se considerevolmente limoso e argilloso, ha un notevole effetto sulla vita sia delle radici che della parte epigea.

Una cattiva struttura del suolo infatti porta ad un'alta densità apparente, ad una maggiore compattezza e quindi ad una minore porosità del suolo il che si traduce spesso in una ristretta crescita delle piante e anche in una minore risposta alla fertilizzazione (Berstrand A. R., Kohnke H., *Subsoil conditions and their effects on oxygen supply and the growth of corn roots*, « Soil Sci. Soc. Am. Proc. », 21, 135, 1957).

La struttura del suolo può influenzare anche la qualità del prodotto

agrario. È stato visto ad es. (Flocker W. J., Vomocil C. A., Howard F. D., *Some growth response of tomatoes to soil compaction*, « Soil Sci. Soc. Am. Proc. », 23, 188, 1959) che piante di pomodoro cresciute su terreni compatti sono particolarmente ricche di antocianine e tendono ad avere un alto contenuto di proteine e un basso tenore zuccherino.

Come abbiamo detto la cattiva struttura del suolo è associata con una bassa porosità e quindi con l'aumento della resistenza alla penetrazione delle radici e influisce negativamente sulla velocità di diffusione dell'O<sub>2</sub> e in definitiva sulla respirazione radicale (Letey J., Lunt O. R., Stolzy L. N., Szuzkiewics T. E., *Plant growth, water use, and nutritional response to rhizosphere differential of oxigens concentration*, « Soil Sci. Soc. Am. Proc. », 25, 183, 1961).

Quando la densità apparente non è il fattore limitante la diffusione dell'O<sub>2</sub> nel suolo è determinata dalla presenza dell'acqua nei pori.

#### 6) *Reazione del suolo*

L'importanza della reazione del suolo nei confronti della crescita delle piante è talmente nota che ogni serio coltivatore sa che le piante prediligono ciascuna un determinato campo di pH del suolo al di fuori del quale la pianta stessa muore o cresce stentatamente: egli quindi insedierà una o un'altra coltura in funzione del pH del suolo a sua disposizione.

Qualche problema può invece sorgere quando ad es. suoli inizialmente neutri vanno acidificandosi o suoli inizialmente acidi vengono nutrilizzati. In questi casi infatti si verificano cambiamenti che possono avere effetti significativi sulle piante o almeno su alcune di esse.

Una diagnosi può talvolta essere fatta visualmente, ma in genere la valutazione delle relazioni suolo-pianta è un problema di ricerca in quanto la conoscenza unicamente del pH del suolo non permette di conoscere il valore della risposta della pianta ai diversi gradi di acidità. L'acidità del suolo influisce infatti non tanto direttamente quanto attraverso la mobilitazione delle sostanze tossiche e degli elementi nutritivi e il suo effetto sulle attività microbiologiche.

*Sostanze tossiche.* Fino a non molto tempo fa si pensava che l'effetto negativo dei terreni acidi sulle piante fosse dovuto all'azione degli ioni idrogeno, ma si è oggi visto sperimentalmente che in soluzioni nutritive, senza suolo, molte piante hanno uno sviluppo soddisfacente a valori di pH nettamente inferiori a quelli tollerati dalle medesime piante nel terreno. Ad es. l'orzo che spesso muore nei suoli a pH = 5 può crescere benissimo in soluzioni nutritive a pH = 4,5 (Ligon W. S., Pierre W. H.).

*Soluble aluminium studies. Minimum concentration of aluminium found to be toxic to corn, sorghum, and barley in culture solutions*, « Soil Sci. », 34, 307, 1932).

Si è visto inoltre che i succhi interni delle radici di molte piante hanno valori di pH di circa 4, valori che non cambiano in seguito alla calcitazione dei suoli sui quali sono insediate. Il fatto che il fluido interno della pianta tolleri un campo di pH con un valore al quale un terreno si gioverebbe di una calcitazione ci dice che l'acidità specifica del suolo non è il principale agente tossico verso la pianta (Small J., *Modern aspects of pH with special references to plants and soils*, Balliere Tindal and Cox, London, 1954).

Ovviamente a valori molto alti di acidità (ad es. a  $\text{pH} = 3$ ) anche gli ioni  $\text{H}^+$  posseggono una tossicità specifica (Arnon D. I., Johnson C. M., *Influence of hydrogen concentration on the growth of higher plants under controlled conditions*, « Plant Physiol », 17, 525, 1942).

La vecchia teoria include anche la possibile tossicità oltre che degli ioni  $\text{H}^+$  anche degli anioni che accompagnano l'acido.

In verità nel suolo sono stati individuati acidi organici quali l'ossalico, il fumarico, il citrico, ecc. del resto normali costituenti di tutte le piante, ma in concentrazioni tali da escludere ogni loro eventuale possibilità di essere tossici. Solo raramente e in zone localizzate sono stati individuati acidi organici tossici quali il benzoico, il trans-cumarico, il para-cumarico, ecc.

*Alluminio.* La tossicità dell'ione Al idrato è provata dal fatto che aggiungendolo alle soluzioni nutritive anche in concentrazioni bassissime si deprime la crescita delle piante. Ad es. la quantità di Al mobile nei suoli con pH 5 si trova generalmente nel campo di concentrazioni in cui, nelle soluzioni nutritive, la tossicità dell'Al appare assai nettamente.

È stato osservato sperimentalmente che l'Al, in condizioni di tossicità, si accumula sulla superficie delle radici e nel cortex e in quest'ultimo principalmente nel protoplasma cellulare, specie nel nucleo. Sembra che all'interno dell'endoderma l'accumulo di Al sia scarso o addirittura nullo (Wright K. E., Donahue B. A., *Alluminium toxicity studies with radioactive phosphorus*, « Plant Physiol. », 28, 674, 1953).

L'azione tossica dell'Al si esplica principalmente:

a) attraverso l'immobilizzazione del P con formazione di fosfati insolubili di Al e quindi con l'immobilizzazione del P nella pianta stessa.

b) Attraverso reazioni fra l'Al e le sostanze pectiche delle pareti cellulari delle cellule giovani si causa una diminuzione prematura della

loro plasticità che porta all'inibizione dell'allungamento (Ronson J. H., *The effect of aluminum of legume nutrition*, « Nutrition of the legumes », Ed. E. G. Hallsworth, Proc. Univ. Nottingham Fifth Easter School in « Agr. Sci. », 1958, Butterworth Scientific Publications, London).

La tossicità dell'Al provocando una generale diminuzione della permeabilità del protoplasma cellulare determina la diminuzione dell'assorbimento degli elementi nutritivi e dell'acqua fino a portare, in casi estremi, anche all'appassimento della pianta stessa.

Si è notato inoltre che alcune varietà di grano sono più resistenti di altre all'azione dell'Al in quanto tendendo a mantenere un pH più elevato intorno alle loro radici riescono probabilmente a provocare la precipitazione dell'Al nel suolo invece che nelle radici (Foy C. D., Burns G. R., Brown J. C., Fleming A. C., *Differential aluminum tolerance of two wheat varieties associated with plant-induced pH changes around their roots*, « Soil Sci. Soc. Amer. Proc. », 29, 64, 1965).

*Manganese.* Nei suoi acidi il Mn si comporta come l'Al portando alla carenza dello sviluppo radicale e quindi ad una diminuzione dell'assorbimento idrico e minerale. La tossicità per Mn che sembra essere specifica e non collegata ad es. con il P, come abbiamo visto per l'Al, diviene un problema importante nei suoli acidi che sono stati vaporizzati, operazione assai comune per le colture protette. La vaporizzazione provoca una insolita, alta concentrazione di Mn solubile e scambievole come risultato della riduzione operata dalla sostanza organica riscaldata.

L'acidità causa inoltre una influenza negativa su tutti i processi del suolo collegati con l'attività della popolazione microbica il cui sviluppo è limitato dalla disponibilità di cibo; tutto ciò porta ad una competizione fra i differenti organismi. Ad es. i danni provocati dai funghi sono molto maggiori nei terreni acidi non perché questi crescano meglio a bassi pH ma piuttosto perché avendo una migliore adattabilità all'ambiente acido rispetto ai batteri hanno un minor numero di organismi antagonisti o competitori.

#### 7) *Fattori biotici*

I fattori biotici presentano un continuo rischio per le operazioni agricole e sono una potenziale minaccia di riduzione se non di annullamento della crescita delle piante.

L'aumento della intensità di fertilizzazione può provocare insieme all'aumento della produzione vegetativa anche migliori condizioni per

alcuni organismi nocivi. Anche lo sbilanciamento quantitativo degli elementi nutritivi assimilabili dalle piante può essere una ragione per l'aumentata incidenza della malattia (Hoocker A. L., Johnson P. E., Sturlaff M. C., Pardee W. D., *Soil fertility and northern corn leaf blight infection*, « Agron. J. », 55, 411, 1963).

La presenza di organismi nocivi può imporre talvolta la richiesta della somministrazione di fertilizzanti in eccesso per sopperire alla riduzione dell'assorbimento nutrizionale delle piante (Wilcox G. E., Hollis J. P., Fielding N. J., Newson L. D., Russel D. A., *The effect of nematode control on the growth and nutrition of certain agronomi crops*, « Agron. J. », 51, 17, 1959).

Per fortuna questi organismi nocivi possono essere controllati attraverso una rotazione delle colture e/o con adeguati trattamenti chimici del suolo.

Strettamente collegato con quanto abbiamo detto è anche il problema degli insetti la presenza di alcuni dei quali può essere incoraggiata da intense fertilizzazioni, ma in questo campo si sono fatti veramente passi avanti in questi ultimi 20-30 anni con la produzione di modificazioni, resistenti agli insetti, di certe colture e con la comparsa sul mercato di insetticidi eccellenti.

Le erbe infestanti costituiscono un altro serio ostacolo al raggiungimento del massimo raccolto, per la loro competizione, per l'acqua, gli elementi nutrizionali e, in qualche caso, per la luce.

Anche le erbe infestanti possono essere facilmente tenute sotto controllo con un'adeguata pratica colturale o con trattamenti chimici, specie per colture ad alto reddito.

#### 8) *Disponibilità di elementi nutritivi*

*Azoto.* L'azoto viene assorbito dalla pianta principalmente e spesso senza preferenze, sia come  $\text{NH}_4^+$  che come  $\text{NO}_3^-$  in funzione delle caratteristiche ossidoriduttive del suolo. Un adeguato rifornimento di N è associato con una vigorosa crescita vegetativa e con lo sviluppo del colore verde.

Quantità eccessive di N possono talvolta prolungare il periodo di crescita e ritardare la maturità, specie in assenza di adeguate quantità di altri elementi nutrizionali.

L'N è strettamente collegato all'utilizzazione dei carboidrati i quali, quando l'N è insufficiente si accumulano nelle cellule vegetative che vengono rese più solide. Quando l'N è adeguato si possono invece formare

proteine e quindi si depositano nella parte vegetativa minori quantità di protoplasma, che essendo molto idratato induce una maggiore succulenza nella pianta. La succulenza può essere talvolta un fattore positivo (insalata), o negativo (cotone, allettamento) così come una eccessiva quantità di N può, facendo diminuire la quantità di zucchero, peggiorare la qualità delle barbabietole.

*Fosforo.* Viene assorbito come  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  e come  $\text{HPO}_4^{=}$  in funzione del pH. Una buona disponibilità di P è associata con un buon sviluppo radicale, con un anticipo della maturazione, specie dei cereali e con una migliore formazione dei semi. Ricordiamo che il P è davvero onnipresente nei meccanismi vitali ed è l'elemento essenziale nei processi di trasferimento energetico nelle piante e negli animali.

*Potassio.* Viene assorbito come  $\text{K}^+$ . Questo elemento anche se apparentemente non fa parte integrante del protoplasma, della cellulosa, dei grassi come l'N, il S, e il P e molti altri, è tuttavia essenziale specialmente come agente catalitico, ad es. nelle seguenti funzioni fisiologiche:

- 1) Metabolismo dei carboidrati (sintesi, demolizione e trasferimento dell'amido).
- 2) Metabolismo dell'azoto e sintesi delle proteine.
- 3) Neutralizzazione di acidi organici.
- 4) Attivazione di enzimi.
- 5) Attivazione della crescita del tessuto meristematico.
- 6) Aggiustamento dei movimenti degli stomi e di quello dell'acqua.

*Calcio.* Viene assorbito come  $\text{Ca}^{++}$ . Le funzioni del Ca nella pianta non sono state ancora chiaramente definite.

Mentre infatti sembrava assodata la sua necessità nella formazione delle lamelle mediane attraverso la formazione del pectato di Ca, le ricerche più recenti mettono in dubbio che la lamella sia specificamente formata da pectato di Ca.

*Magnesio.* Viene assorbito come  $\text{Mg}^{++}$ . È richiesto, oltre che per la formazione di clorofilla, per l'attivazione di alcuni enzimi collegati con il metabolismo dei carboidrati specialmente nel ciclo di Krebs e quindi nella respirazione.

Il Mg è inoltre un importante catalizzatore nelle reazioni di fosforilazione nel metabolismo azotato.

*Solfo.* Viene assorbito come  $\text{SO}_4^-$  ridotto nella pianta a  $\text{SH}^-$ . È richiesto nella sintesi degli amminoacidi solforati, attiva certi enzimi proteolitici ed è un costituente di alcune vitamine, del glutine e del coen-

zima A. È inoltre collegato alla sintesi dell'olio ad es. nelle arachidi, nella soia, nel lino, ecc.

*Boro.* Viene assorbito come  $B_4O_7^{=}$ ,  $H_2BO_3^-$ ,  $HBO_3^=$  e anche come  $BO_3^{=-}$  in funzione del pH, generalmente in quantità limitatissime.

Si sa che il B nel metabolismo dei carboidrati facilita il movimento degli zuccheri e ostacola la loro eccessiva polimerizzazione e quindi anche la formazione dell'amido.

*Ferro.* Viene assorbito sia come ione  $Fe^{++}$  e  $Fe^{+++}$  che come complesso organico. Le funzioni specifiche del ferro consistono principalmente nell'attivazione di diversi enzimi collegati a reazioni di ossido riduzione, idrogenasi fumarica, catalasi, ossidasi e citrocromi. È importante nella sintesi della clorofilla, anche se a differenza degli enzimi sopra ricordati, non fa parte della molecola.

*Manganese.* Viene assorbito come ione manganoso  $Mn^{+2}$  e in combinazioni con alcuni complessanti organici come l'EDTA. Come il ferro e altri elementi pesanti, il Mn ha importanza nell'attività degli enzimi relativi al metabolismo dei carboidrati, alle reazioni di fosforilazione, al ciclo di Krebs, sull'arginasi, cisteine desulfidasi, desossiribonucleasi, amido fosfatasi, ecc.

*Rame.* È assorbito come ione rameico  $Cu^{++}$  o come complesso organico (EDTA). È un attivatore enzimatico.

*Zinco.* È assorbito come ione  $Zn^{++}$  o come chelato organico (EDTA).

*Molibdeno.* È probabilmente assorbito come  $MoO_4^{=}$ . È richiesto dal Rhizobium per la fissazione dell'N e per la riduzione dei nitrati nelle non leguminose. Poiché la fissazione, l'assimilazione e la riduzione dell'N sono reazioni necessarie per la susseguente sintesi proteica una deficienza di Mo può portare ad un accumulo di nitrati.

*Cloro.* È assorbito come ione  $Cl^-$ . Non si sa quasi nulla sul ruolo del Cl nella nutrizione.

### *Problemi di fertilità*

Mentre fino a 40-50 anni fa una larga parte dell'aumento della produzione agraria era effettuato aumentando la superficie delle terre messe a coltura, oggi invece deve essere compiuta attraverso un più grande raccolto per ettaro e cioè attraverso un miglioramento della fertilizzazione e di tutte le altre pratiche agricole.



### *Problemi nuovi*

Con il passare del tempo sono sorti numerosi problemi che con tutta probabilità aumenteranno di numero in futuro. La richiesta nutritiva delle nuove varietà colturali che man mano vengono introdotte può essere talvolta assai diversa da quella delle varietà correntemente coltivate. Ad es. alcuni nuovi mais ibridi richiedono una maggior quantità di Mg e qualche nuova varietà di tabacco maggiori quantità di K.

Poiché in questi ultimi anni sono stati messi in commercio fertilizzanti di tipo diverso può essere preferibile la somministrazione di qualcuno di essi in una limitata quantità di suolo piuttosto che in strisce.

Più alti raccolti inoltre presuppongono più elevate rimozioni di elementi nutritivi e quindi la necessità di una intensa fertilizzazione e se questa non comprende microelementi devono aspettarsi deficienze di microelementi sempre più comuni.

Nuovi problemi si presentano continuamente quando vengono iniziati programmi di colture specifiche in parti diverse di un paese in quanto le esperienze condotte in una determinata zona non possono ovviamente essere valide su terreni di caratteristiche, e di condizioni ambientali differenti.

### *Sistemi di coltivazione e lavorazione del suolo*

Il principale obiettivo di ogni pratica agricola e sistemazione del suolo è di sostenere una proficua produzione. L'erosione superficiale del suolo è un sintomo di una scarsa cura del suolo, e non una causa primaria che è invece generalmente rappresentata dall'impoverimento della quantità di elementi nutritivi (Scarseth G. D., *Mand and its Earth*, Ames, Iowa State University Press, 1962).

La produzione agricola nei paesi più progrediti è andata gradualmente aumentando in questi ultimi anni, ma dalla fine del secolo scorso al 1930-35 si erano osservati cali di produzione anche sensibili a causa di un abbassamento del livello di fertilità del suolo con diminuzioni di sostanza organica, e quindi di N, mentre le asportazioni di P, Ca, Mg, S, K, erano generalmente maggiori delle quantità che ritornavano al suolo in forma di letame e di fertilizzanti commerciali.

Quando in questi anni si avevano aumenti di produzione questi erano dovuti di solito all'impiego di varietà migliori, al controllo delle malattie e degli insetti, alle pratiche agricole, alla meccanizzazione, al drenaggio, alle calcitazioni, ecc.

Ciò dimostra che la misurazione del raccolto di un certo numero di anni non può dare la misura della fertilità di un suolo.

Il marcato aumento di produzione di questi ultimi anni è dovuto, almeno per il 40-70% al maggiore uso dei fertilizzanti (Christensen R. P., Aimes R. O., *Economic efforts of acreage control programs in the 1950's*, ERS, USDA, « Agr. Econ. Rpt. », n. 18, 23, 1926). È stato calcolato negli USA che negli anni 1951-55 ogni tonnellata di fertilizzanti è equivalsa alla messa a coltura di 7,5 ettari di terreno.

Nelle regioni aride ove l'acqua è il massimo fattore limitante della fertilità, quest'ultima è diminuita molto lentamente e l'eventuale calo di produzione è da imputare probabilmente più ad una perdita di suolo superficiale per erosione che all'azione della coltivazione.

#### *Coltivazioni e sistemazioni del suolo*

Nella scelta del tipo di coltivazione e di sistemazione del suolo in vista della massima produzione bisogna tener conto di diversi fattori come la sostanza organica, la lavorazione, il rifornimento di elementi naturali, l'incidenza delle malerbe, malattie, insetti, l'umidità e l'erosione del suolo.

I terreni possono differire grandemente nelle loro caratteristiche e quindi nel tipo di sistemazione richiesta.

*La sostanza organica del suolo.* Secondo alcuni il contenuto di sostanza organica è una indicazione della fertilità di un suolo e l'apporto di sostanza organica è funzione della stessa crescita delle piante erbacee in azienda, sia direttamente per i cascami o i residui vegetali, sia indirettamente attraverso una maggior quantità di cibo per gli animali e quindi una maggior quantità di letame (Bradfield R., *The fertilizer Handbook*, W. H. Garman ed. National Plant Food Institute, 120, 1963).

I sistemi di coltivazione influenzano la sostanza organica del suolo. La lavorazione del suolo aumenta l'aereazione e quindi favorisce la decomposizione della sostanza organica, per cui ad es. un sistema di lavorazione a larghi filari comporta una scomparsa di sostanza organica maggiore di un sistema *sod-crops*.

Si sono osservati casi di terreni a buon contenuto di sostanza organica in cui la lavorazione faceva aumentare il raccolto di piante non leguminose (senza fertilizzazione azotata) in quanto la maggiore decomposizione della sostanza organica aveva come conseguenza un rilascio di N maggiore. Ciò porta però ovviamente ad un graduale impoverimento di N nel suolo.

D'altra parte colture differenti variano e nella quantità di residui e

nel contenuto di N in questi ultimi. Se il residuo ha bassi tenori di N, gran parte del C si sviluppa come CO<sub>2</sub> prima che si arrivi ad un rapporto C/N = 10-12, per cui ad es. l'interramento degli stocchi di mais è molto più efficace del mantenimento della dotazione organica del suolo, se il mais stesso è stato preventivamente ben fertilizzato con N; in questo caso si ha infatti una maggiore produzione di sostanza organica umificata e quest'ultima è più ricca di N (Purch L. A., Allison F. E., Gaddy V. L., *The effect of green manure crops of varying carbon-nitrogen ratios upon nitrogen availability and soil organic matter content*, « J. Am. Soc. Agron. », 40, 237, 1948).

La somministrazione di N ai residui delle colture può favorire la dotazione organica del suolo, ma è meno efficace rispetto all'incremento delle colture successive di quello somministrato direttamente.

Parte dell'N infatti viene assimilato dai microorganismi in forma quindi non immediatamente assimilabile dalle piante, parte può essere perduto per volatilizzazione e dilavamento.

L'N inglobato nell'humus formato viene inoltre rilasciato in ragione di circa il 2% per anno finché il rapporto C/N, non raggiunge il punto in cui ogni ulteriore decomposizione è addirittura praticamente inibita.

Nelle prove fatte in zone diverse e in suoli diversi si è visto che generalmente operando su suoli vergini qualunque sistema di lavorazione porta ad una diminuzione di sost. organica. Risultati positivi si hanno invece su terreni poveri di sost. organica con sistemi di coltivazione sod-crops (Miller M. F., *Studies in soil nitrogen and organic matter maintenance*, Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull., 409, 1947).

### *Rotazioni e monoculture*

La coltura continua o monocultura è una pratica agricola già da lungo tempo seguita in diverse parti del mondo come ad es. il riso in estremo oriente, il grano nelle aree sub-umide dell'U.S.A., il cotone nel sud degli U.S.A.

La monocultura era riguardata in genere, fino a poco tempo fa, come un segno di agricoltura povera. Oggi invece ritorna in primo piano per alcune colture come il mais, in terreni ove l'erosione non rappresenta un serio pericolo. Poiché infatti la pianta di mais non secerne, né contiene alcun composto che possa recar danno al terreno, la caduta di produzione in monocultura deve essere associata per forza ad altri fattori.

Fino agli anni 50 la coltivazione continua del mais era portata come esempio di pratica indesiderabile, poiché si confrontavano parcelle a colti-

vazione continua senza adeguata fertilizzazione, in specie azotata, con parcelle a coltivazione con rotazioni con leguminose.

Operando più oculatamente si è visto in questi ultimi anni che in condizioni di elevata fertilizzazione il mais continuo dà generalmente luogo a produzioni inferiori non più del 15% rispetto al mais in rotazione in ambienti con buona disponibilità di acqua. In periodi di limitata umidità il mais susseguente alla leguminosa di rotazione può addirittura dare produzioni minori per carenza di acqua dovuta all'assorbimento di acqua profonda da parte della leguminosa stessa.

La monocoltura di mais può provocare perdite di terreno superficiale. Secondo Duncan e coll. (Duncan E. R., Schaller F. W., *Continuos corn*, « Plant Food Res. », 8, 2, 1962), la monocoltura di mais può essere effettuata senza alcun timore quando la pendenza del terreno non supera il 2%, mentre può provocare qualche danno in terreni con pendenza fra il 2 e il 5%. Terreni con pendenze maggiori sarebbero totalmente sconsigliabili.

Infatti benché aree ben fertilizzate di mais producano altrettanti residui come le leguminose, l'apparato radicale è però diverso da quello profondamente radicato dalle leguminose stesse. La coltivazione continua inoltre significa generalmente maggior traffico di macchine, maggiori sollecitazioni del suolo con possibili compattazioni il che può portare a un peggioramento della struttura e quindi ad una erosione superficiale.

Un altro fattore che specie in passato ostacolava questa monocoltura era costituito dall'aumentare con gli anni del pericolo delle malattie e degli insetti. Oggi la disponibilità di ottimi insetticidi e nematocidi ha reso possibile la continuazione per un certo numero di anni della stessa coltura.

Ricordiamo in sintesi i vantaggi dell'uno o dell'altro tipo di coltivazione:

#### A) Rotazione

1) Le leguminose a radicazione profonda hanno un'azione positiva sulla struttura del suolo.

2) La copertura vegetativa più continua delle leguminose ha azione positiva sulla stabilità della struttura.

3) Viene diminuita l'incidenza delle malattie e degli insetti, anche se come si è detto, esistono oggi in commercio ottimi prodotti chimici capaci di ovviare o almeno di combattere tali effetti.

Cambiando il tipo di residui delle colture si favorisce infatti la competizione fra gli organismi del suolo e si provoca la diminuzione dei patogeni.

4) Si ha una più ampia distribuzione del lavoro e una diversificazione delle entrate.

B) *Coltura continua o monocoltura*

- 1) Si possono avere profitti maggiori.
- 2) L'azienda può essere in zona con clima e con terreno specialmente adatto ad una specifica coltura.
- 3) I costi della meccanizzazione sono probabilmente più bassi.
- 4) Il coltivatore una volta specializzato in una data coltura può agevolmente rendersi esperto nel controllo degli organismi nocivi, dell'erosione, della fertilizzazione di tale coltura. È infatti molto difficile se non impossibile riuscire a fare un lavoro da esperti nella coltivazione per un largo numero di colture e di produzioni animali.
- 5) Il coltivatore può desiderare per varie ragioni di non essere completamente occupato con le pratiche colturali per tutto l'anno.

*Altri effetti dei sistemi di coltivazione sulla fertilità  
Concentrazione degli elementi nutritivi in superficie*

Piante diverse possono contenere in grado differente i macro e microelementi nutritivi e inoltre in funzione della profondità dell'apparato radicale assorbire certi elementi da zone a diversa profondità. Ad es. alternando colture a radici poco profonde con altre a radici profonde, queste ultime preleveranno elementi nutritivi da zone più basse di suolo per poi attraverso la decomposizione dei residui vegetali metterli a disposizione della susseguente coltura a radici più superficiali.

Questo fatto, è probabilmente uno dei benefici della rotazione specialmente per quegli elementi (micro) che non vengono solitamente compresi nei fertilizzanti (Bear F. R., *Variation in mineral compositing of vegetables*, « Soil Sci. Soc. Amer. Proc. », 13, 380, 1948).

*Effetti diversi*

Altri effetti delle pratiche colturali anche se non influenzano direttamente il mantenimento della fertilità del suolo, hanno però influenza sulla efficacia dei fertilizzanti e sulla produttività del suolo. Ad es. in coltura di tabacco continuata per alcuni anni sullo stesso appezzamento può aumentare considerevolmente il numero di certi nematocidi capaci di attaccare il tabacco, ma non altre piante, come ad es. il mais, arachidi, ecc.

Anche se la fumigazione del suolo aiuta a ridurre l'alta popolazione

dei microrganismi la rotazione delle colture può essere un metodo più economico; tutto dipende dal reddito della coltura principale.

La monocoltura può anche incoraggiare lo sviluppo di alcune malerbe, ma oggi l'impiego degli erbicidi ha reso il problema del tutto trascurabile.

Nel concludere questa mia conversazione, quanto mai frammentaria e lacunosa, voglio ancora una volta ricordare che tutto quanto ho riferito acquista un valore solo se è servito non certo per informare, ma per stimolare in qualcuno di coloro che hanno avuto la pazienza e la voglia di ascoltarmi, il desiderio di discutere sugli innumerevoli temi che fanno capo alle interazioni pianta-suolo-ambiente, e che vengono di solito indicate col nome generico e mai forse chiaramente definito di « Fertilità del suolo ».

PROF. MANCINI - Non sono certamente un uomo della fertilità e quindi sono venuto per ascoltare ed imparare, però mi competono doveri che desidero espletare immediatamente. Il primo, molto piacevole, è quello di porgere a nome della Società intera il ringraziamento più caloroso e cordiale al Chiar.mo Prof. Stefanelli, vicepresidente dell'Accademia dei Georgofili per questa signorile e così cortese ospitalità che ancora una volta l'Accademia ha voluto dare alla Società e di pregarlo di trasmettere al nostro consocio Prof. Marino Gasparini, Presidente dell'Accademia, il nostro ringraziamento più vivo. Mi compete anche di ringraziare il mio vecchio e caro amico Prof. Sergio Cecconi per questa relazione introduttiva che ha toccato una lunghissima serie di temi con aspetti i più diversi che sono sicuro susciteranno una vivace discussione e che comprendono, come più volte Cecconi ha ricordato, praticamente tutte le scienze agrarie. Gran parte quindi dei Soci presenti avranno titolo e avranno anche ragione di intervenire. Ritengo che la discussione sia la conclusione logica di questa introduzione e oso sperare che come per le volte precedenti, per le sedute che la Società ha avuto su temi diversi, la discussione sia viva, pungente, rapida e incisiva.

Già che ho la parola intendo anche ringraziare subito i collaboratori del Prof. Cecconi per questa loro opera di preparazione e di controllo dell'andamento della seduta odierna e augurargli buon lavoro per quello che li aspetta nel prossimo futuro per la rielaborazione di tutto il materiale che sortirà da questa nostra seduta odierna.

Credo di dovermi scusare con i consoci, non con voi che siete qui, che in qualche modo l'invito avete ricevuto, ma con alcuni che hanno protestato, contattati per telefono o che hanno preso l'iniziativa di doman-

dare se questa seduta era confermata per oggi. Le poste come al solito giocano dei brutti tiri, dei tiri mancini, nonostante che sia partito il nostro invito una dozzina di giorni fa, non sembra che in dodici giorni si possa avere la sicurezza anche senza scioperi che la posta raggiunga le regioni meno felici del nostro paese.

Mi fa anche piacere che oggi si sia stati in grado di distribuire il n. 7 del nostro Bollettino che corona un altro po' di lavoro della Società. I professori Aru e Baldaccini hanno anche portato qualche copia degli Atti del Convegno sulla Cartografia dei Suoli, tenutosi a Cagliari nel settembre scorso, ed ecco un'altra pubblicazione che va ad aumentare la piccola collana che la Società sta pian piano realizzando a dimostrazione della sua attività. Abbiamo buone notizie anche sulla stampa degli Atti del Convegno di Pisa della primavera dello scorso anno grazie all'aiuto che il consocio Prof. Treccani ha voluto darci anche in questo caso e per l'opera che il vicepresidente Prof. Florenzano e il Presidente della Commissione Biologia Prof. Verona hanno svolto per arrivare a questo importante traguardo.

Prima di dare inizio alla discussione vorrei richiamare l'attenzione dei consoci qui presenti sul programma di queste due giornate di lavoro. La Società comincia ad avere una tradizione di giornate primaverili e mi pare particolarmente opportuna l'iniziativa della commissione terza « Biologia del suolo » di unirsi a questa manifestazione generale della Società per discutere in campo più specifico alcuni fondamentali problemi di sua competenza. Pertanto penso che oggi noi proseguiamo la seduta con l'apertura immediata del dibattito e poi nel pomeriggio con la sua prosecuzione. Se non sbaglio domani alle 9,30 seguirà la seduta destinata all'attività della Commissione per la Biologia del suolo. Abbiamo già ricevuto una grossa comunicazione dal Prof. Picci credo sia la prima di una serie che verranno discusse e presentate da domani mattina.

Pertanto ringrazio di nuovo tutti quanti e credo che possiamo senz'altro dare inizio alla discussione. Pregherei i consoci che intendono prendere la parola di voler dare il proprio nome e il segretario di venirmi ad aiutare. Il Presidente ahimé è molto miope e quindi domina chiaramente fino alla seconda, terza fila, ma non arriva più in là. Allora... il primo ad avere chiesto la parola è stato il vicepresidente Prof. Florenzano, a cui la dò immediatamente, poi c'è Cavazza, poi chi altro c'è?

PROFF. FLORENZANO e MATERASSI - Siccome, grazie alla cortesia del Prof. Cecconi, ho avuto il privilegio di leggere in anticipo la relazione generale, ritengo necessario esporre alcune considerazioni, raccolte assieme

al Prof. Materassi, che si riallacciano alla impostazione del problema data da due precedenti manifestazioni della nostra Società, dedicate rispettivamente all'inquinamento del suolo ed ai rapporti piante-microorganismi. In tali manifestazioni erano stati analizzati aspetti particolari del ruolo dei microorganismi e delle loro attività nella fertilità del terreno e nello sviluppo delle piante. Il passo successivo, costituito da questo Convegno, avrebbe dovuto tentare una sintesi dei contributi delle diverse discipline, creando le premesse per una definizione della fertilità.

La relazione del Prof. Cecconi ha l'indubbio merito di aver tracciato una cornice nella quale vi sono le più ampie possibilità di sviluppare la discussione. Ma la giusta preoccupazione di non limitare in partenza lo spazio ai lavori del Convegno ha fatto sì che il tema sia stato in parte eluso.

È vero che il concetto di fertilità trova la sua giustificazione e misura nella crescita delle piante, ma è altrettanto vero che per definire la fertilità del suolo non basta studiare i fattori che influenzano la crescita vegetale, ma bisogna in primo luogo determinare quali condizioni chimiche, fisiche e biologiche debbono realizzarsi perché la pianta cresca nel modo migliore, ed analizzare attraverso quali meccanismi tali condizioni si realizzano.

Per affrontare il problema occorre tener conto che il suolo è un corpo naturale prima che mezzo di produzione, in stato dinamico per l'interazione di fattori biotici ed abiotici. Una volta fissato questo criterio si hanno le basi per esaminare il problema particolare dei terreni coltivati. Conoscendo i fondamenti bio-ecologici che definiscono l'essenza del terreno è possibile valutare gli effetti dello sfruttamento agricolo e dirigere le attività biologiche del suolo verso un risultato agronomicamente utile.

Su questa piattaforma si deve risolvere la falsa antitesi fra biologia e chimica, perché quasi tutti i fatti biologici si manifestano come reazioni chimiche e d'altra parte quasi tutti i mutamenti chimici nel suolo traggono origine più o meno direttamente da attività biologiche. Perciò per penetrare l'essenza della fertilità occorre procedere di conserva, collegando, per quanto è possibile eventi biologici e fenomeni chimici e chiarendo i rapporti di causa ed effetto fra i primi ed i secondi. I fattori ambientali influenzano la pianta ma anche la microflora; l'una e l'altra influenzano le caratteristiche del terreno.

I grandi temi che definiscono le interazioni fra microflora e fertilità riguardano la dinamica degli elementi nutritivi, la produzione ed il turnover della frazione umica ed i complessi e numerosi rapporti che la pianta contrae con il mondo microbico che la circonda. Sia il suolo, sia la pianta funzionano da ecosistemi.



Per questo la fertilità non può confondersi con la produttività delle colture agrarie, in quanto fertilità del terreno e resa delle colture non sempre coincidono ed in modo particolare oggi che, paradossalmente, si possono verificare crescenti incrementi di resa e progressivo depauperamento della fertilità del suolo.

Gli stessi concetti di fertilità fisica, chimica, biologica, ecc. rappresentano posizioni analitiche unilaterali di un problema complesso che si può tentare di risolvere su basi bio-ecologiche.

Il terreno, come ecosistema in continuo deficit energetico realizza un equilibrio che dipende, nelle condizioni naturali, dalla vegetazione. Con questa il sistema diventa autosufficiente.

Il terreno in astratto vive di vita propria con bioenergetica, cicli, umificazione e pedogenesi, che sono i parametri fondamentali di valutazione biologica del suolo, ma in realtà il suo ruolo naturale è quello di habitat per le piante.

I fattori ambientali, in questa visione, sono fattori di vegetazione nel senso fisiologico della parola, ma anche fattori di regolazione delle attività biologiche del suolo e da questo punto di vista diventano di preminente importanza come fattori di fertilità.

I caratteri genetici e varietali delle colture, a differente fisiologia e maggiori esigenze nutritive, non instaurano una interazione valida pianta-suolo se non si realizzano livelli di fertilità più avanzati di quelli naturali, altrimenti si ha un innesto inefficace, su un suolo depauperato, di colture esigenti e ad elevata produttività potenziale. L'equivoco dei non biologi può portare alla distruzione completa della fertilità per rottura degli equilibri naturali.

Gli effetti della fertilizzazione si possono interpretare non solo tenendo conto delle esigenze nutritive delle colture, ma anche della dinamica microbica dei cicli dei macro e microelementi e dei bilanci tra guadagni e perdite. D'altra parte, poiché ogni cambiamento nelle condizioni chimico-fisiche ed edafiche nel suolo produce un immediato mutamento nelle attività microbiche, una parte più o meno rilevante della influenza che i fattori ambientali e le pratiche agronomiche esercitano sulla fertilità è la conseguenza degli effetti da esse prodotti su tali attività. Pertanto, per comprendere il meccanismo con cui i fattori menzionati agiscono, non è sufficiente registrare l'effetto finale, ma sarà necessario analizzare in primo luogo come essi agiscono sulla microflora e sulle sue funzioni.

Questa realtà richiede un più intenso scambio di idee fra i biologi del suolo ed i cultori delle altre discipline pedologiche. I biologi debbono

sforzarsi di rendere evidente il concetto che il suolo è un organismo vivente, con tutte le implicazioni che ne derivano. D'altra parte i cultori della microbiologia pedologica debbono mantenere uno stretto contatto con gli altri specialisti, per indirizzare le loro ricerche alla interpretazione dei fatti riguardanti i rapporti fra la microflora del suolo e la fertilità e per mobilitare le forze biologiche del terreno al fine di migliorare la quantità e qualità dei raccolti.

Un altro compito della microbiologia del suolo, in un momento in cui la larga disponibilità di potenti mezzi di intervento porta a ritenere possibile il superamento di ogni limite imposto dalla natura, è quello di cercare di far comprendere gli enormi pericoli cui l'uomo va incontro nello sforzo di produrre di più e di valutare il prezzo che dovrà essere pagato per questo turbamento del delicato sistema sul quale fino ad oggi si è perpetuata la vita sulla terra.

Vi è la tendenza a ritenere che l'impiego dei fertilizzanti minerali abbia reso del tutto marginale il ruolo dei microorganismi nella nutrizione delle colture. Questa opinione errata ignora che la microflora del suolo interagisce con gli elementi aggiunti più efficacemente della pianta, immettendoli nel ciclo generale degli elementi che si svolge nel terreno. Ne consegue che l'efficacia di una concimazione dipende in buona parte dal modo in cui la microflora agirà sull'elemento fertilizzante e che una concimazione sarà razionale ed efficace solo se nella scelta dei tempi e dei modi della sua esecuzione si terrà presente in quale senso si indirizzerà di volta in volta l'attività microbica.

Le azioni microbiche, che maggiormente incidono sulla disponibilità degli elementi nutritivi, sono rappresentate dai processi di assimilazione e mineralizzazione, ossidazione e riduzione, solubilizzazione ed insolubilizzazione. Il senso di tali processi è determinato dalle condizioni fisico-chimiche prevalenti nel suolo e dal rapporto quantitativo fra il carbonio e gli altri elementi nutritivi. Alcuni esempi riguardanti l'azoto possono chiarire la natura delle interazioni microflora-fertilizzanti e la loro incidenza nella pratica agronomica.

È noto che un preciso bilancio materiale dell'azoto nel suolo non è possibile, causa l'interferenza di processi microbiologici, di guadagni e di perdite di questo elemento, ai quali si devono i cosiddetti enigmi del metabolismo dell'azoto.

Nel destino dell'azoto nel terreno peso determinante ha l'equilibrio fra i due processi antitetici di mineralizzazione ed assimilazione microbica, tanto che l'aggiunta al terreno di azoto minerale in condizioni di eccesso

di carbonio assimilabile si traduce in un aumento dell'N organico senza beneficio per la vegetazione. Pertanto l'equilibrio fra mineralizzazione ed assimilazione dell'azoto condiziona la nutrizione azotata delle colture.

Altre interessanti interazioni fra processi microbiologici del suolo e fertilizzanti azotati, riguardano, fra l'altro, l'azione frenante della microflora eterotrofa sull'assorbimento dell'ammoniaca da parte dei minerali argillosi, la capacità dei batteri nitrificanti a nitrificare parte dell'ammonio non scambiabile, ecc. Con il massiccio impiego dei fertilizzanti azotati, il significato ed il ruolo di taluni processi microbiologici a carico dell'azoto sono divenuti oggetto di revisione, anche radicale, fino a giungere alla conclusione, apparentemente paradossale, che mentre la denitrificazione è un processo benefico, poiché contrasta l'eutrofizzazione delle acque, la nitrificazione è fonte di diversi inconvenienti, quali l'aumento delle perdite di azoto e la produzione di nitriti.

Nella prospettiva che il consumo dei fertilizzanti azotati debba essere in futuro strettamente controllato, acquista nuovo interesse l'azotofissazione, soprattutto quella realizzata dalle simbiosi fissatrici, sulle quali oggi possediamo conoscenze microbiologiche e fisiologiche abbastanza ampie da permettere di ottenere risultati molto efficaci nella pratica agricola.

Analogamente al caso dell'azoto, ogni altro elemento nutritivo del suolo è soggetto ad azioni microbiche che ne determinano in larga misura le vicende e la disponibilità per la vegetazione. Così sono note deficienze di microelementi, specialmente per ferro e manganese, direttamente collegate alle attività microbiche. La rimozione di tali carenze non può essere ottenuta per aggiunta dei microelementi interessati, ma attraverso la rimozione delle cause microbiologiche che ne sono responsabili.

Il problema della sostanza organica richiede un esame più approfondito per i molteplici riflessi sulla fertilità del suolo. Uno di questi è il cosiddetto effetto « concime minerale » consistente nella liberazione di elementi macronutritivi per mineralizzazione, in concentrazioni « fisiologiche » per essere assorbiti dalle radici, a differenza di quanto avviene per i concimi chimici e nell'approvvigionamento di elementi micronutritivi.

L'incorporazione nel terreno di materie organiche permette, se effettuata in quantità sufficiente, di assicurare una produzione costante grazie alle sostanze minerali in esse contenute. Le più significative prove sono quelle di lunga durata seguite a Rothamsted, ma si tratta di stabilire se vi è un'azione sinergica tra sostanza organica e sostanza minerale. Numerose esperienze, condotte in Europa, tendono a dimostrare che gli elementi minerali introdotti sotto forma di concimi chimici sono più attivi di una eguale quantità di elementi nutritivi apportati in forma organica.

Il citato rapporto di Cooke (1962) conferma questo punto di vista, salvo 9 casi su 56 prove, in cui le materie organiche fornirono specificamente un aumento di resa.

Si tratta di terreni leggeri, analoghi a quelli del Senegal, nei quali Gillier (1967) segnalò un fatto identico in coltivazioni di arachide e di miglio.

Müller (1966) constatò ad Antibes che a dosi uguali gli elementi minerali apportati come tali o sotto forma di costituenti della materia organica, sono parimenti attivi. Tuttavia gli effetti residui, la cosiddetta caloria o residuo di fertilità, sono generalmente più marcati nel caso di fertilizzazione organica.

Ma l'interesse della utilizzazione dei residui organici non risiede nel loro potenziale tenore in sostanze minerali, che possono convenientemente essere rimpiazzate da apporti di fertilizzanti, ma per effetti specifici diversi dall'effetto « concime minerale ».

Una condizione realistica per valutare gli effetti specifici della sostanza organica consisterebbe nel portare le dosi di concimi chimici ad un livello, oltre il quale non agiscono più sul rendimento delle colture: se a tale soglia la sostanza organica permette un incremento delle rese, è chiara un'azione specifica differente da quella esercitata dai soli elementi minerali. Ma queste prove non sono state mai eseguite.

Prove di pieno campo condotte da Barbier e Boischot (1954), i risultati di Müller (l. c.) ad Antibes, quelli di Cavazza (1955) in Puglia dimostrano che l'interazione materia organica-azoto si manifesta solo in seguito ad apporti elevati (20 t. di paglia, 300 unità di N), tanto da rendere difficile stabilire il meccanismo d'azione della sostanza organica.

Analogamente si deve dire per le esperienze di Delas sulla interazione favorevole fertilizzanti organici e minerali nei vigneti del Medoc.

Henin (1962) trovò che esiste una correlazione molto significativa tra sviluppo radicale di piante arboree e l'infossamento di materia organica nelle buche delle piantagioni all'impianto.

Tale effetto si presenta costantemente: lo stesso A. lo riscontrò studiando i vigneti dell'Armagnac, pur osservando che non si può distinguere se l'effetto è conseguenza del miglioramento delle proprietà fisiche oppure della migliorata nutrizione minerale, o, infine, degli effetti specifici della sostanza organica somministrata.

Gli effetti indiretti sulla nutrizione delle piante e sulle modificazioni delle proprietà fisiche del terreno sono fuori discussione.

Le esperienze di Potel (1936) sul frumento che dopo letamazione fornisce cariossidi più ricche di azoto di quelle ottenute da terreni non

letamati, sono state confermate da fatti analoghi osservati per la successione del frumento alla medica.

Si tratta di meccanismi di nutrizione progressiva analoghi a quelli che si riscontrano oggi ai concimi azotati ed ammonizzazione rallentata (U/F, oxamide, ecc.), importante sia per la qualità che per la quantità del raccolto.

In Francia si è preconizzata una tecnica di fertilizzazione azotata del mais per infossamento di concimi 30 giorni prima della emissione della infiorescenza maschile, ottenendo incrementi sostanziali di rendimento tanto più marcati, quanto più il terreno era povero di materia organica.

In terreni ricchi di materia organica si libera molto azoto nel corso della crescita della pianta, che trova la nutrizione ottimale nel momento in cui le esigenze sono maggiori.

Effetti simili, anche se meno netti, sono stati segnalati per la nutrizione fosfatica delle piante, in terreni calcarei dopo sovescio.

L'azione della materia organica sulla stabilità della struttura è ben nota ed assicura ad un mezzo discontinuo come il terreno il favorevole instaurarsi di nicchie, microhabitat, porosità capillare e non capillare, ecc.

Il ruolo della sostanza organica e dell'humus nella fertilità dei terreni coltivati, richiede perciò la più attenta analisi dal punto di vista delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche di questo.

Questo problema sembra tanto più attuale oggi che l'evoluzione degli indirizzi e delle tecniche agronomiche ci conduce ad un'agricoltura che produce sempre meno sostanza organica. In base a considerazioni di ordine ecologico, un adeguato flusso energetico è essenziale affinché il suolo conservi il suo carattere di corpo naturale con un determinato grado di organizzazione fisica, chimica e biologica che ne assicuri una sufficiente omeostasi.

Il fatto che l'agricoltura moderna sia in grado di realizzare rese crescenti su suoli sempre più poveri di materia organica e di riserve nutritive non deve far dimenticare il pericolo che, proseguendo l'attuale tendenza alla riduzione del tenore umico, il terreno venga degradato a substrato via via più inerte delle pratiche agronomiche, con conseguenza oggi difficilmente valutabili. L'alternativa che si pone come effetto della cronica deficienza energetica dei terreni è quindi quella di un'agricoltura senza suolo.

Per concludere, con riferimento all'accento del Prof. Cecconi ai pesticidi ed erbicidi, sembra opportuno ricordare che l'uso di tali prodotti desta crescenti preoccupazioni per le possibili conseguenze che residui di composti scarsamente degradabili possono avere sull'integrità del suolo. Significativo al riguardo è l'allarme lanciato dagli studiosi della New Brunswick University, i quali hanno richiamato l'attenzione sulle incognite connesse.

alla formazione nel suolo di complessi umo-anilini, a partire dai prodotti della decomposizione di taluni erbicidi, con la conseguente possibilità di alterazioni nel ciclo di sintesi e decomposizione dell'humus dal quale dipende il « turnover » della frazione organica dei terreni.

PROF. S. CECCONI - Voglio precisare che non ho trattato, nemmeno in maniera episodica, questo argomento perché in sede di Consiglio Direttivo della S.I.S.S., presente il Prof. Florenzano, c'è stato un accordo generale in tal senso. Vorrei che fosse ben chiaro che mentre ho potuto tralasciare per mia ignoranza alcuni dei tanti aspetti del vasto problema della fertilità, l'argomento « microrganismi » è stato escluso volutamente dalla relazione in seguito a precise disposizioni concordate con tutti i membri del Consiglio Direttivo.

PROF. L. CAVAZZA - Ho ascoltato con piacere la relazione del collega Cecconi, che ha abbracciato così numerosi aspetti agronomici della produzione agraria, con vari richiami all'attività zootecnica ed a problemi di meccanizzazione agricola; è evidente che non ha potuto entrare in dettaglio su tutto, scontentando un po' il collega Florenzano, ed è naturale che si sia soffermato un po' di più sull'aspetto della ricchezza in elementi nutritivi, argomento che gli è ovviamente più caro.

Io vorrei evitare di arricchire la discussione di dettagli analitici e vorrei invece fare alcune considerazioni di carattere preliminare; desidero richiamare l'attenzione sulla definizione di « fertilità ». Nell'uso corrente di questo termine mostriamo di avere tutti, più o meno chiaro e cosciente, un concetto di fertilità, ma come tutti i concetti più complessi in cui ci imbattiamo nella vita concreta, anche questo è difficile da definire esattamente e molto frequentemente chi ne tenta una definizione, e perciò proprio gli « specialisti », o chi implicitamente ne adotta una finisce col fornire della fertilità un concetto parziale e particolare, o che non rispecchia l'uso che comunemente si fa del termine.

Il concetto più ampio che mi risulta si sia fatto corrispondere al termine di « fertilità di un terreno » è quello di molti economisti per i quali vi va incluso lo stato (o livello) di *tutti i fattori collegati alle caratteristiche di un dato terreno, capaci di influenzarne l'attività agricola* e perciò aventi conseguenze economiche; non solo, perciò, si estende il concetto di fertilità a tutti i fattori ecologici (inclusa giacitura, esposizione, ecc.) ma anche, nei casi estremi, a certi fattori antropici come la distanza da strade

e la stessa distanza dai mercati. Personalmente ritengo che questo concetto includa caratteristiche del « fattore terra » che esulano dal concetto « normale » (= più frequentemente usato da chiunque, non da soli « specialisti ») e che rientrano in ciò che potrebbe essere distinto come « aspetti del fattore terra inerenti alla struttura economica », includente, tra l'altro, anche dimensioni delle unità colturali e dell'azienda stessa.

Questo insieme di aspetti, unitamente a ciò che comunemente si indica come « fertilità del terreno », concorrerebbero a determinare il « valore del fattore terra ».

Eliminiamo, dunque, questi aspetti inerenti alla struttura economica; ne scaturisce un'immediata prima conseguenza: la « fertilità del terreno », così come ne risulta circoscritta, ha un'importanza economica minore di quanto comunemente si ritiene da parte di specialisti agronomi e delle varie scienze del suolo; un terreno molto fertile ma di difficilissimo accesso, infatti, può « valere » in pratica molto meno (sempre sotto l'aspetto agricolo) di uno di fertilità minore ma di migliori altre caratteristiche di portata economica.

Spesso parliamo di « fertilità » senza ulteriormente precisare, seppure sottintendendo; ma fertilità di che? Sembra ovvio che, tanto per dire, non si pensi alla « fertilità di spiga » dei miglioratori di piante agrarie. Ma che ne è dei fattori climatici? Il fatto che già Teofrasto sostenesse che « annus fructificat sed non tellus », è interessante non tanto perché ci rende nota una sua netta opinione di questo Autore, nettamente contraria ad attribuire allo stesso terreno (non solo alla sua materia organica!) la caratteristica che comunemente indichiamo con « fertilità », quanto e soprattutto perché porta a riflettere sulle difficoltà, su cui troppo spesso si sorvola, di distinguere tra influenza di caratteristiche del terreno ed influenza di altri fattori, come per es. del clima.

In proposito, se si comincia col distinguere l'ambiente ecologico (auto-ecologico) nelle sue grandi componenti clima e terreno, sembrerebbe logico escludere dal concetto di fertilità l'influenza del clima. In pratica, però, ciò non è semplicisticamente possibile; se sottraessimo le colture all'azione dei fattori climatici (basti pensare a piante al buio, senza gas atmosferici e perciò senza CO<sub>2</sub> ecc.) è ovvio che si avrebbe comunque mancanza di produzione vegetale. Di qui la necessità di ripartire da una constatazione fondamentale: la produzione vegetale, indipendentemente dal suo valore economico, è il risultato dell'interazione tra molti fattori, inclusi la pianta e le tecniche colturali. Alcuni di questi fattori sono indispensabili, cioè tali che a livello zero di anche uno solo di essi, la produzione è comunque zero. In quest'ultimo caso, chiaramente il concetto di « fertilità di qua-

lunque altra parte del sistema produttivo » perde ogni significato; ma come comportarci per un qualunque altro livello diverso da zero di uno qualunque di tutti gli altri fattori della produzione?

È chiaro che occorre innanzitutto stabilire tra i numerosi fattori della produzione vegetale l'« oggetto » di cui si intende definire la fertilità. Oggi ci stiamo evidentemente riferendo alla « fertilità del terreno »; il fisiologo vegetale-agronomo ed il miglioratore delle piante agrarie usano come concetti analoghi quelli di « fertilità di spiga » o, più in generale, di « produttività della pianta »; per clima si parla di « idoneità alla coltura ».

In secondo luogo, la fertilità del terreno (come pure i suoi analoghi per altri fattori) non è in realtà esprimibile adeguatamente con un *dato*, ma con una *funzione*; ciò che cambia, confrontando un terreno con un altro è il modo in cui la resa varia al variare di ogni altro fattore agro-ecologico della produzione (per es. al variare di temperatura, regime delle piogge, specie e varietà in coltura, profondità di lavorazione, diserbo, ecc.); si noti, in quest'ultimo esempio, l'importanza della pianta e quella delle tecniche colturali. Questo criterio, scientificamente più corretto, non solo rende la determinazione della « fertilità del terreno » enormemente laboriosa e praticamente non utilizzabile, ma non corrisponde nemmeno all'uso che comunemente si fa del termine « fertilità del terreno ». In pratica, infatti, si hanno sempre più o meno coscientemente in mente determinate condizioni di utilizzazione agronomica del terreno (per es. un certo clima con medie e variabilità di ciascuno dei suoi fattori, determinate colture e particolari tecniche colturali opportunamente scelte anche in funzione delle stesse caratteristiche del terreno).

Chiarite però così le idee, mi pare che l'uso corrente (e a parere mio più corretto) del termine « fertilità del terreno » corrisponda alla seguente definizione: « *attitudine del terreno a fornire nelle condizioni climatiche di un dato territorio, limitatamente ad una data coltura e con l'adozione degli interventi agronomici ordinari nella zona per queste condizioni e questo terreno, un determinato risultato produttivo* » (definito in termini di quantità di produzione per unità di superficie, di qualità, ecc.). Il confronto tra territori non sottoposti alle stesse condizioni di clima, tecnica colturale e coltura, è evidentemente tanto meno lecito e praticamente tanto meno utile, quanto più differiscono le condizioni in cui i terreni vengono confrontati.

Da questa definizione consegue che:

- a) la fertilità va rilevata come media di annate sufficientemente rappresentative (buon « campionamento » del clima);
- b) il confronto tra due terreni ripetuto in due condizioni clima-



tiche differenti può portare a risultati discordi e tra loro non semplicemente correlati;

c) un terreno può risultare più fertile di un altro per una coltura, ma meno fertile del secondo rispetto ad un'altra coltura; molto spesso ci si riferisce alla coltura di maggiore interesse economico nel territorio in considerazione;

d) un terreno più fertile di un altro quando è coltivato con tecniche ordinarie, può aumentare meno dell'altro la propria fertilità, se sottoposto a tecniche colturali non ordinarie (concetto di fertilità potenziale distinta e non necessariamente correlata con la fertilità attuale e con la sua suscettività di modifica; per es. un terreno molto ghiaioso è poco fertile e pochissimo o punto modificabile, mentre uno povero in fosforo assimilabile non crea in generale ardui problemi di concimazione);

e) l'evoluzione delle tecniche ordinarie, che è anche funzione delle condizioni economiche oltreché del progresso scientifico, ed il miglioramento genetico delle piante agrarie può portare a mutamenti nelle graduatorie di fertilità dei terreni;

f) la fertilità di un terreno, come sopra definita, non può essere determinata in base alla sola conoscenza, per completa che sia, delle sue sole caratteristiche fisiche, chimiche e nemmeno biologiche; ogni altra definizione di « fertilità di terreno » che escluda l'interferenza dell'interazione tra terreno ed altri fattori agronomici della produzione, o perde di generalizzabilità e risulta perciò puramente convenzionale (per es. la valutazione della produttività dei terreni in funzione del loro contenuto in elementi nutritivi, tenendo costanti clima, coltura e tecniche colturali) oppure perde ogni significato pratico (per es. tentativi di attribuzione di fertilità in base al contenuto in elementi nutritivi o di caratteristiche fisiche ecc. facendo astrazione dal livello di ogni altro fattore dalla produzione).

È in questo ordine di idee, mi pare, che deve essere inquadrato quanto ha giustamente detto il Prof. Cecconi sull'importanza della materia organica del terreno e sul suo dinamismo il cui ruolo ha bene accentuato il Prof. Florenzano. Infatti, tenendo conto dell'ampia casistica possibile circa le combinazioni dei « livelli » degli altri fattori della produzione, il tema della funzione della sostanza organica andrebbe esteso per es. da quello che essa ha nei terreni agrari argillosi, a quella che ha (positiva o negativa, notevole o trascurabile, di una o di altra natura, più come tale o più con effetto del suo dinamismo, ecc.) da una parte nei terreni torbosi, dall'altra in quelli sabbiosi e, come caso estremo, per la coltura idroponica di certe specie, in cui è notoriamente, con piena soddisfazione pratica, esclusa ogni concimazione organica. Un problema anch'esso

estremo ed in un certo senso opposto a quello prima citato, che è divenuto ormai classico ma troppo stereotipato nel parlare di sostanza organica dei terreni, è invece il problema dello smaltimento dei materiali organici in eccesso rispetto alle possibilità di utilizzazione come concimi organici nelle zone o nelle condizioni economiche in cui detti materiali si rendono disponibili; il problema è inopportuno quasi del tutto ignorato dagli studiosi che in Italia si occupano di fertilità dei terreni, mentre tanto se ne parla da parte di chi si occupa di problemi dell'inquinamento; molte ricerche sono già state fatte in proposito in altri Paesi.

PROF.SSA FEDERICO - Io volevo dire soltanto alcune cose che mi sembrano abbastanza importanti ed attuali. Come chimici agrari siamo abituati a considerare il terreno soprattutto dal punto di vista delle quantità di macro e microelementi in esso esistenti; abbiamo studiato per anni il problema della valutazione del contenuto in elementi disponibili per la vegetazione, siano essi i macro o anche quei microelementi di cui conosciamo le funzioni nei confronti dei microorganismi e della pianta. Ebbene oggi si sta prospettando, anzi si è già prospettato, il problema opposto; in altri termini si tratta, in molti casi, non di valutare se la dotazione in elementi nutritivi è sufficiente per la coltura, ma di valutare se l'eccesso di elementi metallici, che si sono venuti a trovare nel terreno in conseguenza della sua contaminazione, sarà tale da abbassarne la produttività. Mentre fino ad ora si tendeva ad approfondire lo studio delle funzioni di questi microelementi e la loro disponibilità nel terreno, oggi la letteratura comincia a registrare moltissimi lavori intesi a documentare lo stato di contaminazione dei terreni. Anche noi abbiamo constatato in molti terreni agrari della Lombardia degli accumuli notevolissimi di elementi minori tipo nichel, zinco, manganese, piombo, rame risultati presenti in quantità anche 20, 30, 40 volte superiori ai contenuti naturali di terreni limitrofi, ma non irrigati con acque contaminate. In più questi elementi non sempre sono bloccati nel terreno, ma al contrario sono assimilabili da parte della vegetazione.

È quanto abbiamo documentato sia attraverso una serie di analisi delle colture prelevate sui terreni inquinati, sia attraverso prove di tipo Neubauer. Si prospetta pertanto la possibilità di una catena terreno-foraggio-animale-uomo e quindi la possibilità che questi elementi, presenti nel terreno in quantità così massicce, vengano infine assimilati anche dall'uomo. Si tratta di un problema di attualità, di un problema nuovo, di un problema che deve essere impostato sistematicamente. In questo senso abbiamo in corso

una serie di indagini intese a chiarire, prima di tutto, se quanto è stato osservato in diverse località investe in realtà estese superfici o non rappresenta, al contrario, casi sporadici di accumulo in zone particolari. Inoltre intendiamo accertare, in collaborazione con l'Istituto di Agronomia dell'Università di Milano, se e quanto i metalli inquinanti vengono assimilati dalla coltura con la conseguenza paradossale di svelenare il terreno e avvelenare gli animali.

PROF. FLORENZANO - Desidero intervenire su quanto ha detto l'amico Cavazza a proposito della sostanza organica di cui l'idroponica come caso limite dimostra che la pianta può farne a meno. Tuttavia in coltura idroponica, senza il volere dell'agronomo, è presente e si forma sostanza organica e s'instaurano i cicli per i processi microbiologici, che su scala ridotta si svolgono anche nelle condizioni delle colture senza terra, come documenta una ampia letteratura. Ciò perché la coltura iproponica non è axenica.

Per quanto riguarda il caso opposto dell'esuberanza di sostanza organica, esso riflette proprio il problema attuale dell'inquinamento dell'ambiente. Mentre il problema dei rifiuti esuberanti ed inquinanti a causa della concentrazione su piccole aree di allevamenti zootecnici a carattere industriale non riguarda il ruolo della sostanza organica nel suolo, ma lo smaltimento dei rifiuti, la grave questione, sollevata dalla Prof.ssa Federico, degli elementi tossici cui sono da aggiungere diserbanti e pesticidi persistenti di cui l'agricoltura moderna fa uso crescente, interessa direttamente la sostanza organica, la sua umificazione da una parte e la sua mineralizzazione da un'altra.

PROF. FLORENZANO - Anche nelle colture idroponiche esiste sostanza organica a meno che non si facciano colture gnotobiotiche.

PROF. FLORENZANO - Va bene, sono trascurabili, ma l'effetto può non esserlo e non lo è a livello qualitativo.

PROF. CAVAZZA - Se è vero che la coltura idroponica, così come è effettuata nella comune tecnica produttiva in serra, è in realtà solo imperfettamente idroponica, non è men vero che esistono tecniche di perfetta coltura idroponica come quella che usano i fisiologi, per es. in soluzioni sterili e fluenti; anche in questi ultimi casi gli accrescimenti vegetali sono

dello stesso ordine di grandezza di quello delle comuni colture idroponiche. Ciò dimostra che, pur essendo io lungi dal mettere in dubbio l'efficacia stimolante di certe frazioni della materia organica dei terreni ed anzi, più correttamente, di mettere in dubbio l'esistenza di numerose azioni (solo positive?) della materia organica, tutte queste dirette azioni biochimiche mostrano sulla pianta effetti che sono quantitativamente i meno importanti, i più trascurabili, tra quelli che in pratica può esercitare ai fini produttivi la sostanza organica nei terreni agrari. Tra queste ultime azioni apprezziamo tutti come molto importanti quella di assicurare una buona struttura ai terreni argillosi o quella di distribuire meglio nel tempo la disponibilità di elementi nutritivi nei terreni sabbiosi; ciò vuol dire, però, che la sostanza organica si comporta come *strumento* per la realizzazione di determinate caratteristiche o situazioni nel terreno agrario e, perciò, l'importanza della materia organica può variare anche in funzione delle possibilità di realizzare quelle *stesse* caratteristiche o situazioni per altra via.

L'affermazione che il problema dello smaltimento dell'eccesso di materia organica sia da riportare ad una maggiore difficoltà alla degradazione della sostanza organica determinata dal suo crescente contenuto residuo di pesticidi, non mi pare soddisfacente per le seguenti ragioni. Innanzitutto un tale modo di vedere dovrebbe fare temere l'accumulo e non il tanto e sempre deprecato depauperamento dei terreni in materia organica. In secondo luogo è ben noto che il problema dello smaltimento dei rifiuti organici è determinato, oltre che dai cresciuti costi relativi di smaltimento (p. es. per i residui urbani), soprattutto dalla crescente concentrazione della produzione di certi rifiuti in zone sempre più ristrette (es. allevamenti suini ed avicoli di tipo industriale, o « feed-lot » bovini, specialmente in certi Paesi), tanto da superare notevolmente le capacità di utilizzazione da parte dei terreni circostanti. In terzo luogo è ben noto che uno dei meccanismi dell'inquinamento derivante da eccesso di concimazione organica dei terreni è costituito, in queste circostanze, dall'arricchimento delle falde con nitrati prodottisi nel corso della mineralizzazione e nitrificazione della materia organica apportata al terreno e perciò non da ridotta mineralizzazione.

Con tutto questo non voglio affatto dire che l'accumulo nel terreno di certe sostanze od elementi, come ha ben illustrato la Sig.ra Goldberg-Federico, non costituisca una preoccupante forma di inquinamento; voglio solo dire che i danni di queste diverse forme di inquinamento sono di varia natura, operanti in maniera talvolta indiretta, ma più spesso in maniera grave e molto più diretta sulle piante in coltura, di natura tale,

inoltre, da alterare certo la popolazione microbica dei terreni e perciò le vie per le quali ha luogo la decomposizione della materia organica ma, anche *nelle condizioni che normalmente si presentano in pratica come più preoccupanti*, non tale da influenzare apprezzabilmente la *velocità* di decomposizione della materia organica.

ROMAGNOLI - Prima di tutto mi devo complimentare con il Prof. Cecconi. Volevo poi condividere quanto ha detto il Prof. Florenzano riguardo al suolo. Sono d'accordo infatti che bisogna valorizzarlo perché se si producesse tutto in coltura idroponica noi, ma specialmente io che sono un pedologo, dovrei andare a spasso. Anche ammettendo che si potessero veramente fare produzioni di questo tipo per assicurare in futuro il cibo a tutte le persone quello che in effetti mi sembra importante, è riferirsi, in questa sede, a casi più vicini alla nostra realtà. Ora non ricordo a memoria la famosa definizione che c'è sul glossario della Soil Conservation Society of America ma mi pare in essa si definisse la fertilità come la caratteristica di un suolo di poter provvedere gli elementi nutritivi in quantità sufficiente per la normale crescita delle piante quando gli altri fattori quali la temperatura, l'umidità, l'insolazione, ecc. nonché le altre caratteristiche fisiche del suolo sono assicurate e sono favorevoli. È appunto a questo che si ispira anche il Soil Conservation Service quando fa il rilevamento del suolo ai fini della pianificazione agricola: ne valuta innanzi tutto la produttività attuale e quindi quella potenziale. Naturalmente tutti questi presupposti sono rispettati se l'uomo non interviene in maniera tanto massiccia da alterare l'equilibrio del suolo come individuo e quindi ad esempio, uno scasso, come diceva il Prof. Cavazza, altera completamente la situazione; non si tratterebbe più di quel tipo di suolo ma di un altro.

Sarebbe pertanto abbastanza importante riferirsi a casi pratici perché, purtroppo nel nostro Paese, non solo abbiamo già una deficiente quantità di suoli utilizzabili per l'agricoltura ma anche li stiamo rovinando completamente per gestioni errate del territorio poiché destiniamo a scopi diversi suoli che potrebbero essere utilizzati per l'agricoltura.

La nostra preoccupazione fondamentale a mio avviso dovrebbe essere quella di focalizzare le nostre conoscenze sulla base di quei tipi di suolo che vengono studiati, in maniera da poter consigliare anche agli agricoltori le norme per ottenere una produzione maggiore. Attualmente poi c'è anche un grosso divario fra studiosi e politici in quanto i politici accusano di solito gli studiosi di non esser pratici e quindi di non dare delle indicazioni precise. Grazie.

PROF. A. ARU - È con vivo piacere che in questa sede si parli di fertilità attuale e fertilità potenziale. La conoscenza di quest'ultima presuppone degli studi e rilevamenti pedologici di base, ossia una ricerca dei vari tipi di suolo. Tali studi potranno essere utilizzati anche per altri scopi tra cui la programmazione. Le indagini globali presuppongono, però, il lavoro di gruppo di diversi specialisti in vari campi delle scienze del suolo.

PROF. STEFANELLI - In verità mi sento qua un po' come un pesce fuor d'acqua e ogni tanto mi rituffo in acque conosciute per riprendere fiato.

Ma vorrei dire una cosa: da quanto è stato detto, e molto bene, dai colleghi specialisti, mi pare che il concetto di fertilità sia una cosa molto complessa, tanto da sfumare quasi in un indefinito: d'altra parte, come meccanico agrario, mi sento di contribuire ad aumentare questa amplitudine del concetto di fertilità, perché se io lavoro il terreno in un modo piuttosto che in un altro, vengo a cambiare la fertilità: non avevo mai pensato, sinceramente di avere anche questa responsabilità. In conseguenza vorrei sottolineare che mi sembra sia anche importante il problema, sia pure particolare, che con il Prof. Florenzano cerchiamo di mettere allo studio, cioè quello dei rapporti che indubbiamente esistono fra la microbiologia del terreno nei suoi vari aspetti e la preparazione del terreno stesso nel senso generale precisato dal Prof. Ballatore, intendendo tutto quel complesso di lavorazioni e operazioni che si fanno nel terreno — lavorazioni principali, lavorazioni secondarie ecc.

Mi pare certo infatti che la vita microbica nel terreno non sia la stessa, se si cambiano i modi e le intensità delle lavorazioni. Questo problema, che mi sembra non si sia mai studiato nel campo meccanico, volevo sottolineare per portare su di esso l'attenzione dell'auditorio. Grazie.

PROF. MANCINI - Trovo giusto quello che diceva il Prof. Aru sulla necessità di questi gruppi di lavoro. Il Prof. Stefanelli ha toccato un altro punto di considerevole interesse. È bene che si instauri una stretta collaborazione, cosa non facile a realizzarsi almeno nel nostro paese fra specialisti dei diversi campi della scienza del suolo.

Durante la famosa Tavola Rotonda sugli inquinamenti svoltasi in questa sala tempo addietro avevo fatto una richiesta ai colleghi di microbiologia, credo a nome anche di parecchi che si occupano di rilevamento del suolo, e questa domanda è rimasta un po' senza risposta. La ripropongo ora ai microbiologi e ai chimici agrari. Chi rileva il suolo in cam-

pagna si trova nella possibilità di osservare tutte le caratteristiche che normalmente vengono utilizzate per il rilevamento del suolo e perviene alla descrizione della stazione e del profilo fino ai suoi più minuti particolari. Può darsi tuttavia che dal nostro punto di vista, che è sovente quello di studiosi del paesaggio, ci sia una sottovalutazione di certi aspetti che riguardano magari lo stato delle colture oltre che quello della vegetazione naturale per i suoli forestali. Potrebbero probabilmente esserci sfuggiti alcuni altri fatti che potrebbero essere indicativi di certe situazioni importanti. La Sig.ra Federigo, molto acutamente, sottolineava la presenza di microelementi che stanno pian piano raggiungendo delle soglie di grande preoccupazione, mi pare che anche la letteratura inglese, tutte le ricerche fatte sui giardini pubblici, sui parchi, stiano dimostrando come il tenore di piombo, ad esempio, stia salendo vertiginosamente. Allora può darsi che ci siano delle osservazioni da fare sulle colture in atto per segnalare la presenza di certe soglie e indicare la necessità di ulteriori indagini di laboratorio per approfondire certi determinati aspetti. Questi suggerimenti che potrebbero venire dai colleghi chimici agrari e dai microbiologi dovrebbero essere poi largamente utilizzati nel rilevamento sistematico e quindi portare in certi casi anche alla delimitazione spaziale di certi determinati fenomeni.

PROF. FIEROTTI - Ritengo che nel quadro della programmazione di cui parlavano Aru e Romagnoli, particolare importanza acquista la compilazione di speciali carte, chiamate carte della potenzialità dei suoli. Queste carte che noi stiamo cercando di portare avanti, prendono in considerazione alcuni parametri fissi del suolo attraverso cui si perviene ad una classifica della potenzialità che comprende sei classi. Dalla prima classe che è la migliore dal punto di vista della potenzialità, si passa fino alla sesta classe che raggruppa i suoli inutilizzabili o quasi per l'agricoltura. Fra questi due estremi stanno comprese quattro classi che comprendono suoli a potenzialità sempre minore man mano che il numero della classe aumenta. Attualmente stiamo lavorando su questo argomento per migliorare la metodologia e per rendere più esauriente la classificazione. Sarebbe anzi auspicabile che in seno alla S.I.S.S. si creasse un gruppo interdisciplinare per esaminare il problema sotto angolazioni differenti e per trovare quei punti in comune fra discipline diverse che dovrebbero permettere a tutti di tenere un unico linguaggio sull'argomento che oggi stiamo dibattendo.

Il Prof. Florenzano nella sua interessante relazione ha accennato ad

un argomento su cui vorrei soffermarmi brevemente per fare qualche considerazione. Parlando del ruolo della sostanza organica nel suolo, mi pare, che abbia detto che ad essa si può attribuire lo stesso effetto che, grosso modo, oggi hanno alcuni nuovi tipi di concimi cosiddetti a lento effetto, la cui caratteristica principale è di cedere lentamente l'azoto secondo un meccanismo su cui ritengo, non è il caso di soffermarsi. Ora su questo argomento io nell'Istituto di Agronomia Generale di Palermo, ho condotto uno studio che sarà pubblicato quanto prima e sono arrivato alla conclusione che i concimi a lento effetto (almeno quelli da me saggianti), cedono così lentamente il loro azoto per cui le rese si abbassano a livelli da poter essere paragonati a quelle raggiunte nei test non concimati. Anche nelle colture successive non è stato possibile notare alcuna azione del concime.

Da ciò una mia certa perplessità sul ruolo che tali concimi giuocano sulla fertilità del suolo e sulla produzione. Grazie.

PROF. S. CECCONI - Vorrei chiedere al Prof. Fierotti di dirmi con esattezza quali sono i parametri da lui considerati, perché confesso di essere assai perplesso sulla possibilità di impiego di qualunque tipo di parametri per esplicitare il tipo di fertilità cosiddetta potenziale.

PROF. FIEROTTI - L'argomento è troppo vasto perché io possa rispondere esaurientemente al Prof. Cecconi. Tuttavia mi sforzerò di essere conciso e nel contempo quanto più preciso possibile.

Seguendo alcuni concetti già messi a punto da studiosi della F.A.O., noi prendiamo in considerazione per determinare la potenzialità del suolo, otto caratteristiche e cioè, la sua granulometria, lo stato di aggregazione, il drenaggio interno, il contenuto di sostanza organica, il contenuto di elementi minerali e, principalmente dei macroelementi azoto, fosforo, potassio, la capacità di scambio, la saturazione in basi. A ciascuna di queste caratteristiche viene attribuito un valore che va da 1 a 100 e che sta ad indicare come una caratteristica è rappresentata nella potenzialità totale che a sua volta è espressa ancora da un numero che va da 1 a 100. Tanto più alto risulterà questo numero tanto più alta risulterà la potenzialità. Non c'è dubbio che questa metodologia presenta delle lacune e noi siamo agli inizi della sua messa a punto, tuttavia ritengo che essa meriti di essere presa in considerazione e sviluppata perché sono convinto che potrà, con buona approssimazione, dare una stima sufficiente delle risorse del suolo e della sua fertilità.



PROF. S. CECCONI - Io pensavo evidentemente che il Prof. Fierotti si riferisse all'intervento precedente del Prof. Cavazza. Sembra invece che si riferisse alla fertilità attuale e non a quella potenziale.

PROF. FIEROTTI - Il Prof. Cavazza mi pare abbia detto che è utile distinguere una fertilità attuale da una fertilità potenziale. Il mio intervento ha riguardato, dice il Prof. Cecconi, solo la fertilità attuale. Avevo già affermato nel precedente intervento che il discorso sulla compilazione delle carte della potenzialità sarebbe lungo per questa sede, tuttavia ritengo che sia il caso che faccia ancora qualche precisazione.

Per potere determinare la fertilità potenziale di un suolo ritengo che sia necessario preliminarmente conoscere la fertilità attuale che deriva dalle condizioni attuali del suolo e dalle pratiche agricole oggi eseguite. Con la metodologia già menzionata, dando a ciascuna caratteristica presa in considerazione un indice, indirettamente vengono segnalate le limitazioni che caratterizzano quel dato suolo. Fra le caratteristiche scelte alcune non possono essere corrette dall'uomo o se lo possono essere occorrono mezzi finanziari e tecnici tanto grandi da sconsigliarne spesso l'intervento, fra queste caratteristiche ricordiamo per tutte la tessitura e la profondità del profilo. Altre caratteristiche invece possono essere corrette, per esempio la riserva di elementi minerali, il drenaggio. Attraverso le caratteristiche attuali e seguendo la metodologia già accennata nel mio precedente intervento si è in grado di conoscere quali sono le limitazioni che ciascuna caratteristica presenta e come intervenire su quelle che abbiamo definito come possibili da correggere. Con i primi dati si farà una carta della fertilità attuale con i secondi una carta della fertilità potenziale. Rapportando poi la fertilità potenziale a quella attuale si otterrà un coefficiente chiamato « coefficiente di miglioramento » che permette di potere valutare il punto massimo di fertilità a cui quel suolo può essere portato. Ripeto che noi stiamo cercando di applicare questa metodologia ai nostri suoli apportando delle modifiche, però essa ha bisogno di verifiche, di suggerimenti, di critiche da parte di più specialisti, perché è solo attraverso lo scambio di opinioni che si dimostra la bontà di un metodo. Grazie.

PROF. MANCINI - Esistono iniziative a carattere internazionale che vengono dalla F.A.O. per vedere di valutare sinteticamente i suoli delle nazioni emergenti. In molti casi in cui il rilevamento pedologico a tappeto è difficile se non impossibile subentra una collaborazione fra l'agronomo,

il chimico agrario, il pedologo di campagna e in molti casi anche il climatologo per vedere di dare un documento sintetico alle forze che poi debbono decidere e soprattutto alle organizzazioni internazionali che devono assumersi oneri finanziari certe volte anche molto grossi. Il problema in questi casi più importante che abbiamo di fronte è quello di fare una valutazione dei singoli parametri perché a un certo punto quando Cavazza e Florenzano disputavano sulla sostanza organica pensavo proprio al problema della potenzialità. Noi attribuiamo evidentemente molta più importanza alla profondità del suolo che ad altri parametri perché si tratta evidentemente di un carattere permanente che può essere modificato sostanzialmente solo con opere straordinarie. Minor peso ha ovviamente la sostanza organica, soprattutto se passa dall'1 al 2%, mentre in genere si attribuisce più valore a granulometrie anomale (eccesso di sabbiosità o di argillosità). È chiaro però che tutto questo è in molti casi assai soggettivo.

PROF. FLORENZANO - Il Presidente ci ha provocato un'altra volta sulla questione di un metodo per rilevare lo stato di inquinamento di determinate aree pedologiche. Il problema è aperto e si può risolvere non su scala macroscopica allo stato attuale, almeno per quanto ci è noto, ma su scala microbiologica, utilizzando test molto sensibili per valutare lo stato di inquinamento del suolo, come il saggio di Kruglov che funziona in modo probrante. Quindi occorrerebbero indagini di laboratorio sistematiche e comparate, mentre nei rilievi di campagna c'è poco da fare a meno che non si abbiano manifestazioni così avanzate di inquinamento in aree in cui probabilmente anche l'interpretazione aereofotogrammetrica potrà consentire di distinguere le zone inquinate da quelle non colpite. Per quanto riguarda il problema proposto dal Prof. Fierotti sui concimi azotati ad ammonizzazione lenta, tutto dipende dal rapporto urea/formaldeide (U/F): i fertilizzanti a rapporto U/F molto stretto non ammonizzano, né nitrificano, mentre quelli a rapporto largo presentano una normale mineralizzazione. Grazie.

PROF.SSA FEDERICO - Io vedrei con molto favore una Tavola Rotonda sul problema dell'inquinamento del terreno. Si tratta di un problema estremamente complesso sia da un punto di vista analitico, sia per quanto riguarda la scelta di idonei parametri biochimici ed enzimatici atti ad evidenziare uno stato di compromissione della coltura, sia infine per quanto

concerne la valutazione, in termini economici, dei danni che l'agricoltura subisce a causa dell'inquinamento.

La complessità del problema emerge da una semplice considerazione. Noi non siamo ancora in grado di rispondere al quesito: qual è la soglia di concentrazione di un determinato metallo nel terreno che induce tossicità nelle piante e qual è la sua concentrazione nelle piante che è lecito considerare tossica?

Per quanto concerne quest'ultimo punto, a parte il fatto che ogni pianta reagisce in modo diverso, il problema si prospetta più semplice per i metalli tipo cromo e soprattutto nichel di cui non si conoscono azioni oligodinamiche mentre si conoscono i loro effetti deprimenti sull'assunzione e la traslocazione del ferro, nonché sulla biogenesi della clorofilla. Per cui è probabile che concentrazioni nettamente superiori a quelle dei testimoni, o anche a quelle considerate normali (che sono dell'ordine di qualche p.p.m.) possano essere considerate, con un certo affidamento, dosi tossiche. Le cose sono notevolmente più complesse per altri microelementi come ad esempio il manganese e lo zinco di cui le piante necessitano e per cui lo scarto tra dosi che inducono la carenza e dosi che determinano fenomeni di tossicità è molto piccolo.

Comunque io vedrei con molto piacere una Tavola Rotonda perché ci sarebbero molte cose da dire, molte cose da discutere.

VOCE X - Potremmo farla a Milano.

PROF.SSA FEDERICO - Volentierissimo, molto bene, Milano mi sembra proprio la sede più adatta; anche perché Milano si trova proprio al centro di zone largamente contaminate, dove le acque sono quelle che sono, le più sporche d'Italia e convogliano gli scarichi di una innumerevole serie di industrie di tanti tipi diversi.

Sarò ben lieta di collaborare con la Società della Scienza del Suolo nell'organizzare a Milano una Tavola Rotonda sull'inquinamento del terreno.

G. RONCHETTI - Sulla base di quanto ho avuto modo di ascoltare fino a questo momento e ricollegandomi a ciò che diceva stamani il Prof. Fierotti, penso che sarebbe molto opportuno portare avanti quel discorso, già iniziato a suo tempo, circa la potenzialità dei suoli. Combinando infatti le conoscenze e le esperienze fatte dal punto di vista chimico, fisico e biologico, nel campo della pedologia, si potrebbe notevolmente perfezionare lo studio dei parametri concernenti la stima della potenzialità di un determinato suolo.

Tenendo presente che programmi di ricerca analoghi, si stanno svi-

luppando da anni nell'ambito dell'attività della F.A.O., potrebbe risultare assai conveniente approfondire, proprio in seno alla S.I.S.S., la discussione e, non solo, su tale complessa ma importante tematica, ma anche su quella concernente lo studio delle limitazioni nell'uso di un suolo.

MATTEI - Poiché Ronchetti ha ripreso il concetto esposto anche da altri della fertilità potenziale dei suoli, penso sarebbero necessarie alcune considerazioni preliminari in modo da chiarire che cosa si possa intendere per fertilità potenziale.

Anzitutto, a mio avviso, il discorso può essere diverso se parliamo di terreni utilizzabili per l'agricoltura e terreni, invece, coperti da vegetazione naturale.

Limitando il mio discorso ai primi, vorrei dire che l'accertamento della fertilità potenziale deve essere sostanzialmente indirizzato a scopi pratici, cioè a valutare quale può essere la massima produzione ottenibile, in un dato terreno con l'esecuzione di certe pratiche agricole. Se noi il terreno non lo volessimo utilizzare, e quindi non adottassimo certi criteri che gli permettano di intrinsecare questa potenzialità, il discorso non avrebbe senso.

Per questo motivo, penso che per comprendere la fertilità potenziale di un terreno noi dobbiamo partire non dal suolo ma dalla pianta che su quel suolo possiamo coltivare.

La pianta può essere considerata una macchina (nel senso fisico della parola) che trasforma una certa forma di energia (la luce) in un'altra (le sostanze organiche sintetizzate) e il processo di trasformazione ha una certa efficienza.

I limiti fisici e biologici del processo di trasformazione sono ormai abbastanza ben conosciuti e quindi anche i livelli di efficienza massima raggiungibile per cui si parla di « potenzialità produttiva » di una certa specie.

È ormai anche abbastanza chiaro che sono i fattori climatici che influenzano la capacità della pianta a produrre più o meno, a condizione però che la disponibilità di acqua e di sostanze nutritive siano adeguate. Rientra quindi, come ebbi a dire nella precedente Tavola Rotonda di Cagliari, che non è lecito ignorare l'importanza del suolo come però non è lecito ignorare quella del clima.

D'altra parte, alcuni risultati raccolti da me e da altri colleghi in un esperimento collegiale svolto in Italia, Egitto e Tanzania, i cui risultati sono stati presentati recentemente in Inghilterra hanno messo in evidenza che mantenendo le disponibilità di sostanze nutritive e di acqua a livelli non limitanti e regolando opportunamente l'investimento, si sono avuti

valori di efficienza del tutto simili tra l'Italia e l'Egitto, sia pure in condizioni di suolo nettamente diverse.

Se abbiamo, quindi, la possibilità di stabilire quale sia la produttività potenziale di una specie, in base a motivi di carattere biochimico, fisiologico e climatico, potremmo valutare la fertilità potenziale di un suolo come la misura della sua capacità a consentire il raggiungimento o meno del valore di efficienza che quella certa pianta, in quell'ambiente, può raggiungere.

Potremmo in tal maniera riferire ad un parametro fisso il risultato reale e da qui dedurre un indice della fertilità naturale del suolo, con certi interventi dell'uomo come concimazione, irrigazione, ecc.

PROF. ROMAGNOLI - Le valutazioni sulla fertilità del suolo vengono fatte, ovviamente, per fare delle previsioni. Sono fatte quindi con scopi pratici e quindi queste hanno tanto più valore quanto più i parametri che sono stati utilizzati per fare queste valutazioni sono veritieri e corrispondono a dati di fatto. Ora finché i nostri agronomi non faranno le loro sperimentazioni sulla base di diversi tipi di suolo conoscendo anche la rappresentatività che questi tipi di suolo hanno nel contesto della regione circostante noi siamo costretti ad utilizzare purtroppo, dei parametri che mancano di questo tipo particolare di sperimentazione. Sulla base delle indagini approfondite fatte sulla conservazione del suolo, il servizio del suolo degli Stati Uniti, oltre alle caratteristiche del profilo pedologico ecc., dei vari tipi di suolo, mette anche a disposizione delle tabelle nelle quali è riportata per ogni tipo di suolo rilevato a livello di serie, la produttività che questo ha attualmente nella zona nonché la produttività potenziale che avrebbe se fosse utilizzato dove potesse rendere di più.

Finché pertanto noi ci ostiniamo a paragonare degli oggetti diversi non possiamo sapere qual è il riferimento pratico, che questi danno. È come se noi paragonassimo un letto ad una poltrona o a una seggiola; sono tutti oggetti differenti che servono per riposarsi, anche se in maniera diversa. Il corpo umano infatti quando sta su una seggiola, su una poltrona o a letto, ha dei gradi di riposo diversi e così anche il suolo ha dei gradi di produttività diversi in funzione della propria insita potenzialità. Tale caratteristica però va sperimentata e fino a che noi parliamo in senso astratto del suolo e della sua fertilità non portiamo nulla di costruttivo. Si è parlato di molti suoli su cui viene fatto il *minimum tillage*. Orbene su un vertisuolo molto diffuso ad esempio in Sicilia, si può benissimo non fare alcuna lavorazione. I vertisuoli infatti possono fare a meno del rovesciamento provocato dalla lavorazione ma non sarà certo così

quando si parlerà di un suolo mediamente sabbioso nel quale, per effetto della coltura, si sia avuta una certa liscivazione ed esso sia così andato incontro ad una perdita di elementi della fertilità della sua parte più superficiale verso quella inferiore; il rivoltamento della lavorazione è qui necessario.

Il richiamo che faceva G. Ronchetti sulla necessità di realizzare un gruppo di lavoro formato da persone che cercassero di risolvere nel migliore dei modi qualche specifico problema applicativo, lo vedrei molto bene. Con il Laboratorio di Perugia stiamo concludendo una collaborazione con la Facoltà di Agraria su tali argomenti ma non vi nascondo che per iniziare una ricerca in stretta collaborazione tra 5 istituti, non è stata una impresa facile. Alla base di tale tipo di lavoro ritengo debba trovarsi la buona volontà di lavorare assieme. Fin tanto che parliamo della necessità di disporre di seri risultati, siamo tutti d'accordo, però bisogna anche trovare il sistema di impegnarsi ognuno per la propria specializzazione e vedere come si possono risolvere queste carenze.

Bisogna in definitiva rimboccarsi le maniche e mettersi a lavorare su qualche cosa di concreto e i risultati sono certo che non mancheranno.

PROF. S. CECCONI - Penso che la maggior parte delle persone che sono intervenute sia su di una linea abbastanza costante, separando nettamente la fertilità attuale di un terreno, nelle condizioni in cui si fa l'apprezzamento della fertilità, da quella potenziale, e cioè dalla fertilità che un terreno potrebbe raggiungere se sottoposto a determinati interventi. Sono quindi d'accordo con Cavazza, Mattei e gli altri di cui ora mi sfugge il nome, e credo che se fossimo tutti d'accordo almeno su questo, avremmo raggiunto un significativo punto di partenza per l'ulteriore discussione.

Un altro punto da prendere in considerazione consiste nella necessità di unificazione delle varie terminologie usate dalle diverse discipline o almeno dai diversi studiosi. Infatti la « potenzialità », la « vocazione », e altri termini che adesso non ricordo si identificano per alcuni, e io sono fra questi, con la fertilità che un terreno potrebbe raggiungere in seguito a determinati trattamenti, per altri invece rappresentano la possibilità per il terreno di ricevere con profitto determinate colture.

Non mi sento di andare oltre perché io personalmente non so come si potrebbe, se non attraverso una sperimentazione, dire che un terreno è o non è fertile. Basta infatti l'insufficienza di uno dei tantissimi fattori della fertilità, magari non preso nemmeno in considerazione nell'analisi, perché l'interpretazione fallisca. Per fare un esempio, dobbiamo prendere

in considerazione il clima? È chiaro infatti che due terreni, dotati ambedue di tutto il necessario, ma uno umido e l'altro arido, sono in grado di arrivare a livelli di fertilità assai diversi.

Anche per quanto riguarda le definizioni affiorano a mio modo di vedere alcune perplessità. Un terreno è fertile quando permette la vita delle piante o solo quando permette anche una buona produzione?

Penso quindi che una definizione esauriente del termine fertilità sia molto difficile a darsi, ma a parte ogni definizione credo, e scusate se mi ripeto, che avremmo fatto già un passo avanti se guardiamo ad un determinato terreno, considerandolo così com'è attualmente e come potrebbe diventare in seguito ad alcuni trattamenti.

PROF. MANCINI - Pensa a questi due concetti, che sono molto importanti.

PROF. S. CECCONI - Attualità e potenzialità? Certamente io ho ben chiaro in mente questi due concetti, però non bisogna dimenticare che una determinata coltura ha bisogno non solo di un suolo cosiddetto fertile ma anche dell'optimum di condizioni ambientali. Sappiamo tutti infatti che un terreno può essere considerato fertile considerando una coltura e meno fertile considerandone un'altra, se ovviamente si pensa in termini di produzione. D'altra parte se si prescinde dalla produzione a cosa si deve riferire il termine fertilità? Arriveremmo, agli estremi, alla possibilità di definire fertile un terreno che per altre ragioni estranee al suolo propriamente detto, non produce nulla o quasi. Ciò sarebbe veramente un grosso guaio.

Per concludere voglio ancora una volta dire che non riesco a dare una definizione di fertilità che possa contentare tutti. Se qualcuno dei presenti riesce a darla io sarò ben contento di prenderne atto, ovviamente se tale definizione mi soddisfa.

PROF. MANCINI - Dobbiamo però non distruggere completamente un concetto in parte acquisito; dobbiamo avere anche presente che da un punto di vista didattico da un lato e da un punto di vista dell'assistenza tecnica dall'altro occorre circoscrivere questo concetto, non credi?

PROF. S. CECCONI - Certamente, ma se noi vogliamo considerare la fertilità in rapporto stretto con la produzione, bisogna ricordare, come ho

detto prima che un terreno a parità di altri fattori può risultare fertile per una coltura e meno fertile per un'altra. Se noi teniamo conto solamente del suolo per le sue caratteristiche fisiche e chimiche ci potremmo trovare a definire fertile un terreno che invece potrebbe, nella fattispecie, non esserlo. Io non sono un agronomo, ma so che a volte basta un cambiamento nell'illuminazione in una radura di un bosco, per tagli antropici, perché si verifichi una diversa competizione nella flora del sottobosco, capace spesso di impedire il rinnovamento spontaneo delle piante che costituiscono il bosco stesso.

ROMAGNOLI - Sulla base dell'esperienza che mi son fatto osservando come lavorano gli specialisti del Servizio della conservazione del suolo Americana, ho riscontrato che tutti possiamo imparare molte cose. Le loro esperienze negative ad esempio fatte all'inizio del secolo quando volevano utilizzare il rilevamento del suolo per imporre le tasse, sono da meditare! Si voleva tassare i suoli in funzione della produttività del grano ma quando i genetisti selezionarono delle varietà di grano che crescevano dove prima il grano non viveva e per di più produceva il doppio di quello seminato su terreni ritenuti prima particolarmente adatti i tecnici si sono accorti chiaramente che quello non era un criterio da utilizzare perché assai variabile. Sono venuti così nella determinazione di studiare le caratteristiche intrinseche e permanenti del suolo. Anche noi dovremo attenerci a queste esperienze e cercare quindi di affrontare il complesso problema lavorando in più specialisti, per la sua risoluzione perché se ad esempio noi studiamo la capacità di scambio di un certo tipo di suolo e poi studiamo la fertilità di un altro, è la torre di Babele, non siamo in grado di intenderci.

Bisogna andare fuori insieme in campagna perché anche i suoli su cui è stata eseguita una cartografia di dettaglio, non sempre colui il quale non è uno specialista garantisce di prendere il tipo di suolo caratteristico dell'unità cartografata. Ecco quindi la cosa su cui dovremo metterci d'accordo; ognuno fa un pezzettino di strada, porta un certo contributo ma è solo dalla globalità delle conoscenze messe assieme che sarà possibile tirar fuori qualche risultato.

Come giustamente diceva anche il Prof. Florenzano, non sempre la produttività corrisponde alla fertilità naturale che ha il suolo, perché è l'uomo che deve gestire il suolo in maniera ottimale al fine di ottenere di più e limitarne l'erosione tenendo presente che una buona concimazione, facendo sì, tra l'altro, che l'apparato radicale sia più rigoglioso, produce anche una migliore omogeneizzazione negli orizzonti superficiali, un maggior



approvvigionamento idrico e quindi, in definitiva una minor erosione. Grazie.

PROF. MALQUORI - Quello della fertilità è un problema molto serio, ed è molto difficile definirlo con un parametro semplice e riassuntivo.

Molto spesso noi consideriamo la fertilità di un terreno in base a delle cognizioni desunte dalla pratica agricola, mi riferisco soprattutto ai terreni agrari, e ultimamente noi abbiamo visto che questa pratica distingue oggi i terreni secondo le vocazioni. Quando si parla di terreni a vocazione viticola, o olivicola, o cerealicola, significa che già sono stati individuati nella zona agraria particolari terreni i quali si adattano meglio degli altri ad una coltura, come vite, olivo e frumento, o in altre parole un terreno è stato riscontrato fertile per esempio per la vite oppure fertile per il frumento, fertile per il foraggio, fertile per l'olivo e così via. C'è quindi l'indicazione della coltura che fa un po' come signacolo per quello che è la migliore attitudine a produrre di quel terreno, mentre dal confronto fra i vari terreni per esempio olivicoli si può controllare dove l'olivo vegeta meglio, essendo impossibile lo stabilire un livello uniforme per tutti. Il grado di fertilità dipenderà dai vari parametri che incidono sulla definizione stessa di fertilità, i quali naturalmente sono complessi, ed è molto difficile che risultino tutti uguali per diversi tipi di terreno. Basta allora il variare di uno per creare differenze nella fertilità fra i due terreni.

Oggi c'è la tendenza di distinguere fra fertilità attuale e fertilità potenziale basandosi su dati statistici senza impiantare delle prove, che sono lunghe e richiederebbero l'introduzione di numerosi parametri, perché la lavorazione di un terreno fatta in un modo o in un altro può incidere sulla resa della coltura, la irrigazione fatta in un modo o in un altro può condizionare la resa della coltura, l'aggiunta dei fertilizzanti, la varia gradazione dei fertilizzanti può influire sulla resa della coltura. Troppi parametri per cui anche la vita di un uomo non sarebbe bastante per definire ciò che veramente può rendere un terreno trattato in un dato modo. Ci si limita perciò a ipotizzare una certa potenzialità, ma un valore effettivo manca a queste ipotesi perché noi non sappiamo cosa produrrà un terreno lavorato in un dato modo sia in un'annata che in annate successive.

Presso i Georgofili è stato discusso il problema della fertilità del suolo già nel secolo scorso e il Ridolfi fu il primo ad introdurre quel principio ormai popolare che considera la fertilità di un terreno come la sua attitudine a produrre; allora ci si riferiva all'ambiente toscano dove le colture erano quelle classiche della vite, dell'olivo, del frumento, del foraggio e

così via, per cui, come giustamente ha detto anche il Prof. Cecconi, se si deve definire una fertilità bisogna oggi indicare sempre la coltura. Infatti se io voglio impiantare per esempio del girasole come oggi si sta introducendo in molte zone, io devo sapere se il terreno è adatto a questa coltura, dato che si tratta di coltura nuova per l'ambiente in cui si deve operare, e pertanto i problemi della fertilità vengono fuori quando si cambia tipo di coltura, oppure quando per una stessa coltura si cambia la cultivar attraverso il miglioramento genetico, perché le colture più produttive sono anche le più esigenti in fatto di acqua e di fertilizzanti.

PROF. ARU - Sin da quando ero studente ho sentito che la fertilità è riferita a caratteristiche del suolo ben distinte e misurabili. Oggi molti caratteri (porosità, strutture, permeabilità, pF, capacità di scambio ecc.) e tutti gli elementi sono misurabili; la stessa carica microbica, tutta la vita biologica può essere osservata e quantificata attraverso indagini appropriate.

Molti di questi aspetti però possono favorire od inibire la vita e la produzione di una determinata coltura. Pertanto il concetto di fertilità va visto anche in funzione della coltura da impiantare, per cui l'agronomo specialista ed il selvicoltore dovrebbe dare un giudizio più completo proprio perché conosce le esigenze di ciascuna cultivar.

PROF.SSA FEDERICO - Premesso che, come è stato già detto ripetutamente, la fertilità è un concetto difficile da esprimere, credo che il compito del chimico agrario sia quello di analizzare il più estesamente possibile un terreno, sia dal punto di vista fisico-meccanico sia dal punto di vista chimico, e corredare questi risultati di tutte le osservazioni che possono scaturire dalla conoscenza dei moltissimi processi che avvengono nel terreno. Una volta preso in considerazione l'insieme di queste caratteristiche fisico-chimiche e chimiche, potremo, sulla carta, valutare se i terreni in esame si prestano a determinate colture che hanno determinate esigenze, scegliere il piano di concimazione più razionale, indicare la necessità di correggere, nel caso ad esempio di un terreno con pH pressoché normale ma con elevata acidità potenziale, uno stato di saturazione basica estremamente basso mediante l'impiego di correttivi e dei fertilizzanti più idonei a riportare nella normalità il complesso di scambio. Una volta che noi abbiamo considerato tutti i parametri ritenuti validi e fatto le nostre considerazioni, sarà l'agronomo che poi ci dirà se, all'atto pratico, l'attuazione di quello che noi abbiamo consigliato ha dato risultati buoni o cattivi.

Insomma noi non ci possiamo fermare, perché non riusciamo a definire in modo accettabile da tutti la fertilità o perché quello che noi diciamo non trova un reale riscontro nella pratica. Dobbiamo continuare a provare; se poi i risultati non saranno quelli che noi desideriamo o abbiamo considerato possibili vuol dire che correggeremo il nostro modo di vedere: una certa fiducia dell'analisi chimica io l'ho ancora. Non dico che sia una cosa probante in senso assoluto, ma penso e sostengo che valga ancora la pena di sperimentare anche perché, tutto sommato, la fertilità chimica, come espressione di certi contenuti e di certi rapporti tra le diverse forme in cui si trovano gli elementi nutritivi, ha tuttora un preciso significato.

A conclusione di questa giornata che ha prospettato le infinite difficoltà del nostro lavoro e per questo ci lascia tutti perplessi, non possiamo che impegnarci ulteriormente e continuare nella nostra strada; se gli agronomi ci daranno il conforto della loro collaborazione evidentemente le cose andranno meglio. Fin quando ci muoveremo da soli, per noi chimici sarà più difficile e forse impossibile risolvere i nostri problemi. Da parte nostra penso che sia opportuno approfondire ed allargare le nostre indagini affiancando alle determinazioni chimiche vere e proprie test di carattere biologico che consentano di valutare il terreno anche sotto questo aspetto.

PROF. S. CECCONI - Probabilmente non riesco a farmi capire. Non ho mai detto che non so cosa sia la fertilità fisica e chimica e che non occorre determinarle. Ci mancherebbe altro! Ho semplicemente affermato che non sono capace, e mi sembra di non essere il solo in questa aula, di dare una definizione convincente della fertilità.

È ovvio che esistono condizioni optimum fisiche, chimiche, microbiologiche, ecc., ma il difficile è riunire insieme tutte queste nozioni di fertilità in una definizione unica. Purtroppo ogni studioso pensa che la sua disciplina sia, almeno un pochetto, più seria e importante delle altre, almeno da un punto di vista pratico. Probabilmente questo avviene per presunzione ma specialmente per ignoranza del contenuto del lavoro altrui.

PROF. MANCINI - Abbiamo studiato dei suoli insieme, no?, e sono stati studiati davvero insieme e bene.

G. RONCHETTI - Desideravo dire che, in linea di massima, condivido l'ottimismo della professoressa Federigo. Da quanto si è potuto sentire nei vari interventi, esistono infatti chiaramente dei parametri che si possono misurare con soddisfacente approssimazione e sui quali sarebbe possibile trovare l'accordo sia dal punto fisico-chimico sia, come sottolineava il

Prof. Florenzano stamani, da quello biologico, sia dal punto di vista pedologico. Si può pertanto contare su dei parametri di stima abbastanza ben individuabili; dovrebbe essere nostra cura scegliere inizialmente quelli più certi per potervi concentrare maggiormente la nostra attenzione e sperimentare la loro rispondenza alla realtà. Potremmo ottenere così una base molto più obbiettiva sulla quale procedere per dare una sempre migliore definizione alla stima della potenzialità di un suolo. Se poi accanto a questi elementi cerchiamo di introdurre uno studio accurato delle cause che agiscono in senso negativo sul suolo o che si comportano nei suoi confronti come condizioni limitanti, penso che dovremmo avere maggiori possibilità di definire obbiettivamente un ambiente pedologico anche dal punto di vista applicativo.

PROF. MANCINI - Gli olivi, i carrubi e tante altre specie mediterranee riescono ad approfondire il loro apparato radicale in qualche cosa che non è più suolo, ma substrato, tenero magari, ma substrato. Se troviamo un suolo con soli 30 cm di profondità e sopra un bellissimo oliveto, se noi facciamo quello che la frutticoltura ha fatto parecchi anni fa per certe piante da frutto andiamo cioè a ricostruire, a esplorare l'intero apparato radicale troviamo certe volte una radice profondamente inserita nella roccia, nel substrato. Sicché c'è un contrasto tra questo aspetto generale della stazione riferita a quella determinata coltura e i parametri del suolo che andiamo a misurare. Il suolo è poco profondo ma gli alberi non soffrono la siccità perché i loro apparati radicali hanno trovato acqua a forte profondità.

PROF. FIEROTTI - La Prof.ssa Federigo ha voluto evidenziare l'importanza che assume l'indagine analitica nel determinare la fertilità di un suolo. Io sono perfettamente d'accordo a patto però che l'analisi chimica non prenda in considerazione solamente lo strato lavorato come purtroppo ancora oggi spesso si fa in Italia. In questo caso sono convinto che l'indagine analitica abbia una funzione molto limitata; se invece si studia il suolo lungo tutto il suo profilo allora si che l'analisi chimica acquista una enorme importanza specialmente ai fini di determinare la fertilità del suolo stesso. Infatti può capitare che analizzando solo i primi trenta-quaranta centimetri cioè lo strato usualmente sottoposto a lavorazioni risulti che quel terreno sia ben fornito di elementi minerali e di conseguenza si è indotti a dare un buon giudizio sulla sua capacità produttiva, giudizio però che è in contrasto con la realtà. Lo studio invece di tutto il profilo

non porta a questi errori. Infatti se ad un dato orizzonte profondo si ha per esempio la comparsa di accumulo di carbonati, o di sali solubili, o si ha formazione di pseudogley è ovvio che la fertilità di quel suolo viene profondamente influenzata in senso negativo. A me pare che questa è una precisazione che andava fatta e su cui ritengo siamo tutti d'accordo.

All'amico Mattei vorrei chiedere una spiegazione. Non ho ben capito come si possa partire dalla pianta per determinare la fertilità del suolo.

È un concetto che mi sfugge, anche perché, come poi è stato fatto rilevare da altri, è ovvio che la fertilità di un suolo cambia in rapporto alle diverse colture. Ed allora perché si possa fare ciò che sostieni tu a quale pianta bisogna fare riferimento? quale pianta testimone deve essere presa in considerazione perché si possa dare soddisfacentemente una risposta sullo stato di fertilità del suolo?

È naturale che una sola pianta non basta ed allora ho l'impressione che il problema si complichino di più.

Ecco a me pare che sia molto più semplice seguire la via diretta, che è quella della conoscenza dello stato del suolo, piuttosto che seguire quell'altra indiretta indicata da te e che in definitiva dovrebbe sempre indicare il livello di fertilità attuale o potenziale del suolo. Grazie.

MATTEI - Io non credo che questo discorso possa esaurirsi in poche battute, tuttavia mi dispiace di non essere stato abbastanza chiaro nel mio precedente intervento. Per spiegarmi meglio faccio un esempio.

Già diversi anni fa (1963) Loowis fece un quadro riassuntivo di quella che poteva essere la potenzialità produttiva del mais in California. I calcoli di Loowis sono riportati nella tabella che segue:

MAXIMUM CROP PRODUCTIVITY - AN ESTIMATE  
(Loowis and Williams, 1963)

Total radiation per day	500 cal/cm <sup>2</sup>
Visible radiation	222 cal/cm <sup>2</sup>
Total quanta (400-700 mμ)	4320 Einst/cm <sup>2</sup>
Albedo loss	-360 Einst/cm <sup>2</sup>
Inactive absorption loss	-432 Einst/cm <sup>2</sup>
Total quanta available for photosynthesis	3528 Einst/cm <sup>2</sup>
Amount of carbohydrate produced (Ø = 10)	353 μmoles/cm <sup>2</sup>
Respiration losses (33%)	-116 μmoles/cm <sup>2</sup>
Net production CH <sub>2</sub> O	237 μmoles/cm <sup>2</sup>
Net production (30 g/mole CH <sub>2</sub> O)	71 g/m <sup>2</sup> (14 μg/cal)

Prendendo solo la conclusione di Loowis (71 g di materia secca per giorno) possiamo dire che questo numero, per quelle condizioni ambientali è il parametro a cui mi riferisco. Espresso in efficienza, esso è pari al 6,16%.

Se noi prendiamo questo valore di efficienza (che si badi bene, è dato dal clima e dalla specie presa in considerazione) e che può valere per zone di una certa ampiezza, dato che il clima non varia così rapidamente come certe volte variano le caratteristiche de suoli, possiamo vedere quale valore di produzione si può ottenere in un certo suolo, in certe condizioni. Ecco quindi ottenuta la stima della potenzialità produttiva di quel suolo dal rapporto tra il valore di efficienza ottenuto e quello atteso.

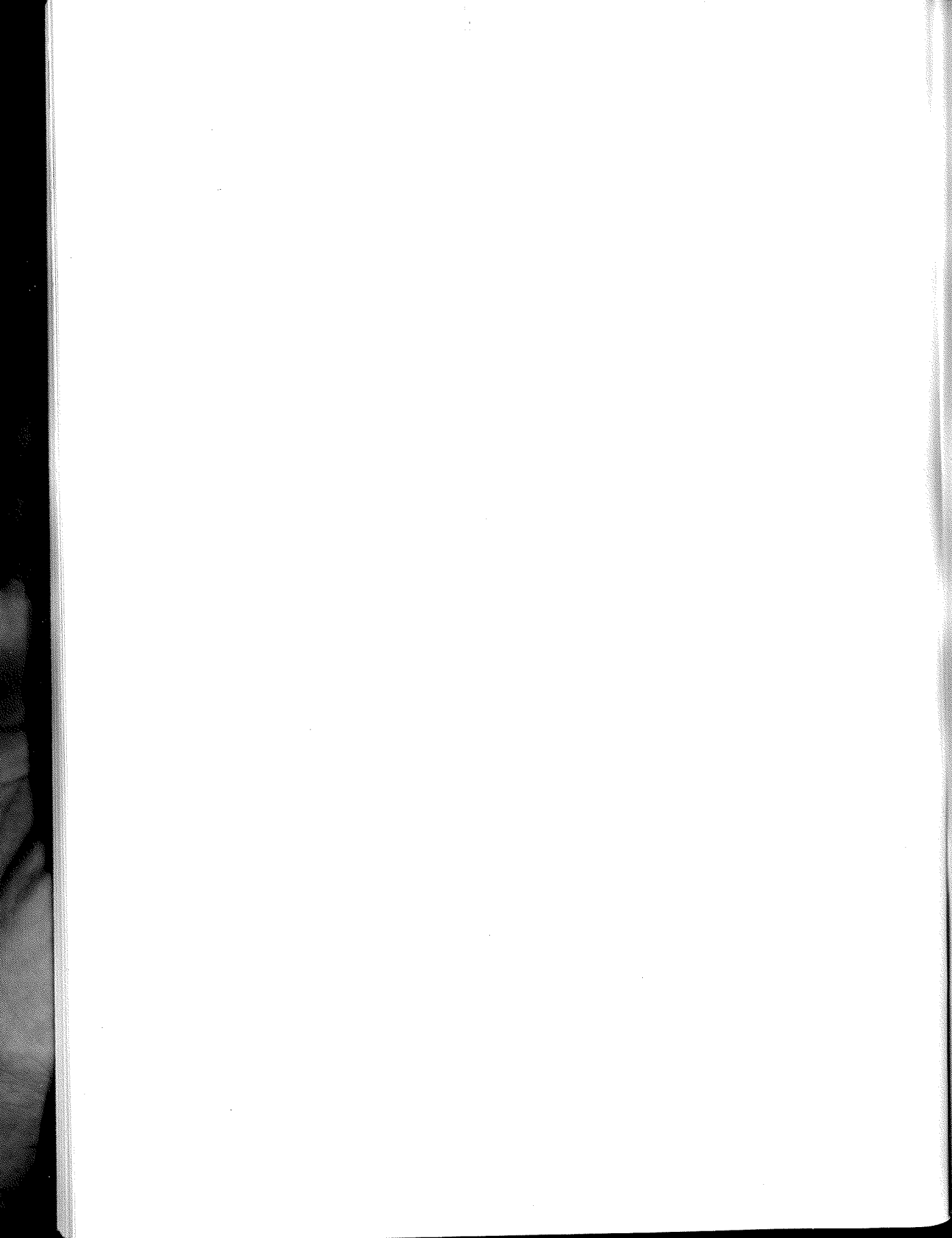
Naturalmente non è tutto così semplice e il discorso dovrebbe essere approfondito tra vari specialisti perché altrimenti c'è il pericolo di vedere le cose unilateralmente.

Comunque è un tipo di approccio che meriterebbe di essere approfondito.

PROF. F. MANCINI - Cari Consoci, siamo così giunti alla conclusione di questa giornata di lavoro. Mi pare che sia stata assai proficua. Il tema complesso e irto di difficoltà d'ogni genere, è stato esaminato da vari punti di vista dopo la ampia, documentata, esauriente trattazione dell'amico carissimo e collega Sergio Cecconi. È gradito dovere del Presidente di esprimere la gratitudine dei Soci al relatore e a tutti coloro che hanno, partecipando alla discussione, portato un costruttivo contributo all'approfondimento di questa problematica antica e pur sempre suggestiva e vivissima.

Gli Atti di questo simposio vedranno presto la luce e di questo la Società deve essere grata al Prof. Alberto Malquori che ha voluto inserirli tra le pubblicazioni del Centro di Studi del C.N.R. che Egli così brillantemente dirige. In questo modo la collezione degli Atti della Società si accrescerà di un altro volume e anche i Soci che non hanno potuto partecipare alla riunione odierna avranno modo di leggere e meditare quanto è stato presentato.

Esprimo infine alla Presidenza dell'Accademia dei Georgofili il rinnovato ringraziamento della Società e mio personale per la cortese ospitalità, lieto che il tema oggi trattato rientri nell'alveo della secolare tradizione di questo benemerito consesso avendo nel contempo aspetti teorici di scienza pura e pratici di applicazione quotidiana nei vasti campi dell'agronomia e della selvicoltura.



Finito di stampare  
nella Stamperia Editoriale Parenti  
Firenze - Gennaio 1975



