



Bollettino

della Società Italiana della Scienza del Suolo

Volume 48, 1999

No. 4

Lit. 25.000

“Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti” Atti della Giornata di Studio di Pietrasanta (Lucca) 19 marzo 1999

Introduzione ai lavori - <i>P. Sequi</i>	697
Cento anni di fertilizzazione e problematiche attuali - <i>A. Benedetti</i>	701
Il ruolo dell'industria italiana dei fertilizzanti nello sviluppo dell'agricoltura nazionale - <i>C. Puccioni</i>	713
Analisi dell'andamento del mercato dei fertilizzanti nell'Unione Europea e censimento dei concimi minerali presenti sul mercato italiano - <i>S. de Bertoldi</i>	723
Produzione e consumo di concimi nazionali - <i>S. Silva</i>	735
Il controllo della qualità dei fertilizzanti - <i>G. Menin</i>	753
Le analisi dei fertilizzanti - <i>A. Minguzzi</i>	761
Biomasse trasformabili in fertilizzanti - <i>C. Ciavatta, C. Gessa</i>	769
Problemi del controllo degli elementi indesiderati - <i>L. Leita, C. Mondini, P. Cantone</i>	783
Analisi del suolo e fabbisogno di fertilizzanti azotati - <i>S. Canali</i>	793
Analisi del suolo e fabbisogno di fertilizzanti - <i>M. Perelli</i>	805
Analisi fogliari e fabbisogno di fertilizzanti in agrumicoltura - <i>F. Intrigliolo</i>	813
La diagnostica fogliare nelle piante arboree da frutto a foglia caduca - <i>D. Scudellari, M. Toselli, B. Marangoni, M. Tagliavini</i>	829

Attività IV Commissione

Fertilità del Suolo e Nutrizione delle Piante (giugno 1998 - giugno 1999) - <i>A. Benedetti</i>	843
---	-----

Attività Sociale

L'Assemblea Ordinaria del 22 giugno 1999 - <i>P.G. Arcara</i>	849
---	-----

Le Aziende informano

Concimazione e agricoltura sostenibile - <i>A. Satanassi, D. Bartolini (SCAM)</i>	855
Bio-Vegetal a difesa del suolo - (TERSAN PUGLIA & SUD ITALIA)	863
3,4 DMPP, fertilizzanti stabilizzati per un'agricoltura sostenibile - <i>D. Tesi, W. Zerulla (BASE)</i>	867
La Metodologia CIFO per un'agricoltura ragionata - (CIFO)	873
Dal 1970 nel campo delle analisi agrarie e agroindustriali - (MODUGNO Agrochimica)	877

Indice Generale Volume 48, 1999

Indice degli Autori

I
V

EDIZIONE A CURA DEL COMITATO ISNP
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma
Tel. 06 7005413, Fax 06 7005711

Registrato presso il Tribunale di Roma
il 07/04/1998 al n. 00138/98

PERIODICO TRIMESTRALE
ISSN - 0390-4865

Direttore Responsabile
Prof. Paolo Sequi

Direttore Editoriale
Dr.ssa Rosa Francaviglia

Direttore Grafica e Impaginazione
Dr. Giampietro Diana

Collaborazione alla Grafica
Sig. Antonio Gratta

Segretario di Redazione
Sig. Filippo Ilardi

Stampa
Delta Grafica s.r.l. - Via G. Pastore, 9
06012 Città di Castello (PG)
Finito di stampare nel dicembre 1999

Comitato di Redazione

Prof. Paolo Sequi
Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma
tel. 06 7005413 - fax 06 7005711 - e-mail psequi@isnp.it

Dr. Pier Giacomo Arcara
Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Piazza D'Azeglio, 30 - 50121 Firenze
tel. 055 2491227 - fax 055 241485 - e-mail arcara@dada.it

Prof. Pietro Violante
Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università di Napoli
Via dell'Università, 100 - 80085 Portici (NA)
tel. 081 7885206 - fax 081 7755130 - e-mail pieviola@unina.it

Prof. Angelo Aru
Dipartimento di Scienza delle Terra, Università di Cagliari
Via Trentino, 51 - 09100 Cagliari
tel. 070 2006239 - fax 070 282236 - e-mail arua@vaxcal.unica.it

Prof. Paolo Nannipieri
Dipartimento di Scienza del Suolo e Nutrizione della Pianta
Università di Firenze, P.le delle Cascine, 15 - 50144 Firenze
tel. 055 32881 - fax 055 333273 - e-mail nannip@cscs.fi.cnr.it

Presidenza: Istituto Sperimentale per la Nutrizione
delle Piante
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma
Tel. 06 7005413, Fax 06 7005711
e-mail: psequi@isnp.it

Segreteria: Istituto Sperimentale per lo Studio e la
Difesa del Suolo
Piazza M. D'Azeglio, 30 - 50121 Firenze
Tel. 055 2491227, Fax 055 241485
e-mail: arcara@dada.it

Sito: <http://www.siss.isnp.it>



Bollettino

della Società Italiana

della Scienza del Suolo

Volume 48

No. 4 1999



INTERNATIONAL UNION OF SOIL SCIENCES
SOCIETÀ ITALIANA DELLA SCIENZA DEL SUOLO

Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti



GIORNATA DI STUDIO

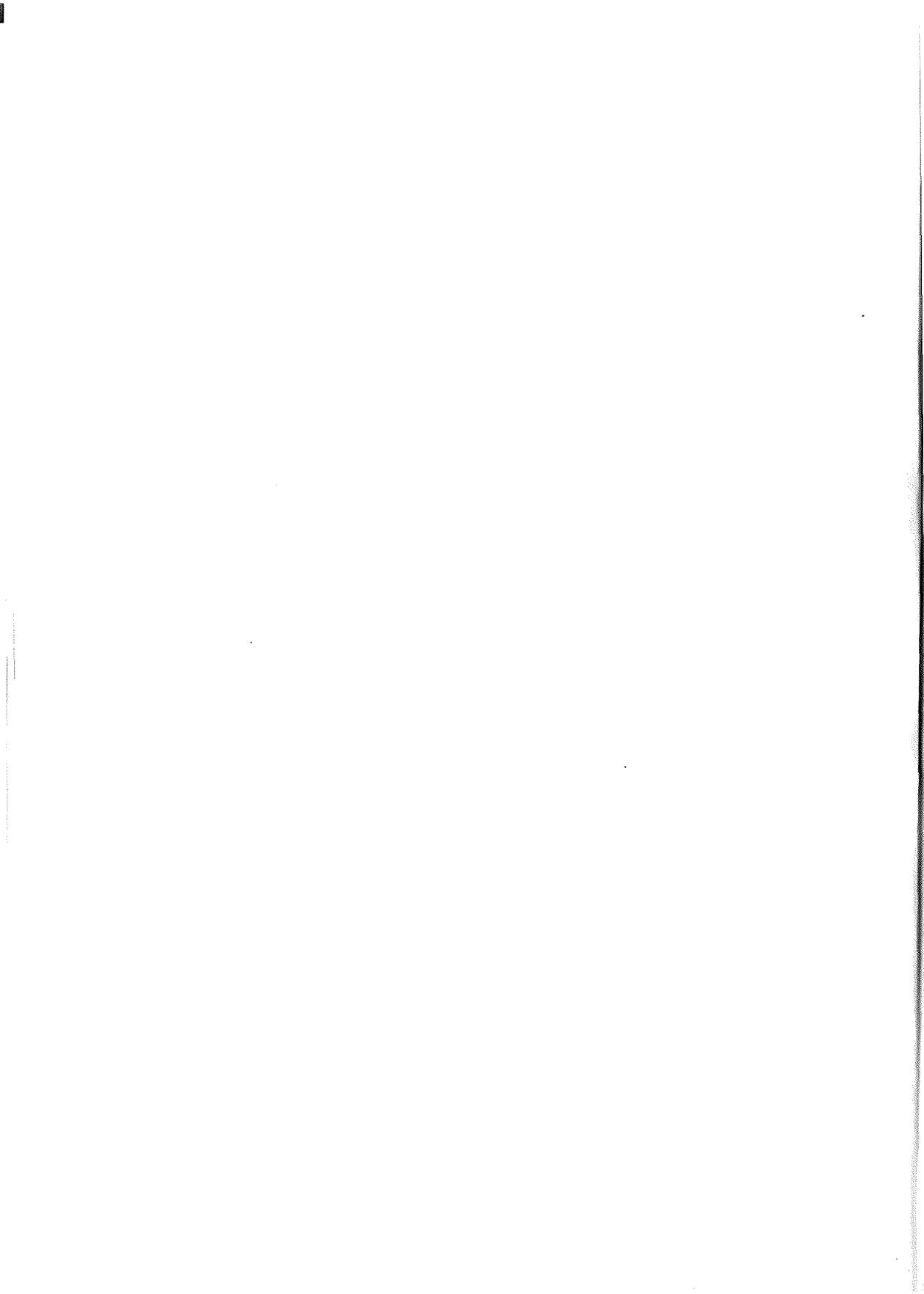
in collaborazione con

MINISTERO PER LE POLITICHE AGRICOLE

OSSERVATORIO NAZIONALE PEDOLOGICO PER LA
QUALITÀ DEL SUOLO

PROGETTO FINALIZZATO PRODUZIONE AGRICOLA NELLA
DIFESA DELL'AMBIENTE (PANDA)

Salone dell'Annunziata Centro Culturale "Luigi Russo"
Via S. Agostino, 1 - Pietrasanta (Lucca), 19 marzo 1999



L'OSSERVATORIO NAZIONALE PERMANENTE PER I FERTILIZZANTI

INTRODUZIONE AI LAVORI

Paolo Sequi

Presidente della Società Italiana per la Scienza del Suolo

Tutti i lettori del Bollettino sanno che la SISS è una Società scientifica con uno spettro di interessi interdisciplinare ed estremamente vasto, tanto da annoverare tra i soci personalità scientifiche molto diverse, rappresentanti discipline assai diversificate. A differenza di altre società, costituitesi con un semplice atto notarile, la SISS è un ente morale, istituito con un Decreto del Presidente della Repubblica.

Non tutti, perfino fra i Soci, sanno però che la Società ha un suo riscontro internazionale nella IUSS, la *International Union of Soil Sciences*, e soprattutto che la IUSS fa parte dell'ICSU, l'*International Council of Scientific Unions*. L'ICSU è l'organismo scientifico internazionale più importante esistente, ed è accreditato presso tutte le organizzazioni mondiali (UNESCO, UNEP, FAO, ISO e così via). In questo ambito così prestigioso, la SISS è l'unica società scientifica che può portare la voce delle scienze agrarie e delle loro esigenze collegate al suolo, ivi inclusa la fertilità del suolo e nutrizione delle piante, attualmente rappresentata dalla IV Commissione nazionale e internazionale.

Non esistendo una vera Società scientifica internazionale che si occupa di fertilizzanti, la situazione si è molto differenziata nei vari paesi. In alcuni esiste solo qualche associazione sponsorizzata dalle industrie dei fertilizzanti, che a volte esprimono solo gli interessi di alcune categorie di produttori anche se in qualche caso su base internazionale o, forse meglio, multinazionale. Così in alcuni paesi, la società del suolo nazionale ha istituito una specifica commissione per i fertilizzanti (è il caso della *Fertilizer Division*, l'ottava divisione della *Soil Science Society of America* negli Stati Uniti), mentre in altri è la stessa Società del Suolo ad assumere anche il no-

me di Società dei Fertilizzanti (è il caso della *Soil and Fertilizer Society* nella Thailandia, il paese che nel 2002 ospiterà il prossimo congresso internazionale che si svolge ogni quattro anni).

Per la verità, la *Fertilizer Division della Soil Science Society of America* ha oggi cambiato nome, prendendo quello di "*Nutrient Management and Soil and Plant Analysis*". Può sembrare un doppione della IV Divisione che anche negli Stati Uniti, come nella IUSS e nella nostra SISS, si chiama "*Soil Fertility and Plant Nutrition Division*". Ma forse non lo è, se si tiene conto che il significato di fertilità, nell'accezione anglosassone, non corrisponde a quello che noi abbiamo in mente e che è collegato al sostenimento della nutrizione vegetale, ma dipende solo dal contenuto di elementi nutritivi. Il management, o il governo degli elementi nutritivi si può ottenere invece anche solo cambiando il pH del terreno mediante l'uso di un correttivo, o migliorando la fertilità biologica, la fertilità meccanica, e così via. E bisogna tenere conto prima di tutto che non esiste un accordo internazionale sulla definizione di fertilizzante.

Esaminiamo brevemente il problema. Secondo l'accezione anglosassone, per fertilizzante si intende qualunque sostanza o materiale atto a fornire alle piante gli elementi nutritivi dei quali esse necessitano. Ufficialmente, la legislazione comunitaria ha accettato questa accezione e le direttive europee - al pari delle leggi dei paesi anglosassoni - riguardano solo i prodotti ad alto titolo. In sostanza, sono considerati fertilizzanti solo i composti che contengono una quantità di elementi nutritivi superiore caso per caso ad un certo valore minimo, anche se non è stata mai fissata una soglia precisa e generale di concentrazione. La legislazione comunitaria sui fertilizzanti, fra l'altro, pur comprendendo oggi numerose direttive, una ventina emanate dal 1976 ad oggi, non contempla ancora alcune categorie fondamentali quali i concimi organici e organo-minerali, peraltro previste in un prossimo futuro. Inoltre non appare volere considerare neppure in prospettiva materiali che pure rispondono egregiamente alla definizione anglosassone di fertilizzanti, come i fanghi degli impianti di depurazione delle acque, anche nei casi (industrie agroalimentari e affini) nei quali non si pongono problemi di natura igienico-sanitaria.

Secondo l'accezione dei paesi di lingua latina, per fertilizzante si intende invece qualunque sostanza o materiale in grado di migliorare la fertilità del suolo, che viene intesa non come la capacità di fornire elementi nutritivi alle piante, ma come attitudine a favorire la produzione vegetale. Si ammette l'esistenza di una fertilità fisica, biologica, meccanica ed anche chimica che, indipendentemente dalla fornitura degli elementi nutritivi, rivestono pari importanza e vanno parimenti considerate, potendo condizionare la

stessa fertilità chimica relativa in senso stretto alla nutrizione minerale. Nei paesi di lingua latina la legislazione tende a comprendere pertanto, accanto ai fertilizzanti che apportano principalmente gli elementi chimici, anche quelli che migliorano le altre più importanti proprietà del suolo. E così è anche in Italia: in altre parole, fertilizzante non vuole affatto dire fertilizer!!

Si sentiva fortemente l'esigenza, in conclusione, di un organismo scientifico che si dedicasse alla cultura dei fertilizzanti. L'organismo oggi esiste, e lo salutiamo con grande soddisfazione. L'alta levatura degli oratori che hanno accettato di intervenire, la varietà delle competenze oggi presenti e, soprattutto, il gran numero di persone che affollano questa sala sono davvero di buon auspicio. Ringrazio vivamente per la collaborazione prestata ai vari livelli il Comune di Pietrasanta, ed in particolare il suo Sindaco Dott. Manrico Nicolai qui presente con noi, il Centro Culturale "Luigi Russo" che ha messo a disposizione della Società questo splendido Salone dell'Annunziata, ed infine la Banca di Credito Cooperativo della Versilia qui rappresentata dal suo Presidente Avv. Paolo Tommasi. Permettetemi infine di ringraziare tutti coloro che restano sempre dietro le quinte, ma che sono l'anima dell'organizzazione: Rolando Baroni, Manuela de Pace, Barbara De Rosa, Grazia La Stella, Marina Natalini e tutti i miei valorosi collaboratori e amici dell'amministrazione e della segreteria. Buon lavoro ed un benvenuto di cuore, a voi tutti.



CENTO ANNI DI FERTILIZZAZIONE E PROBLEMATICHE ATTUALI

Anna Benedetti

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

Premessa

La fertilizzazione del suolo è antica quanto l'agricoltura, già le prime popolazioni stanziali coltivavano i loro campi e concimavano la terra con gli escrementi dei loro animali. Per averne testimonianza scritta dobbiamo arrivare ai documenti greci e latini. Columella, ad esempio, nel XII libro del *de re rustica* parla delle grandi qualità dello sterco dell'asino come fertilizzante del suolo. Perché, allora, limitare la storia della fertilizzazione agli ultimi cento anni? In realtà essi si collocano in maniera unitaria rispetto agli altri 4000, 3000 anni o rispetto addirittura allo stesso secolo scorso in quanto la tecnica della fertilizzazione non ha subito particolari evoluzioni fino all'avvento dell'industria chimica e all'immissione sul mercato dei fertilizzanti di sintesi. L'accelerazione che si è avuta negli ultimi 100 anni nelle tecnologie utilizzate in agricoltura tende a porre gli ultimi 20 anni o meglio ancora gli ultimi 10 anni in contrapposizione rispetto agli stessi 100 anni precedenti o addirittura rispetto a tutti i 10.000 anni di storia dell'agricoltura. L'industrializzazione dell'agricoltura ha portato innegabili vantaggi sia sotto l'aspetto produttivo, che di qualità della vita degli operatori, ma, nel contempo ha portato anche ad un eccessivo sfruttamento delle risorse naturali e talvolta anche ad un loro degrado. Erroneamente la tendenza attuale è quella di una sorta di "ritorno alle origini" dopo la vasta campagna condotta, nel recente passato, da chi aveva interessi contrapposti, sui danni arrecati all'ambiente dall'agricoltura. Questo discorso può convincere chi non è addetto ai lavori, ma non è certo questa la sede per dimostrare l'inattendibilità scientifica di molte affermazioni, anche perché nel corso degli anni sono state puntualmente smentite da numerosi ricercatori. La realtà attuale comunque è quella che se da un lato non è possibile rinunciare al progresso tecni-

co in agricoltura dall'altro ci si deve comunque confrontare con tutta una serie di orientamenti politici miranti alla conservazione delle risorse ambientali e cito qui unicamente la Direttiva 91/176 sul contenimento dei nitrati nelle acque, oppure il regolamento 2078 che tra l'altro propone una riduzione degli input chimici in agricoltura.

Da qui ne consegue l'esigenza di possedere informazioni puntuali ed aggiornate sulla caratterizzazione precisa dei mezzi tecnici disponibili in agricoltura al fine di poter supportare gli addetti ai lavori nella scelta del fertilizzante più idoneo a soddisfare le loro diverse esigenze. Attualmente non è sempre molto semplice caratterizzare con precisione i mezzi tecnici destinati all'agricoltura in quanto non arrivano sul mercato solo prodotti industriali ottenuti da processi conosciuti e brevettati, ma ci si trova spesso, ed anche giustamente, ad integrare o a sostituire completamente la fertilizzazione di tipo convenzionale con biomasse di recupero a volte di dubbia origine e provenienza con ripercussioni sulla qualità della stessa pratica di fertilizzazione.

Innocuità ed efficienza questi sono i due requisiti fondamentali che vengono oggi richiesti ad un fertilizzante dalla stessa legge europea sui concimi (Direttiva del Consiglio 76/116/CEE).

In particolare la direttiva 89/530/CEE, che integra la 76/116 CEE, all'Art. 8 specifica che potranno essere inseriti negli allegati nuovi concimi purché:

- a) non abbiano effetti nocivi sulla salute umana, animale o sull'ambiente;
- b) apportino elementi fertilizzanti efficaci in base alle esigenze di una data coltura o alle condizioni di crescita delle colture.

L'affermazione di cui alla lettera a), ha segnato un solco tra il passato ed il presente. Di fatto quando nel 1994 venne pubblicata, sempre in ambito europeo, la guida all'elaborazione del fascicolo tecnico sulla denominazione "concime CE" (94/C N.C. 138/04 del 20/05/94) venne introdotta la compilazione della scheda di sicurezza relativa all'innocuità del prodotto sulla salute umana, animale e l'innocuità per l'ambiente.

Sono state altresì emanate, sempre dalla Comunità Europea, tutta una serie di direttive (dalla 88/379/CE alla 91/155/CE) inerenti l'immissione nell'ambiente di preparati pericolosi prevalentemente di sintesi, corredate di un lungo elenco di sostanze chimiche già note di cui se ne conosce anche il rischio. In esse viene stabilito che qualsiasi prodotto chimico di nuova concezione, per essere commercializzato, debba presentare domanda di

iscrizione nell'elenco sopracitato unitamente a tutta la documentazione necessaria a garantirne l'innocuità.

Dal 1976 (data in cui venne pubblicata la direttiva sui fertilizzanti 76/116) ad oggi, anche se non sono state emanate direttive specifiche a tutela della salute umana, animale e dell'ambiente, sul fronte dei concimi molte leggi europee fanno più o meno palesemente riferimento ai mezzi di produzione, investendo in particolare l'agricoltura come ad esempio la già citata 91/676/CE sulla protezione delle acque dall'inquinamento da nitrati provenienti da fonti agricole, oppure le norme per il contenuto in nitrati negli ortaggi, ecc...

Tutto questo comporta una diversa attenzione non solo ai processi produttivi e alla commercializzazione dei fertilizzanti, ma anche alle loro modalità di utilizzazione e alla loro efficacia agronomica.

La valutazione della **validità agronomica** di un fertilizzante oggi non può pertanto più essere basata unicamente sul controllo dei titoli, ma deve tenere conto ed esaltare le caratteristiche del prodotto nei confronti di un migliorato impatto sull'ambiente.

La tecnologia di produzione certamente può già costituire una valida guida per la definizione e la realizzazione di prodotti ad elevata validità agronomica. Prodotti, ad esempio, che modulino la cessione dei nutrienti con quelli a lento rilascio, rilascio controllato, organo-minerali ecc., saranno sicuramente più efficienti anche dal punto di vista nutrizionale. Essi faranno fronte alle esigenze nutritive delle colture evitando dispersioni nell'ambiente, contenendo gli interventi agronomici e molto spesso aumentando l'efficacia produttiva che si traduce anche in un minor quantitativo di prodotto distribuito. E' stato dimostrato che piante allevate con la somministrazione degli elementi nutritivi in funzione della loro curva di crescita producono anche prodotti organoletticamente di qualità superiore. Eccessi di nutrienti o stress nutritivi ne compromettono invece in modo irreversibile la qualità.

E' opportuno sottolineare che molto spesso comunque tuttora non disponiamo di adeguati mezzi di controllo per la valutazione della reale validità agronomica dei fertilizzanti secondo criteri che tengano conto contemporaneamente dell'aspetto produttivo, conservativo delle risorse ed economico a livello di sostenibilità aziendale ma anche sociale.

Nella Tabella 1 si riferiscono in termini esemplificativi i criteri base che potrebbero essere utilizzati per la valutazione dell'efficacia di un fertilizzante.

Tabella 1

Criteria per la valutazione della validità agronomica di un fertilizzante

◆ **PROCESSO DI PRODUZIONE**



L'attenzione per l'ambiente in questi ultimi anni è stata vista non soltanto nei confronti della razionalizzazione dell'uso dei fertilizzanti, ma anche nella conservazione e ripristino dell'ambiente. Su questo concetto si basano le strategie di **agricoltura sostenibile**, che in un paese come l'Italia vedono al primo posto proprio la conservazione e la valorizzazione della **risorsa suolo**. Uno degli aspetti più importanti da questo punto di vista è la fertilità organica dei suoli italiani, che come ben sappiamo è in continuo depauperamento. Il contenuto medio in sostanza organica per i suoli agricoli è di 1,5%, del quale, senza le dovute reintegrazioni se ne perde circa 1,5% annuo.

L'OCSE definisce la soglia per la desertificazione pari ad un contenuto in sostanza organica dell'1% e propone quale indicatore per la definizione della qualità dell'ambiente proprio il contenuto in sostanza organica dei suoli. Personalmente sono a conoscenza, per il nostro paese, di numerose situazioni molto critiche, basti pensare a quanto segnalato dai divulgatori agricoli della Regione Abruzzo circa il contenuto in sostanza organi-

ca dei loro vigneti, generalmente pari allo 0,6%!

La tendenza generale manifestatasi nel recente passato di allontanare dal suolo senza un ritorno ad esso di elevatissime quantità di elementi nutritivi impone oggi quindi l'esigenza di disporre di mezzi tecnici ausiliari per reintegrare la fertilità e quindi conseguire i livelli produttivi desiderati. Il riciclaggio dunque per uso agricolo del numero maggiore possibile di biomasse organiche potrebbe assolvere nel contempo a due diverse esigenze: ridurre il volume dei rifiuti e ripristinare la fertilità del suolo.

Parlare allora di efficienza ed innocuità assume una valenza molto diversa, non tutte le biomasse sono infatti riciclabili e molte di esse presentano aspetti igienico-sanitari per la salute umana, animale e dell'ambiente. Se andiamo ad osservare il catalogo europeo dei rifiuti (CER) - Direttiva del Consiglio 75/442 CEE - vediamo che moltissimi dei rifiuti catalogati soprattutto ai punti 02 (rifiuti provenienti dalla produzione, trattamento e preparazione di alimenti in agricoltura, orticoltura, caccia, pesca ed acquicoltura), 03 (lavorazione carta e legno) e 04 (produzione conciaria e tessile) possono essere recuperati e costituire la base per la produzione di fertilizzanti organici.

Analizzando altresì la lista dei concimi organici ammessi dalla legislazione italiana, L. 748/84 (non posso parlare della legislazione europea perché è tuttora in itinere), è possibile vedere che essi vengono per la maggior parte prodotti dal recupero di biomasse di origine animale o vegetale diversamente trattate, come la cornunghia, il cuoio torrefatto, il sangue secco, la farina di carne, i pannelli oleosi, la borlanda fluida, gli ammendanti vegetali compostati, ecc.

L'innocuità dei fertilizzanti è fondamentalmente legata alla presenza di eventuali sostanze indesiderate come i metalli pesanti oppure alla presenza di germi patogeni, ma può comunque coinvolgere una lunga lista di sostanze chimiche sia organiche, che inorganiche a seconda della materia prima utilizzata o del processo di trasformazione cui viene sottoposto. Prodotti che derivano dalle lavorazioni della frutta ad esempio potranno contenere concentrazioni di anticrittogamici di vario genere, oppure, da deiezioni animali di allevamenti intensivi, antibiotici utilizzati nella dieta dell'animale.

L'efficienza è invece legata al duplice concetto di reale validità agronomica da un lato e della salvaguardia delle risorse naturali dall'altra.

Tutti gli interventi degli oratori che seguiranno prenderanno in esame ed approfondiranno le problematiche di prioritaria importanza legate ai fertilizzanti, come appunto il controllo della qualità dei fertilizzanti, il con-

trollo degli elementi indesiderati, le materie prime per la produzione di fertilizzanti ed il loro uso razionale. Non verrà invece toccato il delicato aspetto riguardante la presenza di **patogeni**. Tale problema è legato soprattutto ai fertilizzanti ed ammendanti organici. Infatti poiché la stragrande maggioranza di essi deriva da biomasse di rifiuto e di scarto può comportare anche problemi legati all'igenizzazione.

In realtà gli stessi processi produttivi eliminano moltissimi agenti patogeni perché prevedono ad esempio idrolisi mediante soluzioni fortemente acide o alcaline, altri passaggi in autoclave, altri ancora trattamenti con alte temperature ecc. Trattandosi però di sostanze organiche più o meno stabilizzate, se mal conservate possono comunque tornare ad essere degli ottimi substrati per germi patogeni e quindi divenire nuovamente veicoli di infezione. La tendenza attuale degli studiosi della materia è quella di stabilire rigide regole che controllino il processo di produzione più che stabilire limiti in patogeni nei prodotti finiti nonché stabilire norme per il trasporto, imballaggio e stoccaggio.

Rischi igienico-sanitari sono comunque legati più agli ammendanti che ai concimi veri e propri. Infatti tra gli ammendanti ritroviamo prodotti ottenuti per semplice fermentazione aerobica ed in questo caso il controllo del processo dovrà effettivamente garantire l'igenizzazione del prodotto finito.

Ultima considerazione da fare è quella che sia i concimi che gli ammendanti sono destinati al suolo che di per se è fattore di igenizzazione. Come è noto tutti i microrganismi hanno dei substrati elettivi di crescita e, molto spesso i microrganismi patogeni una volta raggiunto il terreno vengono neutralizzati o da antagonisti microbici o da condizioni di vita disagevoli. Più complicato è gestire gli eventuali patogeni sopravvissuti.

Fra le varie tipologie di rifiuto utilizzate su suolo agrario troviamo infatti i reflui urbani per i quali è opportuno fare alcune considerazioni. Le implicazioni per la salute pubblica all'utilizzo dei reflui sui suoli agricoli, siano essi liquami o fanghi, sono legate soprattutto al destino che hanno nel suolo i patogeni (batteri, virus, funghi, protozoi e metazoi), sostanze organiche in traccia e contaminanti inorganici.

Al fine di acquisire le caratteristiche necessarie a rendere utilizzabile in agricoltura un fango deve subire un processo igienizzante che ne assicuri la riduzione della densità dei germi patogeni. La carica finale batterica, biologica e virale dipenderà comunque dal tipo di trattamento usato. In Tabella 2 vengono riportati i principali microrganismi reperibili nei liquami e nei fanghi urbani.

Tabella 2

Possibili patogeni presenti in biomasse organiche di origine animale

PATOGENI	
ELMINTI	VIRUS
<i>Ascaris</i>	<i>Epatite A</i>
<i>Tricuris</i>	<i>Rotavirus</i>
<i>Ancylostoma</i>	
<i>Taenia</i>	PROTOZOI
<i>Echinococcus</i>	<i>Enterovirus</i>
	<i>Reovirus</i>
BATTERI ENTERICI	<i>Calicivirus</i>
<i>Salmonella sp.</i>	<i>Astrovirus</i>
<i>Shigella sp.</i>	<i>Coronavirus</i>
<i>Vibrio sp.</i>	<i>Mastoadenovirus</i>
<i>Escherichia coli</i>	<i>Balantidium</i>
	<i>Entoameba</i>
	<i>Giardia</i>
	<i>Toxoplasma</i>

È anche possibile inoltre che il prodotto possa subire contaminazioni successive, una volta stoccato.

Da qui la necessità di considerare anche la sopravvivenza dei microrganismi una volta aggiunti al terreno, infatti questi vengono ad inserirsi in un equilibrio preesistente non sempre ad essi favorevole.

Seppure in piccole quantità, i microrganismi possono sopravvivere anche per lunghi periodi una volta applicati al suolo, in funzione dei diversi fattori ambientali quali temperatura, umidità, irraggiamento solare, presenza di sostanza organica ed assenza di flora microbica antagonista.

I tempi di sopravvivenza, riportati in Tabella 3, sono in genere maggiori nei terreni neutri o alcalini e comunque umidi. Inoltre periodi piovosi e le basse temperature, presenza di alte concentrazioni di sostanza organica possono costituire parametri a favore del mantenimento della vitalità.

Tabella 3

Tempo di sopravvivenza di patogeni nel suolo e nelle piante. Sono riportati i valori massimi assoluti e quelli più frequenti

PATOGENI	SUOLO	PIANTE
BATTERI	3 mesi-1 anno	1-6 mesi
VIRUS	3-6 mesi	1-2 mesi
PROTOZOI	2-10 giorni	2-5 giorni
ELMINTI	2-7 anni	1-5 mesi

Un problema legato ai patogeni di particolare attualità è quello relativo alla trasmissibilità della **BSE**. Come è ormai noto a tutti l'encefalopatia spongiforme del bovino (BSE), comunemente definita come sindrome della mucca pazza, è una malattia degenerativa del sistema nervoso con esito infausto, che si manifesta inizialmente con perdita della coordinazione muscolare e irritabilità. L'agente infettante è una proteina, detta prione, che non ha un rivestimento ed è normalmente prodotta dal sistema nervoso centrale, che sarebbe in grado una volta entrata nell'organismo, di raggiungere il sistema nervoso centrale e indurre la modificazione conformazionale della proteina nativa trasformandola in patologica. La BSE è inquadrabile nel gruppo delle encefalopatie spongiformi trasmissibili (TSE), che colpiscono l'uomo e gli animali.

La BSE fu diagnosticata per la prima volta nel novembre 1986 in Gran Bretagna, quasi subito si capì che l'epidemia era dovuta all'uso di farine di carne contenenti frattaglie di pecora contaminate. Si ipotizzò che il contagio potesse essere causato dai cambiamenti di alcuni parametri del processo di lavorazione, come la diminuzione del tempo e della temperatura di autoclavaggio e/o la cessazione del trattamento con solventi idrocarburici. Precauzioni contro il contagio sono state prese anche nel settore dei fertilizzanti.

Sangue, cornungia, cuoio idrolizzato, pelli e concimi, farina di carne, farina d'ossa ecc. sono effettivamente prodotti derivati dal recupero delle parti non eduli dell'animale, ma soggetti però a trattamento industriale che ne abbatte eventuali patogeni. Nel caso poi di questi prodotti, in particolare l'emanazione nel 1990 della Direttiva del Consiglio 667/CEE inerente le norme sanitarie per l'eliminazione, la trasformazione e l'immissione sul mercato di rifiuti di origine animale e la protezione dagli agenti patogeni degli alimenti, per animali di origine animale o a base di pesce, dovrebbe al-

lontanare questo rischio. Infatti si impone l'igenizzazione anche per tutti i prodotti farmaceutici o tecnici destinati a scopi diversi dal consumo alimentare umano o animale. Anche se, non con estrema chiarezza, si fa riferimento all'industria dei fertilizzanti e quindi da tale data tutti gli impianti si sono dovuti adeguare a quanto stabilito nella direttiva. Molti di essi si sono dotati di sistemi a caldo e ad alte temperature, procedure queste tipiche della pastorizzazione.

Nel corso del 1997 e del 1998 ha operato presso l'U.E. una Commissione di esperti, di cui ha fatto parte anche il Prof. P. Sequi, che ha esaminato il problema BSE nei fertilizzanti traendo le seguenti conclusioni.

In Inghilterra è stato vietato l'uso di concimi ottenuti da carne e farina d'ossa di provenienza inglese ad esclusione di quegli impieghi (es. floricoltura) nei quali vi è l'assoluta certezza che nessuna parte della pianta venga adibita a consumi alimentari (*BSE Enforcement Bulletin*, n. 18 del 18/01/98).

Sono state individuate le tecnologie ed i processi che portano alla produzione di fertilizzanti organici sicuri dal punto di vista dell'infettività da BSE, ma che al contempo con buone caratteristiche agronomiche, in quanto i trattamenti per l'eliminazione dell'infettività possono produrre un deterioramento della qualità dei fertilizzanti organici.

In particolare il gruppo di lavoro ha scelto di adottare 4 criteri per la valutazione del rischio della infettività:

1. Tipo di tessuto e sua forma finale.
2. Area di origine del tessuto.
3. Trattamento del tessuto.
4. Utilizzo del fertilizzante: il livello di rischio è diverso a secondo se il prodotto viene applicato per via fogliare od interrato, se viene somministrato a piante utilizzate per l'alimentazione umana od animale o a piante ornamentali od industriali.

Inoltre ha identificato i possibili rischi legati all'uso di questi materiali:

1. Consumo potenziale da parte di uomini od animali di fertilizzanti con infettività residua applicati su pascoli, prati e colture prima che possano essere inattivate dalle condizioni esterne.
2. Contatto con uomini ed animali durante l'applicazione.
3. Possibile contaminazione di acque superficiali o profonde e di acqua potabile.

4. Possibile accumulo dell'infettività negli anni.
5. Potenziale persistenza nell'ambiente.

Infine ha stabilito che:

- a) I fertilizzanti organici derivati da mammiferi possono essere usati con sicurezza se prodotti attraverso un trattamento a 133°C/20'/3 bars.
- b) Dato il possibile rischio di residui di fertilizzanti sulle colture e poiché una infettività residua dei fertilizzanti non può essere esclusa i fertilizzanti organici non devono essere usati per applicazione fogliare su colture utilizzate per consumo umano diretto e su prati, pascoli e altre colture utilizzate per consumo diretto dei ruminati.

La pericolosità per la salute umana, animale e dell'ambiente per fertilizzanti comunque, oltre ad eventuali contaminanti di origine inorganica, organica o microbiologica, è sicuramente legata all'uso che ne viene fatto. Danni possono derivare anche dall'immissione nell'ambiente di quantità eccessive di azoto, fosforo, potassio, ecc. con conseguenze negative sulla qualità delle acque e dell'aria nonché degli stessi prodotti ortofrutticoli per la presenza ad esempio di concentrazioni troppo elevate di nitrati nei tessuti vegetali. Non è qui il caso di entrare nel merito di queste questioni, ma è comunque opportuno fare alcune osservazioni. Molto spesso la dinamica dei nutrienti dipende sia dalla tipologia di prodotto utilizzato, perché la stessa stabilizzazione della sostanza organica conferisce ad esempio al fertilizzante organico proprietà di lento rilascio degli elementi nutritivi ecc., ma anche dalla gestione dei fertilizzanti stessi. Si è assistito in quest'ultimo decennio a veri e propri abusi della fertilizzazione organica nei siti di produzione di elevate quantità di biomasse organiche che hanno assunto più l'aspetto dello smaltimento sul suolo che quello di pratica di concimazione. Da qui sono nate iniziative mirate come la predisposizione di **codici di buona pratica agricola** a contenere tale fenomeno. Il più noto di tutti è quello legato alla 91/676 meglio nota come "direttiva nitrati" per la protezione delle acque dall'inquinamento da nitrati provocato soprattutto dallo spandimento degli effluenti zootecnici della quale è previsto imminente recepimento mediante un decreto del Ministero dell'Ambiente in materia di acque e l'ufficializzazione del Codice di Buona Pratica Agricola di riferimento nazionale con decreto del Ministero per le Politiche Agricole. Pertanto la legislazione in materia di fertilizzanti dovrebbe procedere parallelamente tra normative di controllo della qualità dei prodotti e normative di controllo dell'uso effettivo che di essi ne viene fatto.

Costituzione dell'osservatorio nazionale permanente sui fertilizzanti

Da tutte queste considerazioni è nata l'idea, da parte di un gruppo di Soci della Società Italiana per la Scienza del Suolo, nell'ambito dell'attività della IV Commissione – Fertilità del Suolo e Nutrizione delle Piante, di istituire un Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti.

Scopo dell'osservatorio è quello di raccogliere e catalogare, in una banca dati, informazioni in merito ai fertilizzanti che vanno da aspetti squisitamente scientifici fino allo sviluppo di aspetti tecnici, produttivi e legislativi.

Le attività che attualmente sono state individuate potrebbero riguardare i seguenti aspetti:

1. Censimento delle tipologie di fertilizzanti;
2. Monitoraggio della produzione e dei consumi compresi gli aspetti di import-export;
3. Censimento delle attività produttive che possono originare biomasse potenzialmente trasformabili in fertilizzanti;
4. Legislazione e attività in ambito istituzionale;
5. Organizzazione di simposi;
6. Catalogazione pubblicazioni scientifiche;
7. Metodi di analisi per fertilizzanti;
8. Controllo qualità dei prodotti e delle produzioni;
9. Istituzione di un sito Web.

Sarà nominato un Comitato Scientifico che avrà il compito di coordinare le attività.

Potrebbero inoltre essere istituiti alcuni gruppi di lavoro per svolgere l'attività prevista dal punto 1 al punto 9.

Il Comitato Scientifico potrebbe fissare degli incontri periodici con i coordinatori dei gruppi di lavoro al fine di organizzare e gestire le varie attività.

Ogni gruppo sarà tenuto a presentare un resoconto annuale sull'attività svolta alla presidenza della SISS.

L'ISNP potrebbe dare ospitalità alla banca dati e garantire un Servizio di Segreteria.

Primo lavoro in parte già espletato dall'osservatorio ha riguardato il censimento delle tipologie dei fertilizzanti, di cui poi parlerà successivamente la Dott.ssa de Bertoldi. In veste di Socio proponente dell'iniziativa invito tutti gli iscritti e non, soprattutto alla IV Commissione di aderire a collaborare alla crescita di questa nuova istituzione.

Bibliografia

Legge 19 ottobre 1984, n. 748. Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti. G.U.n.

Direttiva del Consiglio 76/116/CEE del 18 dicembre 1975 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative ai concimi. O.J.N.L. 24/21 del 30/01/76.

Direttiva del Consiglio 89/530/CEE del 18 settembre 1989 che modifica la direttiva 76/116/CEE per quanto concerne gli oligo elementi boro, cobalto, rame, ferro, manganese, molibdeno e zinco nei concimi 0.5 N.L. 281/116 del 30/09/89.

Direttiva della Commissione. Guida all'elaborazione del fascicolo tecnico relativo ai concimi che potrebbero ottenere la denominazione "concime CEE" ai sensi della direttiva 76/116/CEE 0.5 N.C. 138/4 del 20/05/94.

Direttiva del Consiglio 90/667/CEE del 27/11/1990 che stabilisce le norme sanitarie per l'eliminazione, la trasformazione e l'immissione sul mercato di rifiuti di origine animale e la protezione dagli agenti patogeni degli alimenti per animali di origine animale o a base di pesce e che modifica la direttiva 90/425/CEE (2).

Direttiva del Consiglio 91/676/CEE del 12 dicembre 1991 concernente la protezione delle acque contro l'inquinamento da nitrati da fonti agricole.

IL RUOLO DELL'INDUSTRIA ITALIANA DEI FERTILIZZANTI NELLO SVILUPPO DELL'AGRICOLTURA NAZIONALE

Cesare Puccioni

Presidente di Assofertilizzanti

Federchimica - Assofertilizzanti

Via Accademia, 26 - 20131 Milano

Parlare del ruolo dell'industria italiana dei fertilizzanti nello sviluppo dell'agricoltura nazionale, significa ripercorrere la storia di questa industria dalle sue origini fino ai giorni d'oggi ed inoltre prevedere l'evoluzione dell'immediato futuro sulla base delle mutate esigenze del settore agricolo.

Il superfosfato semplice

Le prime mosse dell'industria dei concimi in Italia partono dal Bando di Carlo Cattaneo del 1869 per l'assegnazione del premio Brambilla dell'Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, alla ditta che avesse attivato la produzione di Superfosfati entro il 30.11.1869.

Il premio fu assegnato alla ditta Curletti di Milano che aveva impianti di capacità produttiva di 12 tonnellate al giorno.

E' da rilevare che nel 1869 la Società Curletti vendette 56 tonnellate di Superfosfato tutte sul mercato francese, per la riluttanza degli agricoltori italiani ad utilizzare questo nuovo concime.

La Curletti stessa allestì campi sperimentali per incoraggiare l'uso del Superfosfato anche in Italia.

Dopo questo avvio pionieristico l'industria dei Superfosfati acquistò uno sviluppo considerevole e sotto la spinta di numerosi coraggiosi imprenditori nel 1900 le fabbriche italiane erano più di 70 tra grandi e piccole e la maggior parte di esse produceva in proprio l'acido solforico necessario alle lavorazioni.

Tra le varie fabbriche costruite si può ricordare anche la Luigi Puccioni e C., fondata a Castelfiorentino nel 1888.

Seguendo la spinta produttiva anche i consumi cominciarono a decollare in Italia, arrivando ad oltre 1 milione di tonnellate nel 1908. A questo punto si può dire che l'impiego dei concimi chimici era diventato una realtà.

A partire dal 1908 si assiste ad una concentrazione della attività della produzione dei concimi, concentrazione che portò nel 1920 al possesso da parte della Monte-catini, società chimica costituita alla fine del 1800, di ben 36 fabbriche di Superfosfato disseminate in tutta Italia.

Nel 1925 i consumi di Superfosfato raggiunsero 1,5 milioni di tonnellate e con alcune vicende dettate dalle situazioni climatiche e/o internazionali si mantennero allo stesso livello fino al 1940.

La guerra provocò la completa distruzione delle fabbriche di Superfosfati ed il livello di 1,5 milioni di tonnellate fu di nuovo raggiunto nel 1950 dopo la ricostruzione. Nella tabella 1 è riportato la produzione di Superfosfato fino al 1998.

Come si può vedere dalla tab.1 il massimo di produzione di Superfosfato in Italia è realizzato nel 1953 con 1,9 milioni di tonnellate di prodotto; dopo tale data la produzione ha iniziato a ridursi perché nuovi prodotti si stavano affacciando sul mercato ad occupare gli spazi del Superfosfato semplice. Si tratta del Supertriplo e dei Concimi Complessi NPK.

Tabella 1

Produzione italiana di superfosfato tra il 1893 ed il 1998

Anno	Kton
1893	72
1908	1.020
1925	1.510
1938	1.406
1951	1.680
1953	1.900
1961	1.678
1995	500
1998	200

I concimi complessi

I Concimi Complessi, nati in Germania a partire dal 1927, iniziarono ad essere prodotti in Italia nel 1929, dalla Montecatini.

Tali prodotti trovarono immediatamente il favore degli agricoltori perché permettevano una concimazione equilibrata evitando le numerose applicazioni.

A partire dagli anni '50 le produzioni di Complessi subì un forte sviluppo sia con la costituzione da parte di vari operatori, di impianti ad hoc, sia perché si utilizzavano gli impianti esistenti adibiti alla produzione di Superfosfati anche per gli NPK.

Ecco che a partire dalla fine degli anni '50 mentre la produzione di Super-fosfati andava decrescendo, contemporaneamente aumentava la produzione di Supertriplo e quella dei Concimi Complessi.

Durante tutti gli anni '60 l'industria italiana dei fertilizzanti si sviluppò considerevolmente nel settore dei complessi, con la conversione di impianti esistenti e con la costruzione di nuovi stabilimenti.

In tale periodo si registra l'ingresso nel settore del Gruppo ENI, a fianco della Montecatini poi Montedison e di altri produttori privati.

L'azoto

Prima dell'800 l'unica fonte di azoto per le colture vegetali era rappresentata dall'impiego dello stallatico.

Durante tutto l'800 come concime aggiuntivo fu utilizzato il Nitrato di Sodio proveniente dai giacimenti del Cile.

Bisogna arrivare agli inizi del 1900 per trovare i primi tentativi di produzione di azoto chimico avendo come fonte l'azoto atmosferico.

Il primo impianto industriale di produzione di azoto nitrico con l'arco elettrico fu installato con successo in Norvegia ad opera della Norsk Hydro nel 1905.

Seguirono altre unità in Francia, Germania ed Italia nel 1907.

La produzione all'arco elettrico ebbe però breve vita, essendo stata soppiantata dalla produzione di calciocianamide il cui processo produttivo si sviluppò durante lo stesso periodo di inizio del XX secolo, e che com-

portava un minore consumo energetico per unità di azoto.

In seguito, durante gli anni '20, iniziò su vasta scala la produzione di ammoniaca sintetica.

Nella produzione di calciocianamide l'Italia ha giocato un ruolo primario. La Società Italiana per la Fabbricazione di Prodotti Azotati e di Altre Sostanze per L'Agri-coltura fu fondata nel 1904 e fino al 1908 fu la sola produttrice mondiale di calciocianamide da carburo di calcio ed azoto atmosferico.

Prima dello scoppio della guerra 1915-18 esistevano al mondo 15 impianti di calciocianamide; alla fine del 1918 erano già 35.

La nuova produzione di calciocianamide aggiunta a quella di solfato ammonico ottenuta dalle officine del gas di città e dalle cokerie rappresentava l'unica fonte di concimi azotati per l'agricoltura italiana.

Tale disponibilità era comunque insufficiente ai fabbisogni, per cui si continuavano ad importare nitrato del Cile e solfato ammonico.

La produzione di ammonica inizia in Germania nel 1913 presso la BASF con un impianto da 30 tonnellate al giorno.

In Italia la prima produzione di ammonica (1 tonnellata al giorno) è del 1921 presso la SISAS di Terni, basata sul processo Casale.

Nel 1924 venne costituita la Società Italiana Ammonia, legata alla Montecatini, per la produzione di Ammoniaca secondo il processo Fauser.

Nel 1929 la produzione italiana di solfato ammonico originato da ammoniaca sintetica superava il consumo nazionale, era quindi possibile esportare.

La limitazione nella produzione di ammoniaca era dovuta alla scarsa disponibilità di idrogeno ottenuto per via elettrolitica.

Durante gli anni '30 si sviluppò in Italia l'utilizzo di idrogeno dai gas di cokeria, la produzione di ammoniaca fu aumentata grandemente con nuovi impianti entrati in produzione, al punto che nel 1939 furono prodotte 790.000 tonnellate di concimi azotati vari contenenti in totale 154.000 tonnellate di azoto.

La seconda guerra mondiale comportò una interruzione nella produzione italiana di azoto per la distruzione degli impianti sia di calciocianamide che di ammoniaca.

Dopo la guerra la ricostruzione ed ammodernamento dell'apparato industriale fu completato all'inizio degli anni '50.

Negli anni '50 si verificarono notevoli cambiamenti per quel che riguarda la materia prima per ottenere il gas di sintesi per la produzione di ammoniaca: iniziò ad essere utilizzato il craking del gas naturale, come fonte di idrogeno.

I giacimenti di metano scoperti nella Val Padana offrirono la possibilità di questo nuovo processo di craking e nel 1953 la Montecatini inaugurò i nuovi impianti di Ferrara e di Novara.

Nel 1957 anche l'ANIC del gruppo ENI inaugurava un nuovo stabilimento di concimi azotati a Ravenna, che comprendeva un impianto ammoniaca da craking di metano della capacità di 300.000 tonnellate per anno; un impianto di solfato ammonico da 500.000 tonnellate/anno; ed inoltre nitrato ammonico; nitrato di calcio; urea e concimi complessi.

Alla fine degli anni '50 la produzione di fertilizzanti in Italia superava di gran lunga il consumo nazionale e gran quantità veniva esportata.

Da tale periodo fino ad oggi l'agricoltura Italiana ha potuto usufruire di una abbondante offerta di concimi a prezzi molto competitivi.

Tra la fine degli anni 50 e l'inizio dei 70 ulteriore impulso fu dato alla industria dei fertilizzanti. Nuovi stabilimenti con nuove tecnologie furono costruiti da Montedison ed Eni in particolare nel Sud Italia (Priolo, Gela, Manfredonia) ed infine nel 1977 il nuovo impianto ammoniaca-urea a Ferrara.

A fine anni '70 la produzione Italiana di tutti i concimi: solfato ammonico, nitrato ammonico, nitrato di calcio, urea, concimi complessi., superfosfati era circa doppia rispetto al fabbisogno nazionale. Enormi quantitativi di prodotti venivano esportati sia nei vicini mercati europei sia in paesi lontani come India e Cina.

La crisi

Raggiunto però l'apice produttivo, con gli anni '80 è iniziata una profonda ed irreversibile crisi del settore.

Le produzioni di concimi hanno cominciato a spostarsi verso le aree di produzione delle materie prime a basso costo.

Nuovi grandiosi impianti per concimi fosfatici hanno iniziato ad

essere installati presso le miniere dei fosfati: USA (Florida) Nord Africa (Marocco, Tunisia), Giordania.

Nuovi impianti ammoniaca ed urea sono sorti là dove è disponibile gas naturale: Ex Unione Sovietica; Golfo Persico; Golfo del Messico.

I bassi prezzi delle nuove produzioni hanno costretto l'industria dei concimi del mondo occidentale (Europa, USA) ad una profonda ristrutturazione e ridimensionamento attuata durante gli anni '80 e la prima metà degli anni '90.

In Italia, da una capacità produttiva di oltre 8 milioni di tonnellate per anno a fine anni '70, di cui circa la metà esportata, si ha oggi una capacità produttiva di poco superiore a 2,5 milioni di tonnellate per anno.

Il mercato italiano dei concimi è oggi fortemente debitore dalla importazione dalle nuove aree produttive, mentre la produzione nazionale copre circa il 60% del fabbisogno.

L'andamento dei consumi dei concimi

Come abbiamo avuto modo di indicare in precedenza, negli ultimi 40 anni e fino al 1995, la produzione di fertilizzanti chimici in Italia ha superato di gran lunga il fabbisogno dell'agricoltura nazionale.

Avendo avuto a disposizione una offerta abbondante ed a prezzi competitivi i consumi si sono sviluppati seguendo praticamente le sole esigenze agronomiche.

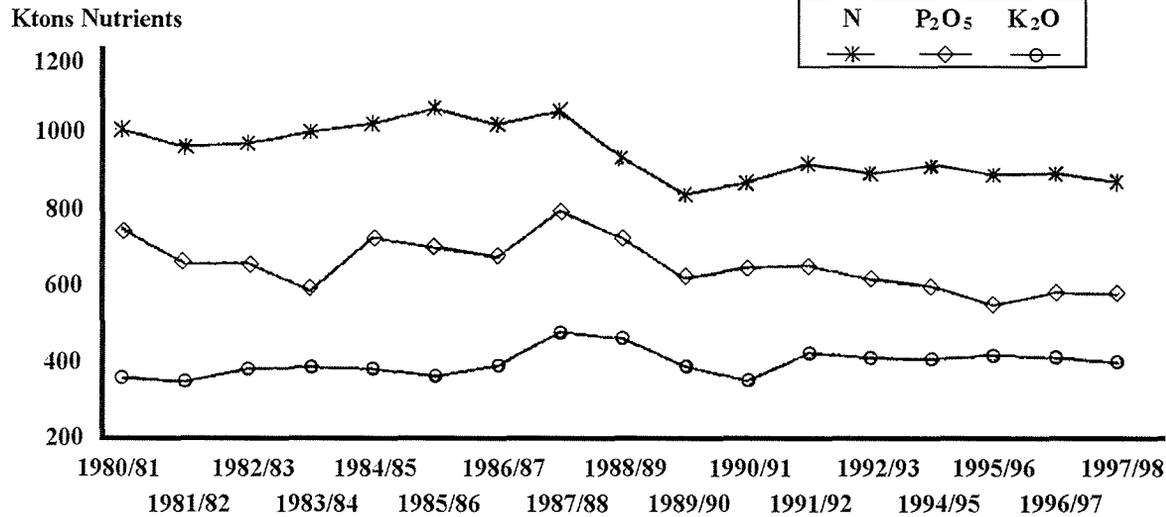
Il massimo storico dei consumi Italiani si è registrato nella campagna agraria 1987/88 con oltre 1 milione di tonnellate di azoto, 800 mila tonnellate di fosforo (P_2O_5) e quasi 500 mila tonnellate di potassio (K_2O).

Nel grafico (allegato 1) è riportato l'andamento di consumi negli ultimi 20 anni.

Dopo il 1988 i consumi di concimi minerali hanno iniziato a ridursi significativamente per varie ragioni: la Politica Agricola Comunitaria, nel tentativo di ridurre le eccedenze di prodotti agricoli, ha introdotto il set-aside, sono quindi diminuite le aree coltivate. Inoltre le istanze ambientali ed ecologiche hanno iniziato ad imporre una maggiore razionalità nell'uso dei concimi, anche attraverso l'introduzione di disciplinari produttivi.

Il diffondersi delle coltivazioni biologiche, ha anch'esso avuto incidenza sulla quantità e sul tipo di fertilizzanti richiesti.

Allegato I - Consumo di fertilizzanti in Italia



Source: Mi.Pa./Mkt

Alla fine degli anni '80 in Europa Occidentale e conseguentemente anche in Italia, la riforma della PAC (introduzione del set-aside rotazionale in percentuale del 15%) e la crisi economica dei paesi dell'est Europa con la contemporanea maggiore apertura alle importazioni da questi paesi hanno accelerato il processo di declino nel consumo di fertilizzanti esasperando la situazione di sovracapacità esistente e la competizione sul mercato, con gravi effetti sui prezzi e sulla redditività delle imprese.

Infine la maggior importanza assunta da alcuni settori come quello frutticolo, viti-vinicolo, florovivaistico ed orticolo ha richiesto nuovi tipi di concimi, funzionali alle esigenze di qualità e di specifica tecnologia produttiva che questi settori richiedono.

Pertanto, in concomitanza col decremento dei consumi dei fertilizzanti minerali, si è assistito negli anni più recenti alla crescita di prodotti mirati a specifiche esigenze.

Si è accresciuta la richiesta di concimi Organo-Minerali, nei quali il ruolo svolto della sostanza organica permette una riduzione delle dosi.

E' in espansione la domanda di concimi organici, apprezzati per le proprietà di lento effetto ad essi peculiari.

Sono in crescita i consumi di ammendanti, utilizzati per contribuire al mantenimento del livello di sostanza organica nel terreno.

Vi è infine una vasta gamma di prodotti, definibili come specialistici, che rispondono alle specifiche esigenze agronomiche o tecnologiche di una moderna agricoltura; tra questi ricordiamo i concimi idrosolubili, i fogliari, i microelementi, i biostimolanti, i concimi a rilascio controllato, etc..

Ruolo e prospettive dell'industria dei fertilizzanti

Dalla storia che abbiamo descritto e sulla base delle esigenze attuali e prospettive del mondo agricolo e più in generale della società, il ruolo che l'industria dei fertilizzanti intende assolvere può sintetizzarsi nei seguenti punti:

a) **garanzia**: seppur ridimensionata, la produzione nazionale di fertilizzanti rappresenta ancora una quota rilevante del fabbisogno, essa svolge pertanto un ruolo importante di garanzia nel rifornimento del mercato.

b) **servizio**: con le produzioni proprie e/o con prodotti importati il settore industriale è in grado di soddisfare ogni esigenza del mercato sia in termini geografici che temporali. Per comprendere l'importanza dell'attività di servizio si deve tenere presente la parcellizzazione del settore agricolo e la ristrettezza nel tempo delle esigenze colturali.

c) **sviluppo e qualità**: come abbiamo avuto modo di segnalare in precedenza vastissima è la gamma dei prodotti offerti al mercato, da quelli più classici a quelli più sofisticati ed innovativi, per rispondere alle esigenze di sviluppo della moderna agricoltura ed a quelle di sempre maggiore

qualità richiesta alle produzioni agricole ed alla filiera agroalimentare.

d) **rispetto dell'ambiente:** nuovi prodotti e nuove pratiche colturali sono studiati per rispondere alle sempre più stringenti esigenze ambientali che la società nel suo complesso richiede.

In tale punto ricade anche la possibilità di riciclo e riutilizzo di sottoprodotti e scarti che fino ad oggi hanno rappresentato un ingombrante fardello, ma che possono essere riprocessati e rimessi in circolo senza rischi da una industria attenta e preparata.

Bibliografia

Le notizie ed i dati menzionati in questo articolo sono tratti in gran parte dal libro "Industrie Chimiche in Italia dal 1800 ad oggi" di Giuseppe Trinchieri.



ANALISI DELL'ANDAMENTO DEL MERCATO DEI FERTILIZZANTI NELL'UNIONE EUROPEA E CENSIMENTO DEI CONCIMI MINERALI PRESENTI SUL MERCATO ITALIANO

Silvia de Bertoldi

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

Via della Navicella 2 - 00184 Roma

La produzione di fertilizzanti in Europa è aumentata fino al 1980. Dopo tale data ha subito un cambiamento di tendenza, diminuendo del 24% a causa soprattutto del calo del prezzo di numerose colture (in particolare del grano), della riduzione delle superfici coltivate e delle quote di produzione nell'ambito delle politiche agricole della Comunità Europea, della maggiore attenzione al rischio ambientale (presenza di nitrati nelle falde, emissioni gassose, eccesso di fosforo nel terreno). Le riforme economiche ed il processo di ristrutturazione della Germania dell'Est hanno contribuito ad accentuare questo scenario, poiché il consumo dei fertilizzanti è diminuito in questi paesi di circa il 50%. L'industria di fertilizzanti europea ha subito un processo di globalizzazione, sperimentando numerose concentrazioni e chiusure di impianti dal 1980. Nel 1992 infatti è stato stimato che solo 8 compagnie possiedono l'80% della capacità produttiva europea. Gli impianti di ammoniaca sono diminuiti del 12%, quelli di acido fosforico del 35% (dati EFMA, 1994; da *Fertilizer Manual*, 1998).

La storia della tipologia e della diffusione dei fertilizzanti in Italia risente, com'è logico attendersi, della situazione europea. Infatti, si può facilmente constatare com'è, esistendo dal 1976 una legislazione comune (Direttiva del consiglio 76/116/CEE, inerente il ravvicinamento degli stati membri in materia concimi *O.J.G.U.n.L. 24/21 del 30/01/76*), le ditte produttrici sul territorio europeo si siano adeguate ad essa (Tab.1).

Tabella 1

O.J.G.U.n.L. 24/21 del 30/01/76 (Classificazione dei concimi minerali)

Allegato I:**CONCIMI SEMPLICI**

- I- Concimi azotati
- II- Concimi fosfatici
- III- Concimi potassici

ELENCO DEI TIPI DI CONCIMI COMPOSTI

- I- Concimi NPK
- II- Concimi NP
- III- Concimi NK
- IV- Concimi PK

Allegato II: Disposizioni concernenti l'identificazione e l'etichettatura**Allegato III:** Tolleranze

La Legge 19 ottobre 1984, n° 748 "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti" pubblicata come *Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n° 305 del 06/11/1984*, rappresenta il più importante provvedimento in materia di fertilizzanti ed in parte riflette il recepimento della legge europea di riferimento, la direttiva 76/116, che norma i concimi minerali al livello europeo nell'allegato 1A (Concimi CE)¹.

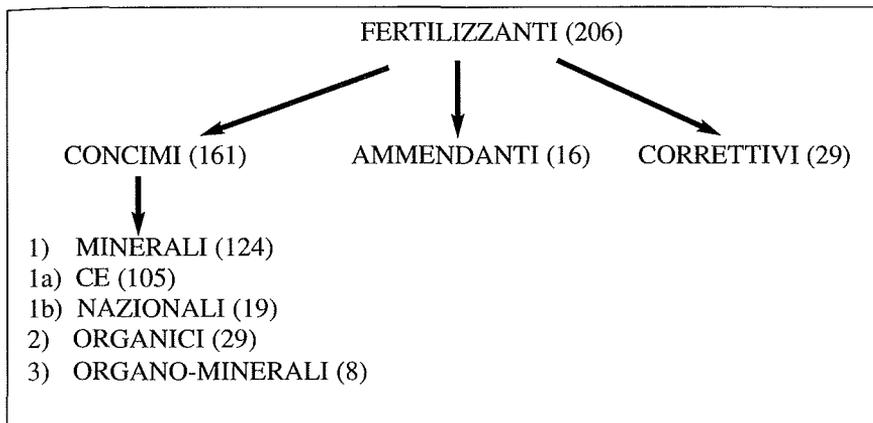
L'allegato 1B tratta invece i Concimi Nazionali, che comprendono i concimi CE, gli organici e gli organo-minerali.

Nell'allegato 1C sono riportati gli ammendanti ed i correttivi.

I concimi CE ed i Concimi Nazionali possono essere commercializzati in tutta l'Unione Europea, ma solo i primi sono riconosciuti dagli altri paesi con le stesse identiche caratteristiche, in applicazione alla direttiva dell'UE. In dettaglio, la Legge 748/1984 prevede la seguente classificazione dei fertilizzanti, come riportato nello schema 1 (tra parentesi è riportato il numero di tipi di fertilizzanti oggi presenti negli allegati).

¹ La direttiva 97/63/CE impone che questi concimi vengano definiti concimi CE. La direttiva verrà presumibilmente recepita con la legge comunitaria 1999.

Schema 1: classificazione dei fertilizzanti.



Infine dal 1993, con la libera circolazione delle merci all'interno dei paesi aderenti all'UE, si è avuta per certi aspetti una notevole semplificazione; là dove invece mancava una legislazione comune, si sono presentate notevoli difficoltà (di semplice comunicazione dovute da vocabolario diverso ecc.). Sono in atto, infatti, azioni per armonizzare le varie legislazioni dei paesi membri.

E' sembrato importante quindi illustrare brevemente le tipologie di concimi più diffuse in Europa (EFMA, Eurostat. Sofres conseil, DG III Industria, 1995), prima di trattare quelle italiane vere e proprie.

Sono definiti concimi CE (secondo la Legge del 19 ottobre 748/1984 "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti") i concimi minerali che sono composti dalle seguenti tipologie:

Concimi CE:

1. Concimi semplici

- 1.1. Concimi azotati
- 1.2. Concimi fosfatici
- 1.3. Concimi potassici

2. Concimi composti

- 2.1. Concimi NPK
- 2.2. Concimi NP

2.3. Concimi NK

2.4. Concimi PK

3. Concimi liquidi

3.1. Concimi semplici

3.2. Concimi composti

4. Concimi a base di calcio, magnesio o zolfo

5. Concimi a base di microelementi (oligoelementi)

5.1. Concimi a base di un solo microelemento

5.2. Miscele di microelementi (solide o fluide)

Concimi minerali

In Europa vengono consumate circa 17 milioni di tonnellate di concimi minerali l'anno, prodotti per lo più da grandi multinazionali. Il 95% di questi sono concimi solidi, in forma granulare.

Concimi azotati

Tra i concimi azotati più utilizzati in Europa al primo posto troviamo il nitrato ammonico, in particolare quello calcareo; per le altre tipologie si può fare riferimento alla tabella 2.

Tabella 2

Tipologie di concimi azotati più diffusi nell'UE (al 1992)

TIPOLOGIA DI CONCIME	% di N
Nitrato ammonico calcareo	29%
Nitrato ammonico	18%
Urea	14%
Soluzione di urea e di nitrato ammonico	10%
Solfato di ammoniaca	3%
Fosfato ammonico (MAP e DAP)	4%
NPK	20%

I paesi che fanno maggiore uso di concimi azotati sono la Francia (21540), la Germania (1680*), il Regno Unito (1219*) e l'Italia (909*).

Per quanto riguarda invece le produzioni delle varie tipologie di concimi azotati i principali paesi sono elencati come segue:

- Germania, Paesi Bassi, Francia, UK → NH₃
- Germania, Paesi Bassi, Italia → Urea
- Francia, UK → Nitrato Ammonico
- Germania, Paesi Bassi, Belgio → Nitrato Ammonico Calcereo

Il contributo Italiano all'interno dell'UE nella produzione delle varie tipologie di concimi azotati è piuttosto importante soprattutto per l'urea (21% della produzione europea) e per il solfato ammonico (14%) (tab.3).

Tabella 3

Contributo in % della produzione Italiana di concimi azotati nell'UE (al 1992)

TIPOLOGIA DI CONCIME	CAPACITA' DI PRODUZIONE NELL'UE
NH ₃	8%
Solfato Ammonico	14%
Urea	21%
Nitrato Ammonico	-
Nitrato Ammonico Calcereo	9%
MAP/DAP	6%
NPK/NP/NK	9%

I paesi che importano più concimi azotati da altre nazioni sono la Francia (28% dell'importazione che avviene nell'EU), la Germania (27%) ed il Regno Unito (13%).

Paesi Bassi (37%), Germania e Belgio (16%) sono invece i maggiori esportatori.

L'Italia in questo contesto si inserisce al 6° posto per quanto riguarda l'importazione ed al 5° posto nell'esportazione.

* 000 tonnellate di N

Concimi composti

I paesi che importano il maggior numero di concimi composti da altri paesi dell'UE sono la Germania (21%), la Francia (20%) e l'Italia (14%).

Per quanto riguarda l'esportazione, il Belgio (33%), i Paesi Bassi (22%) e la Francia (14%) detengono il primato.

L'Italia importa concimi NPK e Fosfato di-ammonico (DAP) soprattutto da paesi terzi (non appartenenti all'UE).

Concimi fosfatici

I concimi fosfatici presenti sul mercato europeo provengono principalmente da USA, Africa del Nord e dall'ex-Unione Sovietica, in quanto in Europa ci sono pochi impianti per la produzione di acido fosforico (solo il 5% della produzione mondiale avviene in Europa). I concimi fosfatici sono utilizzati soprattutto sotto forma di concimi composti (NP, PK, NPK).

I principali produttori europei sono la Spagna, i Paesi Bassi e la Francia, mentre tra i consumatori troviamo al 1° posto la Francia, seguita da Italia e Germania.

Francia, UK e Germania importano i concimi fosfatici da altri paesi, principalmente Paesi Bassi e Belgio.

Concimi potassici

I concimi potassici più diffusi sono il cloruro di potassio (KCl) ed i concimi composti NPK/NK/PK. Francia e Germania sono i paesi che ne fanno maggiore uso.

Belgio e Francia sono i maggiori importatori, mentre la Germania è il principale produttore-esportatore.

Ben diversa è la situazione per i concimi organici, gli organo-minerali, gli ammendanti ed i correttivi, per i quali manca ancora una legislazione a livello comunitario. Questi concimi sono stati classificati nella legge 748/84, negli allegati 1B (Concimi Nazionali) e 1C (Ammendanti e Correttivi).

Concimi Organici

La nozione di concime organico varia molto da paese a paese per la mancanza di una legislazione comune che regoli la produzione e diffusione sul mercato. La definizione che viene data dall'EFMA di concime organico è la seguente: "Prodotto di origine animale o vegetale risultante da un processo industriale o da un formulato" e, come si può constatare, c'è una certa sovrapposizione tra quello che s'intende per ammendante e concime organico.

A causa di tutto questo è molto difficile quantificare le produzioni ed i consumi totali all'interno dell'UE. Si stima tuttavia che vengano prodotti in Europa circa 400-500,000 tonnellate di concimi organici ripartiti nei vari paesi come in tabella 4 è possibile osservare che l'Italia è il maggiore produttore europeo di concimi organici.

Tabella 4

Produzione di concimi organici nell'UE (al 1992)

Paese	Quantità (t)
Italia	200 000
Paesi Bassi	100 000
Spagna	50 000
Francia	25-30 000
UK	20 000
Germania	10 000
Altri	20 000

I dati a disposizione sull'esportazione e l'importazione riflettono perfettamente il problema della mancanza di armonizzazione nella definizione di concime organico nell'UE.

I concimi organici, infatti, oltre ad essere utilizzati in quantità da 70 a 100 volte inferiore rispetto ai concimi minerali, sono anche poco commercializzati fra i paesi membri.

I maggiori importatori-esportatori sono il Belgio ed i Paesi Bassi, mentre per quanto riguarda gli altri paesi, i concimi organici vengono prevalentemente utilizzati nel paese di origine.

Concimi Organo - Minerali

I concimi organo-minerali sono ottenuti per miscela di concimi minerali con una matrice organica. Anche per questi concimi come per quelli organici, manca una definizione ed una legislazione comune che regoli i vari aspetti, come il contenuto minimo in carbonio e azoto organico. Non sono ancora molto diffusi sul territorio europeo, fatta eccezione per alcuni paesi come l'Italia in cui se ne fa uso ormai da 40 anni. A causa di questo vuoto legislativo a livello comunitario, l'importazione e l'esportazione sono ridotte al minimo. La produzione totale europea di concimi organo-minerali è di circa 700 000 tonnellate. Il primo paese produttore è l'Italia (270 000 t), seguito dalla Francia (200 000 t) e dal Regno Unito (80 000 t).

Censimento dei concimi italiani

L'esigenza di disporre di un inventario nazionale dei concimi prodotti e commercializzati nel nostro paese, che siano a norma secondo la legge 748/84, ha portato alla realizzazione di un censimento delle diverse tipologie di fertilizzanti.

È sembrato infatti importante per i consumatori, potere disporre di un elenco ben preciso di concimi catalogati secondo la legge in base alla tipologia. Per questo lavoro sono state contattate circa 150 ditte alle quali è stato richiesto di collaborare inviandoci informazioni sulle tipologie di concimi da loro commercializzati e/o prodotti. Di queste ditte, per ora, 60 hanno aderito all'iniziativa collaborando nel fornire i dati richiesti.

Inizialmente sono stati catalogati i concimi CE (Concimi Minerali), per poi proseguire in un secondo momento con quelli Nazionali (Organici ed Organo-Minerali).

Nella classificazione dei concimi è stato utilizzato il seguente schema:

- Denominazione del tipo
- Nome commerciale
- Titolo elementi nutritivi
- Ditta produttrice
- Ditta distributrice
- Confezioni disponibili
- Prezzo medio al consumo (£/kg)
- Indicazioni supplementari

Concimi CE

Le ditte che producono e commercializzano concimi minerali che hanno aderito al censimento sono elencate in tabella 5.

Tabella 5

Ditte che hanno aderito (fino a questo momento) al censimento dei concimi CE

Agrevo	Hydro Agri
Agrochimica	Idroponica
Agroqualità	Ilsa
Agrosol	Intrachem
Aifar Agricola	Isagro Italia
BASF	Kappa
Bayer	Linfa
Biolchim	Melaxa
Caffaro	Novartis
Cave di Visone	Orvital
Chemia	Panfertil
Chimiberg	Pavoni
Cifo	Scam
Cyanamid	Siamer
Dupont	Siapa
Elf atochem ATO	Sipcam
Erredue Agribaslini	Siriac
Eurozolfi	Sivam
F.lli Fessori Fertilizzanti	SKW Italia
Fertilizzanti Naturali del Cile	Sopoma
Flortime	Sunchemical
Fomet	Terranalisi
Gobbi	Universal Manure Company
Guaber	Valagro
Hi Agri	

Sono stati catalogati complessivamente più di 1000 concimi minerali, di cui circa il 14% è risultato essere non a norma per vari motivi che vanno dalla presenza di composti non previsti dalla legge come le alghe, al titolo degli elementi sotto il valore minimo previsto.

Nella diffusione delle varie tipologie di concimi minerali, al primo posto troviamo i composti NPK (46%) seguiti a lunga distanza dai concimi liquidi composti (12%) (Tab. 6).

L'80% delle ditte censite tratta concimi minerali; di queste il 62% è produttore-distributore, mentre il 38% li commercializza soltanto.

Mentre la tendenza europea per il confezionamento è di andare verso grosse confezioni, da 500 kg o più, in Italia solo il 13% delle confezioni sono superiori a 50 kg.

Per quanto riguarda i prezzi, c'è molta difformità per le stesse tipologie di concime. A volte il prezzo di un prodotto può variare anche del 10% tra concimi uguali ma commercializzati da ditte diverse.

Tabella 6

Diverse tipologie di concimi minerali commercializzati in Italia e loro diffusione

TIPOLOGIA DI CONCIME	% DI CONCIME PRODOTTO RISPETTO ALLA PRODUZIONE TOTALE
N	4%
P ₂ O ₅	1,5%
K ₂ O	1,5%
NPK	46%
NP	2%
NK	4%
PK	3%
Liquidi semplici	8%
Liquidi composti	12%
Concimi a base di Ca, Mg, S	5%
Concimi a base di un microelemento	8%
Miscela di microelementi	6%

Conclusioni

Lo scopo di fare una catalogazione dei concimi presenti sul mercato nazionale è stato quello di mettere a disposizione del consumatore un elenco di concimi in base alla tipologia, agli elementi nutritivi contenuti

(facendo particolare attenzione al titolo di questi), in modo da potere scegliere tra concimi simili prodotti da ditte diverse, in base alle caratteristiche migliori. Queste potrebbero essere, ad esempio, un titolo in elementi nutritivi particolarmente idoneo per una certa coltura, un prezzo più basso, la disponibilità sul mercato. Spesso uno stesso prodotto che viene commercializzato da certe ditte per colture ad alto reddito, presenta un prezzo superiore rispetto a quello di altri prodotti commercializzati da ditte diverse.

Fino ad ora i fertilizzanti sono stati elencati in base al tipo di pianta coltivata, alle patologie presentate da queste e ai sintomi di carenza. Accadeva così che uno stesso prodotto apparisse più volte nell'elenco, poiché adatto in svariate situazioni. Nel tipo di censimento da noi adottato, secondo le tipologie di concimi, non solo un prodotto appare una sola volta, ma è possibile un confronto diretto con gli altri concimi simili o uguali, con la garanzia, inoltre, che siano tutti conformi alla Legge 748/84, requisito essenziale per il consumatore "Europeo".

Ringraziamenti:

Si ringraziano la Dott.ssa Silvia Dell'Orco per avere collaborato alla realizzazione del censimento dei concimi, il Prof. Paolo Sequi e la Dott.ssa Anna Benedetti per la supervisione ai lavori.

Bibliografia

- BENEDETTI A., de BERTOLDI S., DELL'ORCO S., SEQUI P. (1999). Catalogazione dei concimi minerali ai sensi della Legge 748/84.
- EFMA Eurostat, Sofres conseil, (Commission Européenne DG III Industria), Maggio 1995. Rapport Final – Impact de réalisation du marché intérieur sur le secteur des engrais.
- SEQUI P. Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti. Supplemento a *L'Informatore Agrario*, 14: 5-6.
- UNIDO, IFDC, 1998. Fertilizer Manual, Kluwer Academic Publishers.
- Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti della SISS, 1999. Rassegna dei concimi minerali CE. Supplemento a *L'Informatore Agrario*, 14: 12-65.



PRODUZIONE E CONSUMO DI CONCIMI NAZIONALI

Sandro Silva

Istituto di Chimica Agraria ed Ambientale U.C.S.C.

Università del Sacro Cuore

Via Emilia Parmense, 48 - 29100 Piacenza

Il mantenimento della fertilità dei suoli agricoli

Componente fondamentale dell'agrosistema è il terreno che fornisce sostegno e nutrimento alle piante e permette la trasformazione delle spoglie vegetali ed animali. Poiché gli elementi nutritivi vengono asportati con il raccolto, la fertilità dei terreni coltivati tenderebbe costantemente a diminuire, se non si provvedesse a ripristinare la dotazione di elementi nutritivi. Un'agricoltura razionale deve perciò ricorrere alla concimazione per evitare il degrado della fertilità del suolo.

Obiettivo primario della concimazione è il mantenimento e, ove possibile, il miglioramento della fertilità del terreno, attraverso il ripristino delle riserve in elementi nutritivi asportati con i prodotti vegetali. Lo sfruttamento dissennato di tali riserve comporta un degrado della fertilità il cui ripristino risulterebbe molto oneroso.

Il punto centrale del mantenimento della fertilità chimica del suolo è l'ottimizzazione della tecnica di concimazione senza incorrere in dispersioni o economie forzose così da garantire sia il raggiungimento degli obiettivi tecnico-economici dell'agricoltura stessa sia la salvaguardia ambientale.

Per la conservazione della fertilità è indispensabile anche il mantenimento della sostanza organica del terreno, che costituisce un elemento essenziale della struttura del suolo.

Una razionale integrazione tra la concimazione organica e quella minerale consente di ottenere i migliori risultati sia in termini di produttività agricola che di tutela ambientale.

Oggi l'agricoltura si rapporta sia con la protezione dell'ambiente che con la produzione agricola per cui l'evoluzione tecnologica nella produzione dei concimi risente di un'impostazione sia di tipo produttivistico che ambientalistico, anche se il settore dei fertilizzanti è un comparto dove lo sviluppo tecnologico ha già raggiunto livelli elevati.

La situazione in Italia

L'industria dei concimi nasce in Italia verso il 1870 con i fosfatici, raggiungendo già nel secondo decennio di questo secolo una produzione di notevole importanza.

L'industria nazionale è passata da una frammentazione diffusa su tutto il territorio ad un sistema articolato caratterizzato da due grandi gruppi nazionali, una decina di produttori di medie dimensioni con segmenti di mercato prevalentemente pluriregionali e, numerose imprese individuali con un mercato locale.

Negli anni '60 e '70 si è assistito in Italia, ma anche in Europa, da un lato ad un rafforzamento contemporaneo delle grandi aziende produttrici, le uniche capaci di disporre di tecnologie, mezzi e know-how occorrenti per la produzione di concimi azotati e dall'altro ad una razionalizzazione delle imprese minori di cui solamente le più vitali e le più specializzate sono rimaste sul mercato.

In questo periodo l'Italia ha visto fiorire l'industria dei concimi azotati grazie all'originale sviluppo della tecnologia della produzione di ammoniaca (processo Fauser sviluppato dalla MONTECATINI) e dell'urea (sviluppato dalla SNAM PROGETTI). In quegli anni numerose sono state le installazioni industriali realizzate in vari Paesi del mondo utilizzando la tecnologia e i brevetti italiani.

Gli anni '80 e l'inizio degli anni '90 sono contraddistinti, specie a livello europeo, dalla necessità di una ulteriore razionalizzazione delle imprese di maggiori dimensioni a fronte di un consumo agricolo in calo, dall'entrata in produzione di impianti in Paesi in via di sviluppo e dalla crescente penetrazione di prodotti dai Paesi dell'Europa dell'Est. In questa fase le industrie che disponevano di idrocarburi a basso costo sono state le protagoniste della razionalizzazione.

I principali concimi azotati impiegati nell'agricoltura italiana sono l'urea e il nitrato ammonico seguiti dal solfato ammonico.

Il consumo di concimi azotati in Italia dal 1950 al 1990 è aumentato in modo sorprendente (Fig.1). Le quantità applicate devono essere commisurate alle reali necessità delle colture onde evitare effetti negativi sia sull'entità e qualità della produzione, che sull'ambiente (Fig. 2).

Figura 1

Consumo di concimi azotati in Italia dal 1950 al 1990. *Fonte: Annuari FAO.*

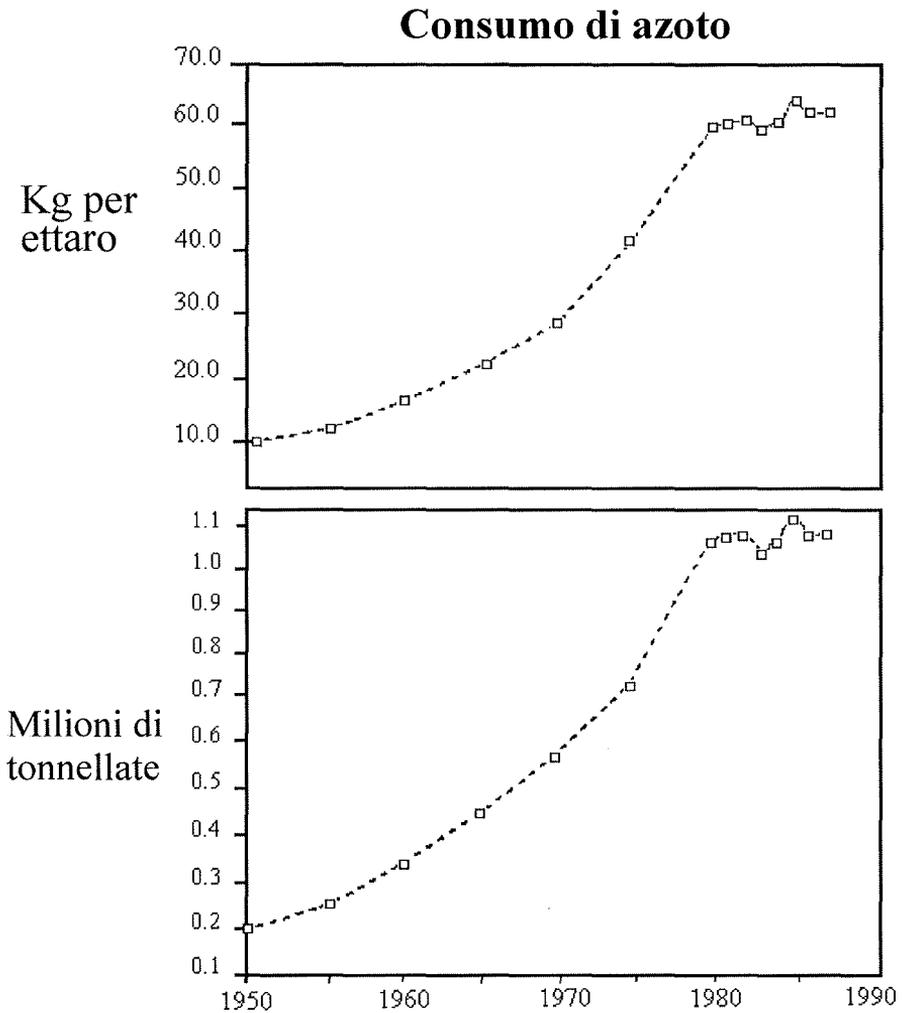
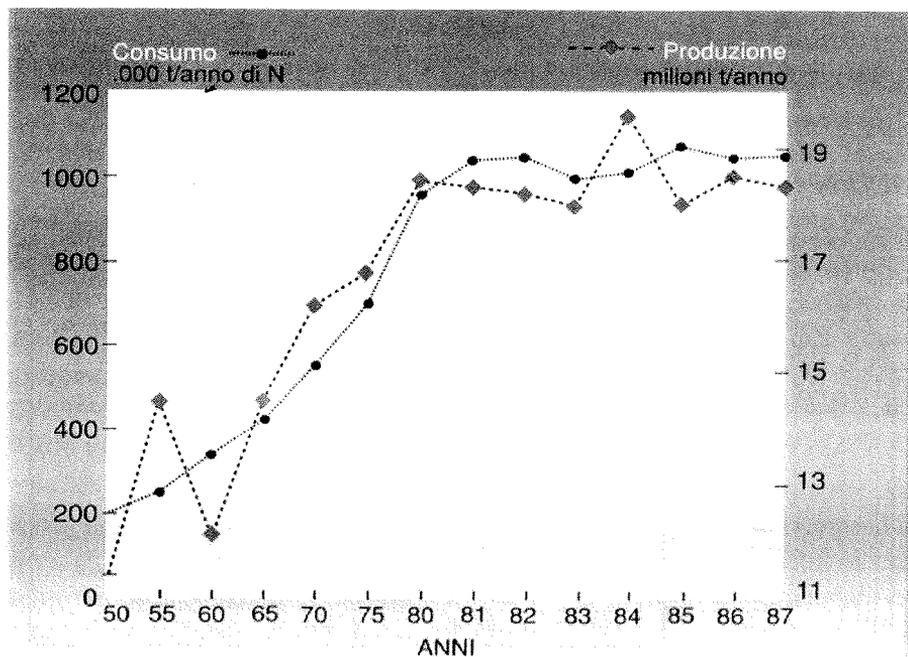


Figura 2

Andamento dei consumi di concimi azotati e delle produzioni cerealicole (1950-1987). Fonte: *Ricerca Fertilizzazione - Agrimont-EniChem Agricoltura*



Accanto ai concimi azotati semplici anche i concimi composti binari e ternari (NP ed NPK) minerali ed organo-minerali hanno un ruolo importante fornendo all'agricoltura italiana più del 30% del suo fabbisogno di azoto. Infatti essi presentano buone caratteristiche fisiche e di composizione che ne facilitano la conservazione e la manipolazione sia in magazzino che in campo.

I concimi composti possono essere complessi o di miscela. Per quanto riguarda i concimi complessi, ciascun granulo contiene gli elementi N, P e K mescolati secondo le proporzioni richieste. I concimi di miscele (*bulk blending*) sono ottenuti per miscelazione di granuli di concimi semplici e non per reazione chimica. Le legislazioni europee e quella italiana hanno abolito la distinzione tra concimi complessi e concimi composti mantenendo per essi solamente la denominazione di composti. In Italia l'utilizzo di tali concimi è andato acquistando una quota di mercato sempre maggiore

passando dal 24% del 1960 rispetto al consumo totale al 34% del '70 e al 46% del '90.

Una stima recente delle entrate annuali di azoto nel suolo è così suddivisa (Tab. 1): appare evidente che l'apporto di azoto da fonti diverse dai concimi è rilevante anche se in genere distribuito su superfici e in tempi e modi poco utili all'agricoltura.

Tabella 1

Stima degli apporti annuali di azoto in Italia

<i>Fonte</i>	<i>milioni di t di N/anno</i>
Deiezioni umane	0,18
Ricaduta atmosferica	0,40
Fissazione simbiotica e non simbiotica	0,54
Deiezioni animali	0,74
Concimi di origine industriale	0,98
Mineralizzazione della sostanza organica del suolo	1,58
Totale	4,42

Fonte: *Elaborazione Assofertilizzanti secondo metodologie mod. Henin*

Tuttavia da qualche tempo ormai va sempre più affermandosi la tendenza ad utilizzare i prodotti naturali sia per apportare elementi nutritivi ma, soprattutto, per apportare sostanza organica. La conservazione o il ripristino di buone dotazioni organiche nei terreni è quindi una pratica indispensabile alla corretta gestione agricola, diversa però dall'altrettanto fondamentale restituzione degli elementi inorganici.

I concimi si suddividono in organici, minerali e organo-minerali a seconda che i costituenti siano di natura organica, inorganica oppure mista.

I concimi organici sono generalmente costituiti da scarti tal quali ma molto più di frequente, opportunamente lavorati, di piume e penne, peli e crini, corna e unghie, residui della lavorazione delle carni, della lana, delle ossa, residui di lavorazione di semi oleosi, residui vegetali dopo fermentazione di sostanze zuccherine, escrementi di volatili domestici o di uccelli acquatici ed altri materiali, ricchi di sostanza organica e di sali minerali in cui sia presente azoto, fosforo e potassio.

Il valore che questi materiali hanno risiede molto più nella matrice organica di origine biologica che nella loro ricchezza in elementi nutritivi principali, dato che questi sono molto più a buon mercato e in forme più prontamente assimilabili nei prodotti chimici. La maggior parte dei concimi organici deriva dalle attività di allevamento di bovini, suini ed avicoli. Oggi la maggior parte degli allevamenti è di tipo intensivo, caratterizzati da problemi di gestione dei reflui zootecnici da smaltire e che spesso non sono più sotto forma di letame solido, ma di liquame.

Attualmente i quantitativi di azoto e fosforo che potenzialmente possono essere veicolati per mezzo dei reflui zootecnici prodotti annualmente in Italia sono dello stesso ordine di grandezza di quelli che ogni anno vengono impiegati con i concimi chimici (Tab. 1).

I liquami hanno quindi un valore fertilizzante reale e la loro utilizzazione in campo deve essere vista non come uno smaltimento di un materiale potenzialmente inquinante, ma come utilizzo di una risorsa naturale che può sostituire parte dei fertilizzanti chimici. L'azione degli elementi nutritivi dei liquami sulla crescita delle piante risulta più lenta rispetto ai concimi chimici ma più duratura nel tempo. L'efficacia delle concimazioni azotate, nel primo anno, per spandimento di reflui avicoli e suinicoli, risulta pari al 60-80% della corrispondente quantità di azoto dei concimi minerali; questa efficacia nel caso dei bovini si abbassa sino al 30-50%. Nel medio periodo però (3-4 anni) l'efficienza dell'azoto dei liquami uguaglia praticamente quella dei concimi chimici.

A livello planetario si sta affermando il riciclo in agricoltura dei fanghi di depurazione e/o dei compost ricavabili da biomasse di scarto come un sistema per il recupero di energia altrimenti persa e dell'azoto minerale ed organico in essi contenuto.

La validità agronomica di tale pratica attende ancora una risposta definitiva. Infatti, oltre ai problemi logistici di raccolta, trattamento, trasporto e spandimento sul campo ed ai relativi costi, vi sono questioni molto importanti e ancora aperte legate ad aspetti igienico-sanitari (assenza di agenti patogeni, parassiti, semi infestanti, ecc.), ad aspetti concernenti la catena agroalimentare e la qualità dei suoli, collegati alla presenza di metalli pesanti ed al rischio di un loro accumulo nei suoli e nelle piante con il raggiungimento di soglie di fito o zootossicità.

L'utilizzo di tali reflui in agricoltura potrà avere possibilità di importante sviluppo solo attraverso procedimenti migliorativi che solamente l'industria dei concimi è in grado di realizzare.

Analizzando ora l'andamento delle produzioni delle varie tipologie di concimi si può affermare che il comparto degli azotati è quello in cui l'innovazione tecnologica è stata talmente profonda da poterla considerare una vera rivoluzione.

L'evento si è verificato nel decennio 1960-70 quando il processo per la produzione di ammoniaca è stato completamente rivoluzionato con la sostituzione dei compressori alternativi con quelli centrifughi e dell'idrogeno ottenuto da elettrolisi dell'acqua o da depurazione dei gas di cokeria con il craking di idrocarburi e particolarmente di metano. Con i nuovi processi si è passati da una produzione massima per impianto di 100-200 ton/giorno ad una di 1000-1500 ton/giorno di ammoniaca.

Non solo la disponibilità di azoto ammoniacale è straordinariamente aumentata ma anche il costo del kg di azoto fissato è diminuito drasticamente.

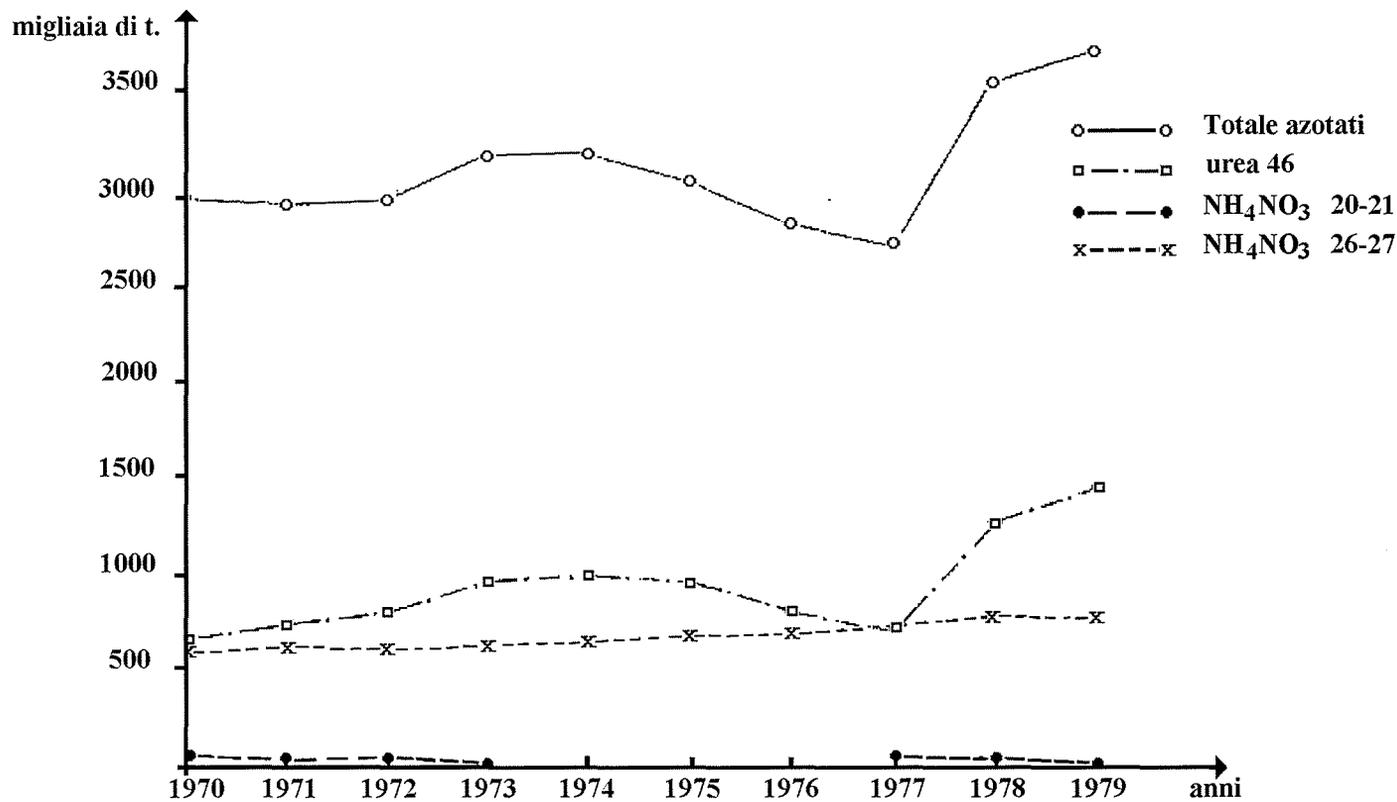
La grande disponibilità di ammoniaca e l'impossibilità di trasformarla tutta nei tradizionali concimi azotati e le esigenze delle esportazioni hanno spinto l'industria a sviluppare la produzione di urea che fino ad allora era considerato un prodotto destinato solo alla trasformazione in materie plastiche.

L'urea ha la caratteristica di essere ad alto titolo - e quindi trasportabile a grande distanza a costi relativamente ridotti - e di non impiegare acidi come il solforico ed il nitrico ma solo l'anidride carbonica, sottoprodotto derivante dal craking del metano. La produzione di urea ha ulteriormente diminuito il costo del kg di azoto fertilizzante contribuendo in modo imponente non solo ad aumentare il consumo di azoto nei vari paesi sviluppati ma di consentire esportazioni massicce in alcuni paesi in via di sviluppo che in tal modo potevano migliorare rapidamente le loro condizioni alimentari.

Il dato più significativo per questo tipo di concimi è il graduale processo di sostituzione dei composti a basso titolo con altri a titolo più elevato. Se prendiamo in considerazione il decennio 1970-'80, durante il quale si sono sviluppate industrialmente le nuove produzioni di fertilizzanti azotati, si può osservare l'incremento particolarmente rilevante del 78% subito dall'urea nel 1978 rispetto all'anno precedente con una produzione che è passata da 697.000 t a 1.241.000 t, mentre nel '79 l'incremento è stato del 15,6% e la produzione è balzata a 1.435.000 t (fig. 3).

Anche il nitrato ammonico presenta nel decennio 1970/79 un decremento nella titolazione più bassa (20-21) mostrando invece un incremento medio annuo del 3,1% di quello a titolo 26-27.

Figura 3. Produzione di fertilizzanti azotati in Italia nel periodo 1970-79 in migliaia di t.



Nello stesso decennio durante il quale i concimi azotati hanno subito la rivoluzione a cui si è accennato, anche i concimi fosfatici hanno avuto una evoluzione importante anche se meno traumatica di quella subita dai concimi azotati.

I motivi che hanno indotto ad investire risorse imponenti anche in questo campo sono sempre quelli di soddisfare il crescente fabbisogno di fertilizzanti nel mondo e ridurre i costi dell'unità fertilizzante.

I concimi fosfatici erano prodotti tradizionalmente trattando le fosforiti con acido solforico. Tenuto conto che i depositi di fosforiti sono localizzati lontano dai luoghi di consumo, i trasporti dei minerali incidono in modo sostanziale sui costi dei prodotti finiti.

L'evoluzione è dunque consistita nel trasformare sul luogo di origine le fosforiti in fosfato ammonico e superfosfato triplo ponendo a disposizione dell'agricoltura dei vari paesi concimi efficaci a costi molto inferiori.

Se consideriamo la produzione italiana vediamo che il superfosfato normale passa da 1,4 milioni di t nel '70 a 0,78 milioni di t negli anni '75-76, cui fa seguito una ripresa dal '77 al '79 che non è comunque sufficiente neppure ad uguagliare i valori del 1970 (fig. 4).

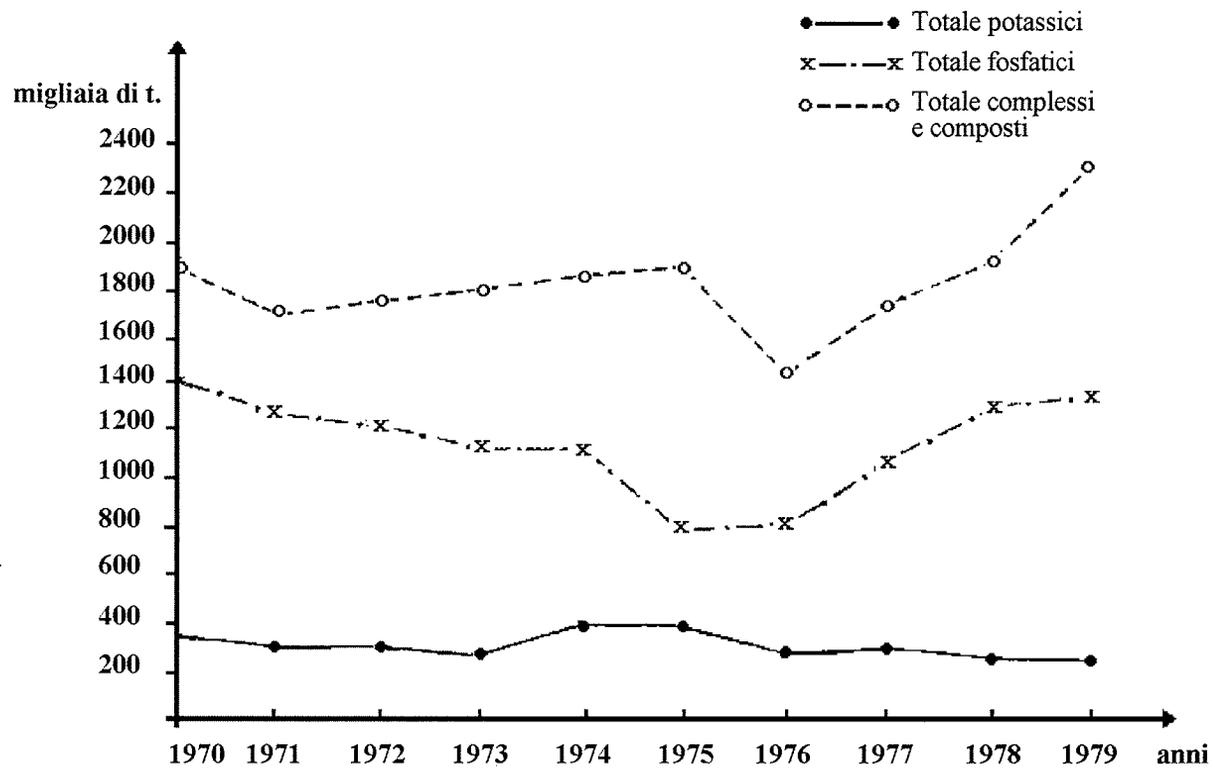
Le motivazioni di tale decremento è dovuta sia alla sostituzione di fertilizzanti a basso titolo con concimi a più alto titolo che hanno per unità fertilizzante minori costi di produzione, distribuzione e immagazzinamento, sia allo sviluppo dei concimi composti.

Anche per i concimi potassici semplici si registra un calo di produzione che dal '70 al '79 è di circa 2,3% annuo, passando da 319000 t a 252000 t. Tale diminuzione è largamente compensata dall'incremento dei concimi composti che incorporano quantità rilevanti di potassio (fig. 4).

Tuttavia nel decennio considerato il consumo di concimi contenenti azoto, fosforo e potassio, se è rimasto pressoché costante per i concimi semplici, è aumentato in modo sostanziale nei concimi composti e misti organici per cui nello stesso decennio l'apporto di elementi nutritivi è costantemente aumentato.

Il settore dei misti organici si è particolarmente sviluppato nel nostro Paese specie se lo si raffronta con quello analogo degli altri paesi europei. Ciò è chiaramente riferibile alle condizioni pedo-climatiche dei paesi a clima mediterraneo che presentano rispetto a quelli del Nord-Europa, una maggiore esigenza di reintegrare il ciclo della sostanza organica nel suolo. La produzione italiana si attesta oggi sulle 270.000 t annue essenzialmente costituite da concimi ternari che utilizzano come parte organica cuoio o torba.

Figura 4. Produzione di fertilizzanti fosfatici, potassici, complessi e composti in Italia nel periodo 1970-79, in migliaia di t.



Fonte: Elaborazione dati Istat

Tabella 2. - Esportazioni ed importazioni di concimi azotati, fosfatici, potassici, complessi e composti (in migliaia di t. in Italia)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	<i>l.m. a % 1977/'70</i>	1978	<i>l.m. a % 1978/'70</i>	1979	<i>l.m. a % 1979/'70</i>
<u>Importazioni:</u>													
azotati	73	110	149	70	85	63	70	99	5,1	127	9,2	146	11,1
fosfatici	207	264	208	178	152	178	167	96	- 7,6	112	-5,7	153	-2,9
potassici	286	331	235	356	393	296	345	479	9,6	550	11,5	765	18,6
complessi e composti	132	293	311	187	94	311	454	503	40,1	798	63,1	1181	88,3
Totale importazioni	698	998	903	791	724	848	1036	1177	9,8	1587	15,9	2245	24,6
<u>Esportazioni:</u>													
azotati	704	877	1196	1040	1349	720	1115	894	3,8	1199	8,8	1458	11,9
fosfatici	8	4	3	2	6	24	6	9	1,7	7	- 1,5	2	- 8,3
potassici	46	6	13	26	29	68	94	132	26,7	107	16,6	105	14,2
complessi e composti	397	339	245	199	285	154	148	305	- 3,3	387	- 0,3	334	- 1,8
Totale esportazioni	1155	1226	1457	1267	1669	966	1363	1340	2,3	1700	5,9	1899	7,15

Fonte: *Elaborazioni ERVET su dati ISTAT*

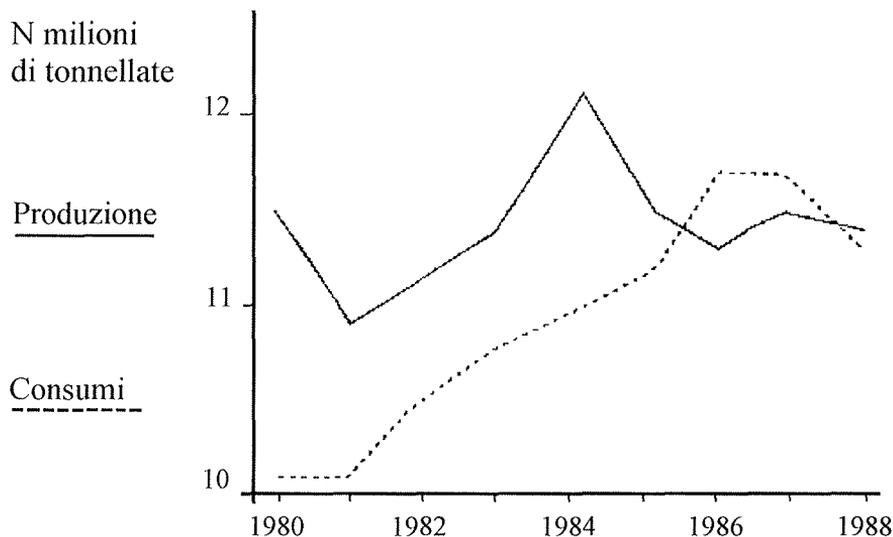
Nello stesso decennio si è verificata una sostanziale variazione nella importazione del fosforo che da composti a basso titolo, è stato sostituito con composti ad alto titolo, quali il super triplo ed il fosfato biammonico (tab. 2). Estremamente emblematico è il trend dei concimi composti e complessi che nel periodo '70-79 subiscono un incremento formidabile delle importazioni passando da 132.000 t del '70 a 1.181.000 t del '79.

Le ragioni dello sviluppo di questa classe di concimi sono sostanzialmente due. Innanzitutto la evoluzione tecnica che è giunta alla realizzazione di impianti che consentono la produzione di concimi contenenti due o tre elementi fertilizzanti in forma granulare; questa forma semplifica le operazioni di stoccaggio e distribuzione riducendone i costi. A ciò si aggiunga che la grande disponibilità di fosfato ammonico a prezzi estremamente competitivi rispetto ai tradizionali concimi nazionali ha semplificato la produzione di concimi composti, incoraggiandone lo sviluppo.

La bilancia commerciale in fertilizzanti azotati indica che l'Europa occidentale, che negli anni '60-'70 e agli inizi degli anni '80 era un importante esportatore netto, è diventato dal 1985/86 un importatore netto (Fig. 5). Lo stesso tipo di cambiamento di tendenza si è avuto anche in Italia, anche se con qualche ritardo rispetto all'andamento europeo-occidentale (Tab. 5).

Figura 5

Produzione e consumo di fertilizzanti azotati nell'Europa occidentale dal 1980 al 1988. Fonte: *Fertilizer International*, N. 280 (Dicembre 1989)



Le ragioni di tale inversione sono facilmente spiegabili non solo e non tanto per il raggiungimento di un livello di sufficienza nella somministrazione di prodotti azotati, quanto per la progressiva minore convenienza della produzione. Molti paesi emergenti ricchi di idrocarburi hanno da alcuni anni raggiunto o acquisito una conoscenza tecnologica nel settore; poiché in essi i costi delle materie prime e della manodopera sono molto bassi, le produzioni di fertilizzanti in Italia e nell'Europa occidentale diventano via via meno competitive sui mercati internazionali.

Non sorprende pertanto che numerosi stabilimenti dei maggiori produttori di fertilizzanti chimici in Italia siano stati chiusi negli ultimi anni (Porto Marghera, Priolo, Crotone, Manfredonia, Gela) e che la chiusura di altri sia già in programma sia in Italia che in Europa.

A partire dal 1980 il settore dei misti organici si è particolarmente sviluppato nel nostro Paese specie se lo si raffronta con quello analogo degli altri paesi europei. Ciò è chiaramente riferibile alle condizioni pedo-climatiche dei paesi a clima mediterraneo che presentano rispetto a quelli del Nord-Europa, una maggiore esigenza di reintegrare il ciclo della sostanza organica nel suolo. La produzione italiana si attesta oggi sulle 270.000 t annue essenzialmente costituite da concimi ternari che utilizzano come parte organica cuoio o torba.

Anche il consumo di questi concimi sta acquistando nel nostro Paese una quota via via crescente (tabb. 3 e 4).

I concimi organici, loro produzione e consumo

Il concetto di concime organico è abbastanza vago variando secondo i Paesi e comprendendo differenti tipi di prodotti. In via del tutto generale i concimi organici derivano da residui di origine vegetale o animale utilizzati più spesso dopo un trattamento o un processo di elaborazione industriale.

In numerosi paesi, la nozione di concime organico è legata a un tenore di azoto organico minimo del 3% che costituisce perciò il crinale tra la categoria degli ammendanti organici e quella dei concimi. La funzione degli ammendanti è quella di modificare le caratteristiche fisiche del suolo mentre la funzione primaria del concime è di apportare elementi nutritivi principali.

Tabella 3 - Consumi di concimi chimici in Italia distinti per tipologia (in migliaia di tonnellate)

<i>Prodotto</i>	<i>1955</i>	<i>1960</i>	<i>1965</i>	<i>1970</i>	<i>1975</i>	<i>1980</i>	<i>1985</i>	<i>1990</i>	<i>1994</i>
Solfato di ammonio	494,9	514,2	558,8	513,0	558,0	467,8	352,7	247,4	308,7
Calcocianammide	222,2 *	121,1 *	98,8 *	94,3	13,1	24,7	29,5	16,4	2,5
Nitrato di ammonio (20-21)	149,3	274,8	66,4	30,8	-	-	-	- -	-
Nitrato di ammonio (26-27)	-	24,0	323,3	446,1	577,3	708,8	838,1	561,8	729,4
Nitrato di calcio (15-16)	340,6	313,5	347,9	264,5	143,8	103,7	87,5	53,0	36,7
Urea (46)	-	72,5**	219,7**	219,5	426,6	751,8	933,6	633,9	802,4
Solfato di potassio	15,1	33,1	45,9	51,8	30,8	54,9	51,8	59,3	62,6
Cloruro di potassio	11,4	6,9	14,7	49,8	43,2	95,2	67,9	150,5	162,0
Perfosfato minerale	-	1095,3	1141,9	1110,4	680,8	732,4	722,1	548,6	463,1
Scorie Thomas	-	112,6	111,1	107,4	85,5	60,8	38,3	23,2	9,6
Concimi complessi::									
- binari PN	-	198,6	295,0	327,9	382,2	524,2	529,2	621,8	616,6
- binari PK	-	20,1	41,4	-	-	-	-	28,1	9,3
- binari NK	-	2,3	6,5	3,0	2,4	7,0	10,8	30,6	22,8
Concimi ternari	-	599,4	959,1	1033,7	1282,3	1702,6	1492,2	1172,6	933,8
Composti da miscele	-	-	-	124,9	87,0	48,9	91,3	- -	-
Organo-minerali	-	-	-	-	-	-	-	108,6	240,5

* A basso titolo di azoto (15-16%)

** A basso titolo di azoto (15-16%)

Fonte: *Annuario Statistico Italiano*

Tabella 4 - Produzioni di concimi in Italia distinte per tipologia (in migliaia di tonnellate)

<i>Prodotto</i>	<i>1955</i>	<i>1960</i>	<i>1965</i>	<i>1970</i>	<i>1975</i>	<i>1980</i>	<i>1985</i>	<i>1990</i>	<i>1995</i>
Solfato di ammonio	738,8	1259,4	1491,6	1219,1	1280,3	1160,2	1159,6	511,9	555,8
Nitrato di ammonio (20%-21%)	254,3	769,5	191,5	61,5	-	-	-	-	-
Nitrato di ammonio (26%-27%)	0,60	30,2	574,6	566,6	648,7	753,6	932,7	958,0	502,1
Nitrato di ammonio (33%-34%)	13,0	13,0	17,1	18,9	-	-	-	-	-
Nitrato di calcio (15%-16%)	373,5	364,6	342,0	261,4	134,5	-	-	-	-
Calcociocianammide	230,2*	127,0*	86,3*	91,9	-	-	-	-	-
Urea	-	99,6	324,8	658,2	839,0	1537,2	1188,1	869,9	539,0
Solfato di potassio	-	51,9	291,7	238,5	-	-	-	-	-
Altri sali potassici	-	3,8	60,3	81,1	33,2	-	-	-	-
Perfosfato minerale	1975,3	1497,0	1389,5	1394,4	779,9	1402,3	1074	691,1	158,2
Scorie Thomas	64,2	98,9	17,9	-	-	-	-	-	-
Concimi complessi:									
- binari PN	143,4	357,6	561,0	512,1	430,5	507,0	500,2	249,1	132,5
- binari PK	0,93	19,4	42,3	24,6	-	9,5	-	-	-
- binari NK	-	2,0	11,7	9,1	-	-	-	-	-
Concimi ternari	55,0	828,7	1022,7	1341,2	1479,5	1801,8	1749,4	1551,1	637,8
Organo-minerali	-	-	-	-	-	25,4	18,7	245,0	294,2

* A basso titolo di azoto (15-16%)

Fonte: *Annuario Statistico Italiano*

Tabella 5

Produzioni e consumi di concimi in Italia nel periodo 1955-1994
(in migliaia di tonnellate)

Anno	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1994
Produzioni	3489	5523	6425	6479	5625	7172	6604	4831	4498	2792
Consumi	893	3388	4230	4377	4313	5283	5245	4256	4418	4400

Fonte: *Annuario Statistico Italiano*

Il limite tra concime e ammendante organico è dunque molto sfumato tanto che un letame può, a seconda del suo contenuto in azoto, essere considerato come un concime organico o come un ammendante. Infatti nella legislazione italiana (L. 748/84) questa differente classificazione esiste tra il letame essiccato e il letame, che si distinguono anche per la qualità della sostanza organica basata sul rapporto C/N e sui valori dei parametri di umificazione (tasso e grado di umificazione). Per alcuni ammendanti sono poi fissati valori massimi per l'azoto, che per il letame è il 3%, per altri composti valori compresi tra il 2 e il 4%. Questi titoli massimi per gli ammendanti sono privi di ogni significato scientifico e sembrerebbe invece più realistico fissare un limite per il carbonio organico che discrimini tra ammendanti e concimi.

E' intuitivo che un ammendante organico debba perciò essere un prodotto a basso costo, utilizzato in grandi quantità, e costituito da rifiuti poco o punto trasformati: si tratta di deiezioni animali, di fanghi di depurazione urbani o industriali, di compost da residui urbani o di prodotti a base di sostanze vegetali più o meno fermentate.

Essi rappresentano in effetti una fonte di sostanza organica che può costituire una riserva potenziale per la produzione di concimi organici o organo-minerali.

La quantificazione della produzione e del consumo per questa classe di concimi è difficoltosa ed è possibile solamente tentare delle stime, in considerazione della carenza di informazioni al riguardo sia a livello nazionale che europeo. La produzione europea di concimi organici è stimata dell'ordine di 0,4-0,5 milioni di t e il consumo su scala europea è lo stesso.

L'Italia in questo settore ha una posizione preminente producendo circa 0,2 milioni di t ovvero il 40-50% di tutta la produzione europea.

Per quanto riguarda i fertilizzanti a base di cuoio contenenti cromo III un Convegno tenutosi a S. Miniato nel 1996 ha definitivamente dimo-

strato che tale metallo non è fitotossico, non entra nella catena alimentare e nelle acque di percolazione. L'USEPA nell'ottobre 1995 ha eliminato tutti i limiti di cromo III nei biosolidi applicati al terreno (R. L. Cheney *et al.*).

Concimi organo-minerali

Questi concimi si ottengono per miscelazione di concimi minerali con una matrice organica che in Italia è prevalentemente costituita da cuoio idrolizzato e torba.

In termini di elementi fertilizzanti, questi concimi rappresentano delle quantità molto modeste rispetto ai concimi minerali.

La nozione di concimi organo-minerali varia secondo il paese. In Inghilterra, ad esempio, la definizione di concime organo-minerale è legata a un tenore minimo in carbonio organico che autorizza l'utilizzazione della lignite come fonte organica. In Italia un organo-minerale deve avere un titolo minimo sia di carbonio organico di origine biologica (7,5%) che di azoto organico (1%). Per tale motivo la torba, largamente impiegata nel paese, non può essere utilizzata da sola e deve essere associata ad una seconda matrice organica contenente azoto organico.

I concimi organo-minerali rappresentano una lunga tradizione in certi paesi come l'Italia dove li si utilizza da circa 40 anni. In altri paesi essi sono considerati come dei prodotti nuovi e non entrano nel quadro di nessuna regolamentazione. Per tali ragioni l'Italia è il primo paese produttore e consumatore di organo-minerali, con 250.000-270.000 t annue. Il loro utilizzo è prevalentemente locale e gli scambi commerciali tra paesi della comunità sono perciò molto limitati. Basti pensare che l'Italia ne esporta meno di 10.000 t all'anno.

Prospettive di produzione e di consumo

La categoria di concimi organo-minerali è in espansione in Italia sia come produzione che come consumo e ciò è ampiamente giustificato dalla necessità che i Paesi che si affacciano sul bacino del mediterraneo, come il nostro, hanno di ripristinare il ciclo della sostanza organica, ostacolando il processo di degrado del suolo, oggi pesantemente compromesso dall'uso di fertilizzanti a base minerale prevalente.

E' perciò altamente auspicabile che residui organici a basso ri-

schio ambientale vengano utilizzati come matrici organiche per la produzione di concimi.

A conclusione di questa nota si fa presente che nell'ultimo sessennio (1990-95) si è assistito ad un calo nel consumo di fosforo e di potassio per ettaro, mentre la somministrazione di azoto non ha ancora manifestato una inversione di tendenza (Tab. 6). Tale andamento è comunque generale ed è riscontrabile in tutti i Paesi della U.E..

Tabella 6

Distribuzione di elementi nutritivi in kg/ha per colture erbacee principali e foraggiere permanenti in Italia nel periodo 1960-1995

Anno	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1960	28,5	33,5	9,2
1970	50,9	45,0	18,0
1980	81,8	51,5	28,9
1990	88,0	70,1	41,3
1995	100,0	67,2	31,3

Fonte: *Elaborazione su dati ISTAT*

Un problema che si potrà porre in futuro non lontano è quello della carenza in elementi nutritivi diversi da quelli principali e secondari. Le ragioni di ciò sono molteplici, ma fondamentale è il fatto che il progresso della tecnologia dei concimi minerali con l'aumento dei titoli a valori sempre più elevati ha ridotto lo spazio per gli elementi micronutritivi che invece erano presenti nei concimi tradizionali.

Il problema di fornire gli elementi micronutritivi al terreno si prevede possa aumentare sensibilmente di importanza nei prossimi anni a causa del loro mancato apporto e della continua asportazione operata dalle piante in un sistema colturale fortemente intensivo.

IL CONTROLLO DELLA QUALITÀ DEI FERTILIZZANTI

Gianantonio Menin

Presidente Istituto per il Controllo Qualità dei Fertilizzanti

Federchimica - Assofertilizzanti

Via Accademia, 26 - 20131 Milano

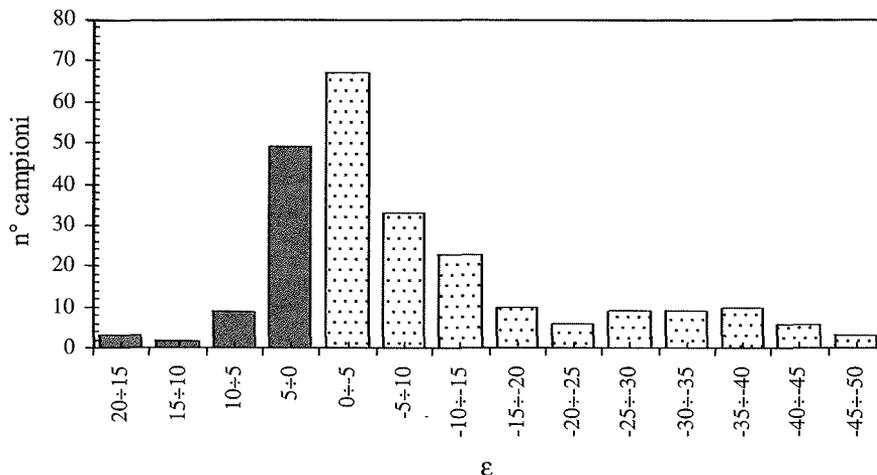
La qualità dei fertilizzanti dipende da molti parametri: il più banale, ma in Italia il più importante, è la corrispondenza del prodotto ai titoli dichiarati in etichetta.

Una prima campagna di prelievi concentrati nel Veneto, fornì nel 1992 risultati impressionanti. Nel 1993 alcuni produttori associati ad Assofertilizzanti procedettero ad una seconda e più estesa campagna di prelievi (244) che diede un quadro più preciso dell'entità delle frodi che risultò del 9,2% (Tab. 1 e Fig. 1).

Tabella 1

CAMPIONI TESTATI	244
Campioni risultati irregolari ai sensi della L.748/84	161 (66,0%)
Campioni risultati "irregolari" ai sensi del D.M. 30.6.94	126 (51,6%)
D.M. 30.6.94: Indice di qualità (epsilon) su 244 campioni	
Valore max	19,4%
Valore min	-58,7%
Valore medio	-9,2%

Figura 1
Distribuzione di ϵ



L'ampiezza della frode poteva essere imputabile alla scelta particolarmente mirata su concimi delle categorie più a rischio. Per una verifica più corretta, nel 1994 l'indagine fu estesa ad un totale di 629 campioni, prelevati con la massima casualità e per tutte le categorie di prodotti. Il risultato ha portato a valori medi di frode più contenuti (5,6%) ma non meno preoccupanti in quanto valori medi.

Nel frattempo il Ministero dell'Agricoltura finalmente ufficializzava (DM 30.6.94, successivamente aggiornato con DM 7.5.97) il metodo di valutazione delle frodi nei concimi.

Nel 1995 e nel 1996, l'indagine fu ripetuta rispettivamente su 451 e su 278 campioni. A gennaio 1999 è partita una campagna di circa 600 prelievi su tutto il territorio nazionale che dovrebbe concludersi nel prossimo mese di aprile.

Fra qualche mese sapremo quindi se il ricorso alla frode è aumentato o meno. Vi sono elementi che fanno ritenere che la sottotitolazione sia un fenomeno molto diffuso:

1) la differenza tra prezzo di vendita ed il costo delle materie prime è troppo modesta;

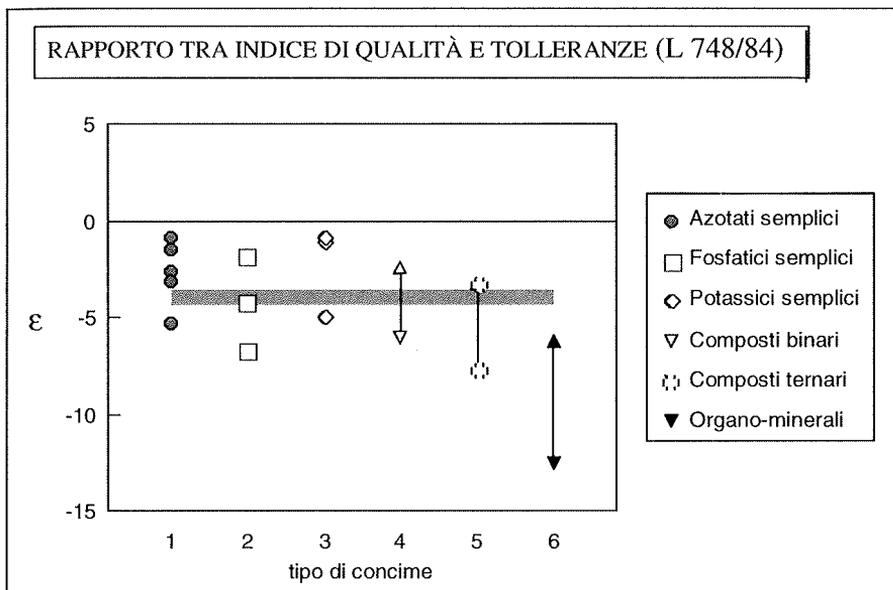
2) se si lavora “fuori tolleranza” si rischiano al massimo 2,6 milioni di lire;

3) il sistema distributivo, a cui il fenomeno e le ditte che lo praticano sono ben noti, non essendo corresponsabilizzato, ha tutta la convenienza ad utilizzarlo.

Il grafico di Fig.1 evidenzia due “filosofie di produzione”: la prima è quella che dice, visto che ci sono le tolleranze, cerchiamo di sfruttarle. La seconda invece ritiene che visto che si corre il rischio dell’ammenda (che è sempre di 2,6 milioni di lire) tanto vale frodare seriamente e la curva risale a valori di ϵ molto elevati (-25÷-40%)!

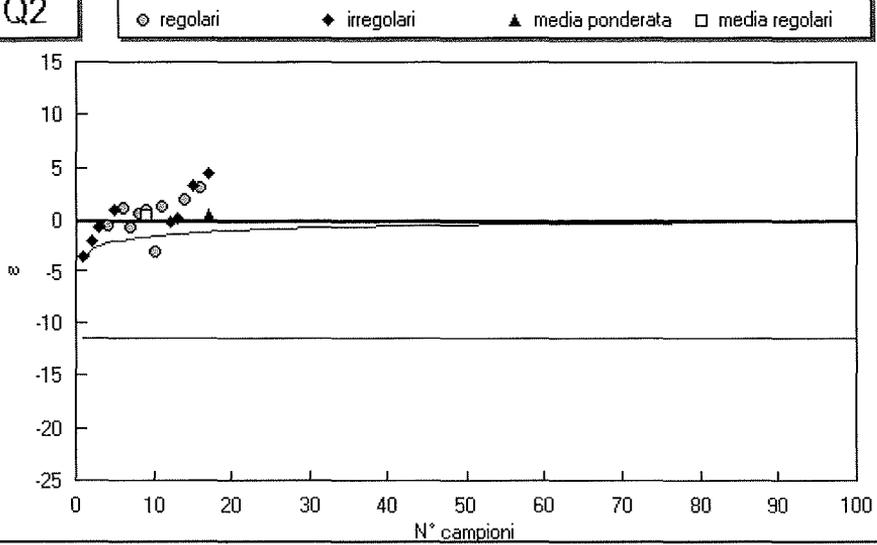
Il modello di valutazione (DM 7.5.97) si può migliorare, addolcire o rendere più severo. È in ogni caso uno strumento importante perché finalmente viene definito e misurato il “grado di irregolarità”, parametro che la legge 748/84 non chiariva. Si possono così distinguere l’involontario errore di produzione, la sistematica utilizzazione delle tolleranze, il deliberato ricorso alla sottotitolazione.

C’è da augurarsi che i controlli vengano fatti e che il modello di valutazione venga utilizzato.

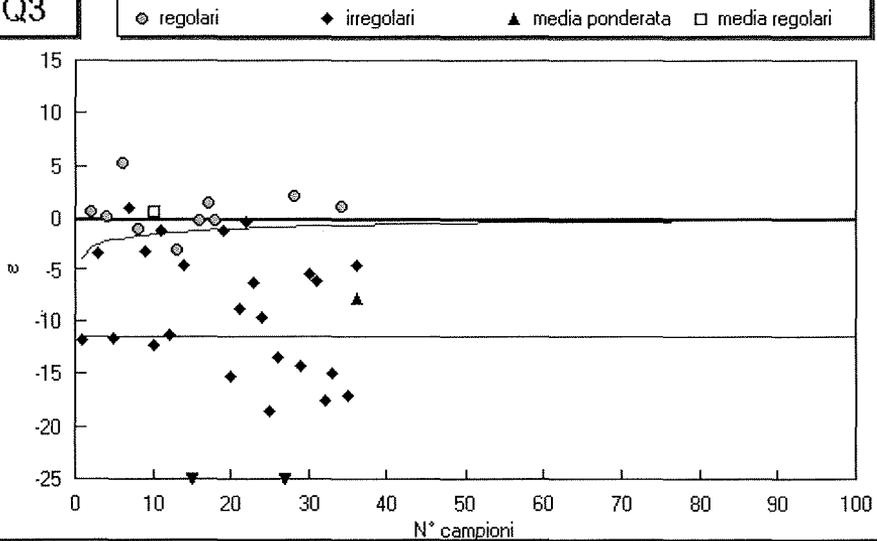


Per i diversi produttori si hanno grafici complessivi del tipo di quelli appresso riportati.

Q2

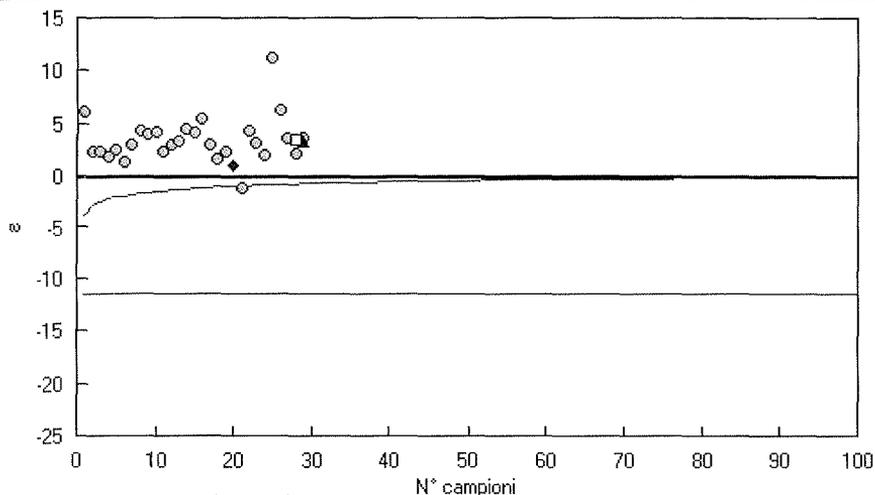


Q3



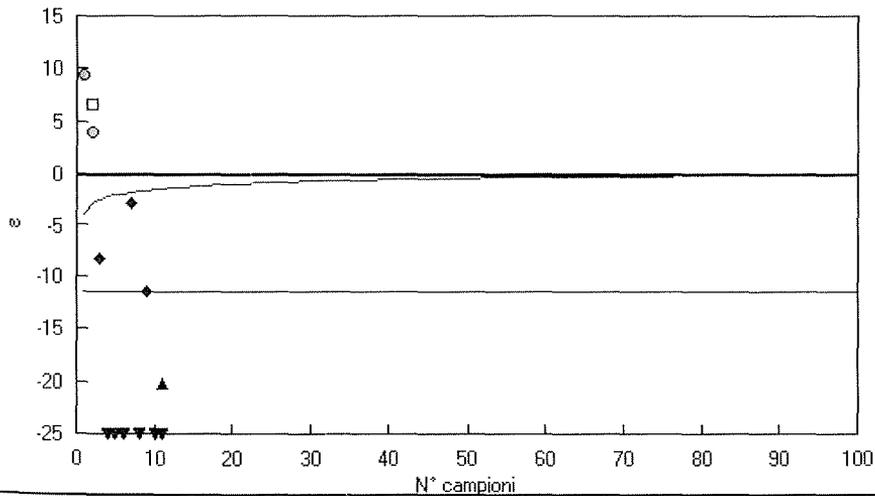
Q6

○ regolari ◆ irregolari ▲ media ponderata □ media regolari



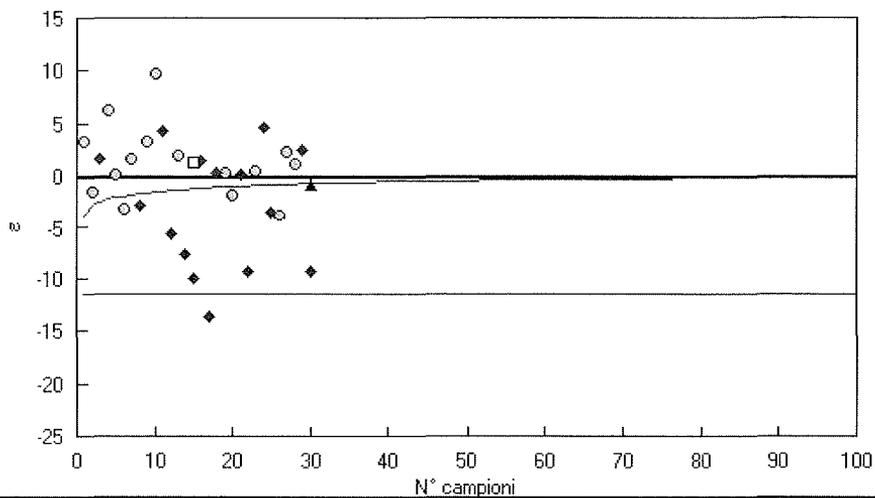
Q7

○ regolari ◆ irregolari ▲ media ponderata □ media regolari



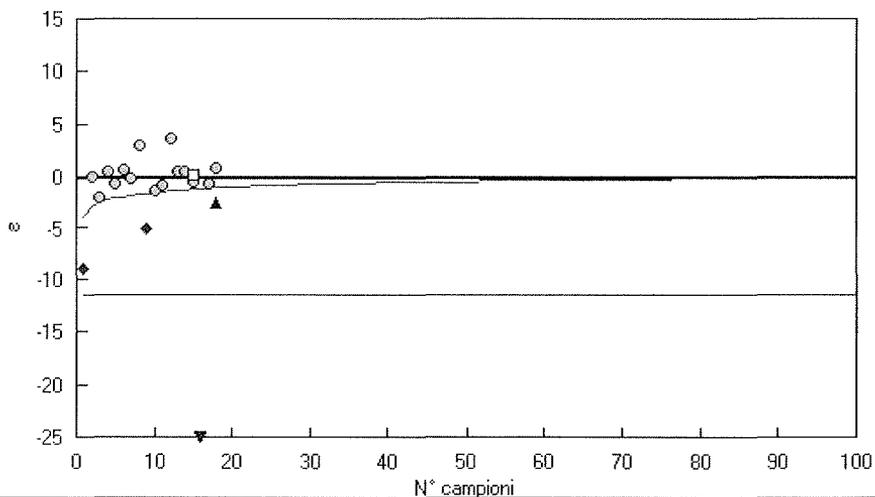
Q10

○ regolari ◆ irregolari ▲ media ponderata □ media regolari



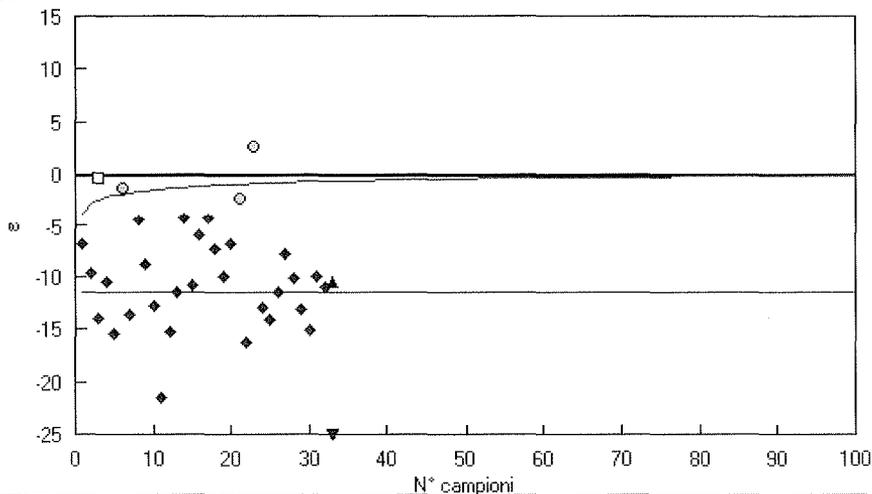
Q11

○ regolari ◆ irregolari ▲ media ponderata □ media regolari



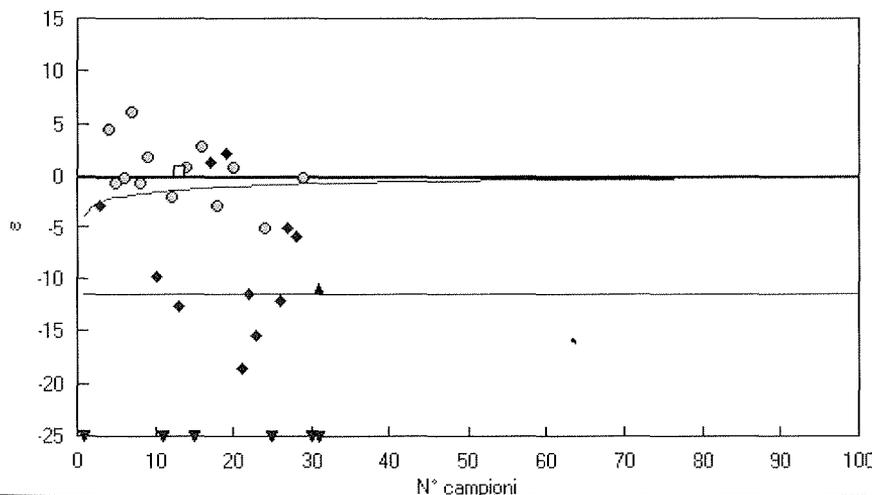
Q13

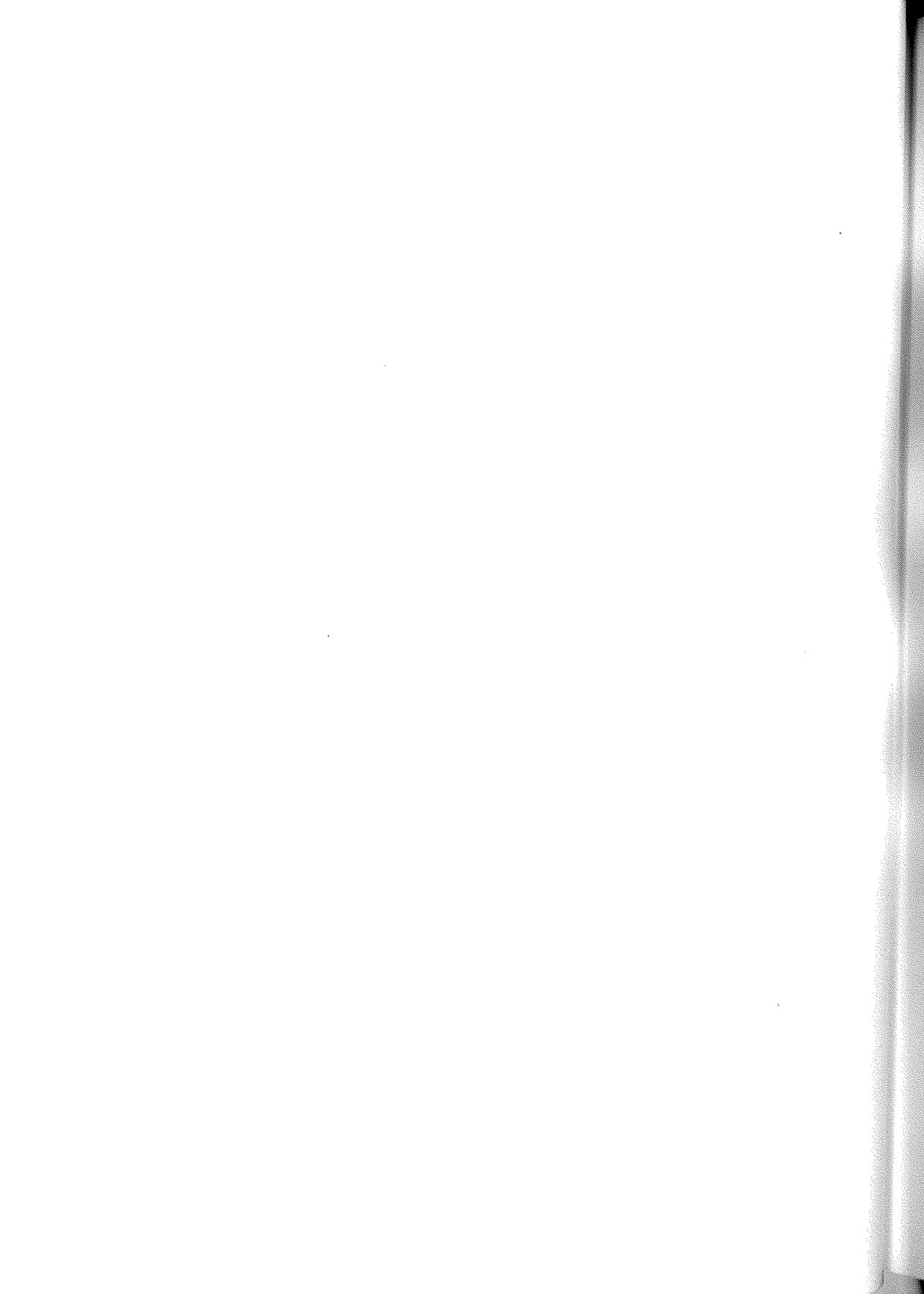
○ regolari ◆ irregolari ▲ media ponderata □ media regolari



Q14

○ regolari ◆ irregolari ▲ media ponderata □ media regolari





LE ANALISI DEI FERTILIZZANTI

Attile Minguzzi

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali
Via XX Settembre, 20 - 00187 Roma

L'analisi dei fertilizzanti può essere considerata come la sintesi di due momenti distinti costituiti dalla scelta e dall'applicazione del metodo analitico più adatto e dall'ottenimento e dall'interpretazione del risultato.

Il primo momento presuppone di avere a disposizione metodi scientificamente validi e di facile applicazione che possano portare al conseguimento del risultato analitico più sicuro o, come si usa dire oggi, che abbia l'incertezza di misura più bassa possibile.

Nel settore dei fertilizzanti questa esigenza è sempre stata fortemente sentita tanto che il materiale a disposizione più che abbondante anche in relazione alla particolare situazione che si è venuta a creare come conseguenza del fatto che la Comunità Europea ha, per il momento, regolamentato una parte dei fertilizzanti (CONCIMI MINERALI) lasciando agli stati membri la facoltà di gestire autonomamente la parte restante (CONCIMI ORGANICI, ORGANO-MINERALI, AMMENDANTI E CORRETTIVI).

Si può partire dal lontano 1964, quando l'allora Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste pubblicò una raccolta di metodi, limitata ai principali elementi della fertilità e ad alcuni microelementi, ma che per anni ha costituito la base di lavoro per tutti coloro che si occupano del settore, per arrivare al 1986, quando, sempre a cura dello stesso Ministero, è stata pubblicata una raccolta molto più ampia ed articolata dei metodi analisi comprendente sia metodi comunitari che nazionali.

L'applicazione di questi metodi in genere non presenta particolari problemi a condizione che si segua con il massimo scrupolo quanto disposto dal metodo stesso. Infatti, uno dei punti critici sta nel fatto che, nella maggior parte dei casi, prima del dosaggio vero e proprio, gli elementi fer-

tilizzanti, gli elementi secondari o i microelementi devono essere estratti dalla matrice che li contiene ed in questa delicata fase è necessario tenere presente che la quantità estratta è funzione della concentrazione del solvente e del soluto e delle condizioni di estrazione. Soltanto il rispetto di questi parametri permette di estrarre la massima quantità dell'elemento nel tempo indicato e di raggiungere quindi la massima precisione e riproducibilità. Venendo invece a mancare uno o più di questi elementi, si può verificare facilmente che il massimo dell'estrazione venga raggiunto, ma in tempi diversi da quelli previsti dal metodo, oppure che non venga raggiunto affatto, falsando completamente il risultato dell'analisi.

Un altro aspetto che non fa strettamente parte del metodo analitico, ma che ne può condizionare pesantemente il risultato è il prelevamento del campione, la cui correttezza è una condizione indispensabile affinché il campione finale sia veramente rappresentativo della partita da cui proviene. Questo rende il prelevamento del campione un'operazione delicata e complessa che richiede la massima cura per la sua attuazione. Di tutto ciò ci si è resi conto nella fase di stesura dei metodi ufficiali del 1986 che, infatti, a differenza dei precedenti, hanno definito con grande precisione le procedure di formazione del cosiddetto CAMPIONE FINALE, cioè del campione sul quale si esegue l'analisi.

Nel corso degli anni, però, sono emerse nuove realtà alle quali talvolta male si adattano le regole stabilite nel passato. E' il caso, ad esempio, dei fertilizzanti ottenuti per semplice miscelazione dei diversi sali e commercializzati alla rinfusa. E' infatti noto che questi prodotti presentano fenomeni di stratificazione molto spinti dovuti alle differenze di dimensioni, di peso specifico e di forma delle particelle che costituiscono la massa del fertilizzante. Ad esempio, un cumulo costituito da due o più tipi di sali diversi tende a stratificarsi in modo tale da presentare una composizione costante soltanto lungo i settori radiali che si dipartono dal centro del cumulo.

Da notare a questo proposito come, contrariamente a quanto ci si potrebbe attendere, la stratificazione della miscela è maggiormente influenzata dalla differenza di dimensioni delle particelle piuttosto che dalla differenza di peso specifico e di forma. Questo porta ad un accumulo delle particelle più grossolane alla base del cumulo ed una maggiore concentrazione di particelle più fini nella parte più alta.

I risultati di una sperimentazione condotta negli Stati Uniti, dove questo tipo di concimi è da molti anni sul mercato, hanno messo in evidenza che la stratificazione può avere conseguenze impressionanti sul reale contenuto in elementi fertilizzanti del campione finale. Ad esempio, un cu-

mulo costituito da una miscela in parti uguali di urea e di perfosfato triplo formata quindi da granuli con dimensioni, peso specifico e forma molto diversi e con titolo medio 23-23-0, ha evidenziato una composizione 6-40-0 nella parte più bassa e 32-14-0 nella parte più alta, con le conseguenze che si possono immaginare sull'attendibilità dei risultati analitici.

E' ovvia a questo punto la necessità di operare un campionamento che coinvolga tutte le zone del cumulo, anche le meno accessibili, per evitare al massimo i rischi di disomogeneità del campione finale. Questi rischi diminuiscono ovviamente man mano che ci si allontana dal prodotto ottenuto per miscelazione dei diversi sali per portarsi verso prodotti ottenuti per reazione chimica dei vari composti contenenti gli elementi fertilizzanti. In quest'ultimo caso il campionamento non presenta particolari difficoltà a condizione che si operi nel rispetto delle disposizioni riportate sui metodi ufficiali, utilizzando preferibilmente una sonda a lungo setto o a partizioni.

Un andamento analogo si può rilevare anche nel caso dei fertilizzanti fluidi in sospensione e quindi fortemente disomogenei. In questo caso, prima di procedere al prelevamento, la massa deve essere omogeneizzata mediante una pompa ponendo attenzione che si ottengano almeno due ricicli completi della massa stessa, tenuto conto della capacità del serbatoio e della portata della pompa.

Per i fertilizzanti fluidi in sospensione contenuti in serbatoi di grandi dimensioni in cui la pompa produce un riciclo completo in tempi troppo lunghi, è possibile effettuare ugualmente un corretto campionamento prelevando aliquote del campione a diverse altezze del serbatoio in modo che siano le più rappresentative possibili dei diversi strati presenti.

Ma non è tutto. Infatti, come è noto, l'art. 10 della Legge n. 748/84 ha istituito una "Commissione tecnico-consultiva per i fertilizzanti" con il compito, tra l'altro, di apportare modifiche agli allegati della legge stessa e quindi di valutare ed eventualmente approvare l'introduzione nei suddetti allegati di concimi o di ammendanti non previsti nella stesura originaria.

In alcuni casi l'approvazione di un nuovo fertilizzante comporta anche l'adozione di uno o più metodi di analisi non previsti nelle raccolte ufficiali, ma necessari per poter valutare la regolarità del formulato. Fino ad oggi sono stati pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale 12 Decreti di modifica della Legge n. 748 - che sarebbero ben più numerosi se il particolare iter burocratico che prevede la preventiva approvazione della Commissione CE, di diversi Ministeri (Industria, Sanità, Ambiente) e della Corte dei Conti non ne rallentasse il procedimento - che hanno portato all'introduzione, tra i concimi nazionali, di 9 nuove classi (di cui 6 di concimi fluidi minerali o organo-

minerali, i di concimi a base di elementi secondari della fertilità e 2 di concimi a base di microelementi), di circa 70 tipi di concimi e di circa 20 amendanti e correttivi, anche se per alcuni di questi ultimi si è trattato di semplici variazioni della formulazione più che di una vera e propria innovazione, a cui si debbono aggiungere un'altra settantina di tipi di concimi regolamentati dalla Comunità Europea per i quali la Commissione ha semplicemente ratificato il doveroso atto di recepimento.

Una volta approvata l'introduzione di un nuovo fertilizzante che prevede l'uso di un metodo di analisi particolare, quest'ultimo deve passare al vaglio della "Commissione per l'aggiornamento dei metodi ufficiali di analisi per i fertilizzanti", anch'essa istituita presso il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, che ne valuta la validità e, svolti gli eventuali opportuni accertamenti tecnici, ne ratifica l'ammissione tra i metodi ufficiali.

Un altro aspetto particolare, che a mio parere può essere ricondotto nel grande capitolo dei metodi di analisi anche se in senso stretto non ne fa parte, è quello della certificazione o accreditamento dei laboratori di prova. Il nesso con i metodi di analisi risulta chiaro se si osservano le definizioni dei termini seguenti:

- **LABORATORIO DI PROVA:** è un qualunque laboratorio che esegue la prova cioè l'analisi di un prodotto (nel caso specifico fertilizzante) emettendo un certificato di analisi; la definizione è sicuramente attribuibile a tutti i laboratori di controllo, ma anche a quelli pubblici o privati che intendono certificare la qualità di un prodotto;

- **ACCREDITAMENTO:** è, invece, il riconoscimento formale dell'idoneità di un laboratorio ad effettuare specifiche prove.

In estrema sintesi, non è più sufficiente essere in possesso di un metodo di analisi sicuro ed affidabile, ma il laboratorio che lo mette in opera deve essere abilitato a farlo, pena la non validità del risultato analitico ottenuto. La materia, che si rifà alle Norme Comunitarie 45001, 45002 e 45003 ed alle successive Direttive, è estremamente complessa e prende in considerazione tutti gli aspetti riscontrabili in un laboratorio di analisi, che vanno dall'idoneità dei locali a quella delle apparecchiature, dalla registrazione dei campioni alla loro manipolazione e conservazione, dalla riservatezza dei risultati alla gestione dei reclami, ecc. e trova un'ulteriore connessione con i metodi di analisi quando impone al laboratorio l'attivazione di un **SISTEMA DI QUALITÀ**'.

Il **SISTEMA DI QUALITÀ** non è altro che la descrizione e l'attuazione di una serie di misure che garantiscano l'efficienza del laboratorio

e quindi l'affidabilità dei risultati ottenuti e prevede, tra l'altro, l'identificazione di tutti i metodi utilizzati e le norme che li descrivono, ma anche l'uso di metodi che non siano generalmente a disposizione del pubblico (ciò non ufficiali) a condizione che siano correttamente descritti e sottoposti a prove interlaboratorio che ne garantiscano l'affidabilità.

Il secondo momento, ovvero quello relativo all'ottenimento dei risultati dell'analisi ed alla loro interpretazione, può essere efficacemente illustrato prendendo in considerazione i risultati ottenuti negli ultimi 6 anni dai laboratori dell'Ispettorato Centrale Repressione Frodi. In questo periodo, sono stati analizzati circa 5.000 campioni di fertilizzanti comprendenti per oltre il 75% concimi minerali, per circa il 13% concimi organo-minerali, mentre la parte restante risulta suddivisa in parti pressoché uguali tra concimi organici ed ammendanti o correttivi.

Di questi campioni mediamente il 31,3% è risultato irregolare con una punta minima del 21,4% nel 1992 ed una massima del 40,2% nel 1994; le irregolarità hanno riguardato per il 61% dei casi un solo elemento fertilizzante, per il 30% dei casi due elementi e per il 9% tre elementi, mentre il restante 1% riguarda elementi secondari o microelementi.

Pur tenendo conto che questi risultati provengono da un osservatorio particolare che, per la particolare attività che svolge, analizza campioni che hanno una più elevata probabilità di presentare irregolarità, - pur sempre un dato inquietante per il suo valore elevato.

Analizzando poi questi risultati in maniera un po' più approfondita emergono alcune osservazioni che, pur non avendo la pretesa di essere valide in assoluto, hanno comunque una loro validità in quanto provengono dall'elaborazione di un numero piuttosto elevato di campioni.

Ad esempio, nei fertilizzanti irregolari per un solo elemento questo, nella maggior parte dei casi (37,6%) è il fosforo, seguito dal potassio (27,9%), dall'azoto (23,4%) ed infine dal carbonio (9,1%), mentre nei fertilizzanti irregolari per due elementi si ha una prevalenza di irregolarità riguardanti la coppia fosforo/potassio per i concimi minerali e la coppia azoto/carbonio per quelli organo-minerali.

Suddividendo le irregolarità per classi di concimi, si osserva che la più alta percentuale di campioni irregolari si ha nei concimi organo-minerali (58,7%), seguiti dagli ammendanti o correttivi (35,3%), dai concimi minerali (30,1%) e dai concimi organici (25,4%).

Se invece si prendono in considerazione i singoli elementi fertilizzanti, si evidenziano i seguenti scarti rispetto al titolo dichiarato:

	minimo	massimo	media
AZOTO	1,2	10	3
FOSFORO	1,4	30	5,5
POTASSIO	1,3	23,5	4,5
CARBONIO	1,5	9,5	5,3

Quest'ultima osservazione permette di valutare pienamente l'utilità che ha assunto per i laboratori che, come quelli dell'Ispettorato, si interessano del controllo della qualità dei concimi, quanto viene stabilito dal Decreto 30 giugno 1994 concernente la "Approvazione del metodo di calcolo dell'indice di sfruttamento sistematico delle tolleranze e dell'indice di qualità complessiva di ogni singolo produttore di fertilizzanti. Questo decreto, infatti, non solo permette di stabilire se un produttore opera uno sfruttamento sistematico delle tolleranze che, come è noto, è specificatamente e separatamente sanzionato dalla Legge n. 748/84, ma, attraverso il calcolo della percentuale di valorizzazione equivalente, offre un criterio di valutazione certo della gravità dell'irregolarità orientando l'organo di controllo verso una sanzione amministrativa o una denuncia penale. E' infatti noto che l'azione penale presuppone che venga dimostrato il carattere doloso della violazione e la definizione di "campione gravemente irregolare" attribuibile a quei campioni con percentuale di valorizzazione equivalente inferiore al limite di -11,4% offre la possibilità di dimostrare, proprio attraverso il modo con cui questo indice viene "costruito", la volontarietà del produttore di frodare l'acquirente traendone un illecito guadagno.

Malgrado l'estrema sintesi dell'esposizione, ci si può rendere conto che la materia è estremamente complessa ed in continua trasformazione e richiederebbe un approccio procedurale diverso al fine di poter offrire a tutti coloro che operano nel settore un mezzo tecnico valido che possa in ogni momento restare al passo con la rapida evoluzione della tecnologia e del mercato.

A questo scopo la Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS), nell'ambito della sua attività, si è prefissata lo scopo di soddisfare questa esigenza ed ha promosso una serie di iniziative che porteranno alla pubblicazione di un manuale di metodi di Analisi dei fertilizzanti" operando non solo come semplice centro di raccolta dei metodi già esistenti ed elaborati da altri, ma anche svolgendo una funzione propositiva e critica tale da conferire ai metodi risultanti un'indiscutibile autorevolezza.

La Società ha quindi istituito una serie di gruppi di lavoro con lo scopo di acquisire i metodi di analisi nonchè le critiche, le proposte di modifica, le osservazioni sperimentali che i vari operatori che utilizzano tali metodi possono aver elaborato nel corso degli anni, e trasformare il tutto in una proposta omogenea che tenga conto di tutte le diverse componenti. Ha istituito inoltre un Comitato di Coordinamento che avrà il compito di raccogliere tutto questo materiale per elaborarlo e conferirgli la necessaria omogeneità ed assicurare il più alto livello qualitativo.

Infine, ed è un particolare non trascurabile, la pubblicazione dei metodi di analisi sarà affidata ad una nota casa editrice con alle spalle un tradizione scientifica consolidata che consentirà una facile reperibilità del volume a prezzi controllati e verrà realizzata utilizzando il sistema delle schede che, anche alla luce di quanto riportato in precedenza in merito alle continue trasformazioni ed innovazioni, è quello che consentirà una maggiore facilità di aggiornamento.



BIOMASSE TRASFORMABILI IN FERTILIZZANTI

Claudio Ciavatta e Carlo Gessa

U.C.I. - Scienza e Tecnologie Agroindustriali ed Agroambientali
Istituto di Chimica Agraria, Università degli Studi di Bologna
Via Berti Pichat, 10 - 40127 Bologna

Le biomasse

Con "biomasse" si possono definire tutti i materiali organici, vegetali e animali, nonché i residui e/o i sottoprodotti organici derivanti dalla loro trasformazione ed utilizzazione. Si possono anche considerare biomasse i residui prevalentemente organici solidi, semisolidi e liquidi, sia urbani che derivanti da attività industriali (Levi-Minzi e Riffaldi, 1992).

Rientrano pertanto nelle biomasse:

- 1) i residui vegetali di origine agricola ed extragricola (residui di piante erbacee e arboree);
- 2) i sottoprodotti di origine zootecnica (reflui e lettiere di bovini, suini, ovi-caprini, avicoli);
- 3) i residui agroindustriali (caseari, enologici e birrari, oleari, bieticolo-saccariferi, ortofrutticoli e conservieri);
- 4) i residui solidi urbani (RSU);
- 5) i fanghi di depurazione di acque reflue civili;
- 6) i residui organici industriali (fanghi di depurazione e residui di lavorazione).

Si tratta di biomasse che rientrano tutte nelle procedure semplificate di recupero previste negli allegati del decreto ministeriale (D.M.) 5 febbraio 1998, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo (D.Lgs.) 5 febbraio 1997, n. 22.

Le quantità prodotte in Italia per anno sono cospicue e ammontano a diverse decine di milioni di tonnellate. Ad esempio, la stima della produzione annua degli RSU è superiore a 26×10^6 t, di cui circa $8,5 \times 10^6$ t costituite da sostanza organica (FORSU), quella dei sottoprodotti della produzione agroindustriale è intorno a 2×10^6 t (Tittarelli *et al.*, 1998), mentre quella dei fanghi di depurazione delle acque reflue civili è dell'ordine di 8×10^5 t di sostanza secca (AA. VV., 1995).

La comune caratteristica chimica di queste diverse tipologie di biomasse è di contenere, di norma, elevate quantità di carbonio organico di origine biologica (C), presente spesso in composti facilmente biodegradabili, oltre a macro e microelementi della fertilità in concentrazioni estremamente variabili in relazione all'umidità del materiale (AA. VV., 1991; 1995; 1998; Armuzzi e Targhini, 1995).

Le biomasse, tuttavia, possono contenere anche patogeni e sostanze indesiderate. Queste ultime, nella maggior parte dei casi, sono rappresentate da metalli pesanti, plastiche, materiali ferrosi e vetrosi e da xenobiotici organici e inorganici, in relazione alla specifica tipologia (per es. RSU residui industriali, ecc.). Pertanto, la maggior parte delle biomasse per potere essere vantaggiosamente impiegate come fertilizzanti devono subire processi di sanitizzazione, purificazione da materiali inerti e stabilizzazione della sostanza organica.

Biomasse: tra rifiuto e risorsa

Le biomasse quando non sono utilizzabili vantaggiosamente rappresentano di fatto un rifiuto, mentre quando consentono una qualsiasi forma di utilizzazione economica, costituiscono una risorsa di cui l'uomo cerca di recuperare il valore residuo (Levi-Minzi e Riffaldi, 1992). A tale proposito, tuttavia, non va dimenticato che lo stesso materiale può rappresentare un rifiuto o una risorsa non trascurabile a seconda del contesto economico in cui si opera. Ciò dipende dal costo necessario per la sua trasformazione e dal valore del prodotto finito. Troppo spesso, tuttavia, non va dimenticato che anche quando vi sarebbero le condizioni economiche favorevoli per il recupero e il riciclo dei rifiuti, di fatto si tende a preferire lo smaltimento in discarica o l'incenerimento che solo in apparenza sono soluzioni più semplici e sicure (Ciavatta *et al.*, 1998).

La trasformazione di biomasse di rifiuto in fertilizzanti costituisce certamente la pratica migliore per chiudere i cicli degli elementi e per

diminuire al tempo stesso i possibili rischi di inquinamento ambientale (Sequi *et al.*, 1991; Sequi e Benedetti, 1995). Gran parte degli studiosi del sistema suolo-pianta ritengono, infatti, che quando si persegue l'obiettivo di ottenere produzioni di qualità, attraverso l'ottimizzazione delle pratiche agronomiche, i rischi di inquinamento ambientale sono ridotti al minimo. Tuttavia occorre che le biomasse siano qualitativamente compatibili con il mantenimento, se non con il miglioramento, della fertilità dei suoli, caratteristica necessaria per evitare rischi di contaminazione delle catene alimentari, prima e dopo l'impiego in campo delle biomasse.

L'agricoltura basata sulle rotazioni e sulla fertilizzazione organica ha sempre considerato il recupero delle biomasse vegetali e animali di origine agricola ed extra-agricola una pratica prioritaria e irrinunciabile per una corretta gestione della fertilità dei suoli. L'avvento dell'era industriale, la progressiva urbanizzazione delle popolazioni e l'introduzione della concimazione minerale hanno determinato un aumento considerevole della produzione di biomasse di origine industriale, urbana e agro-industriale a cui ha fatto riscontro peraltro una progressiva riduzione dell'impiego di biomasse di origine agricola ed extragricola nella fertilizzazione. Questo paradosso ha comportato, come è noto, un incremento esponenziale di biomasse di varia origine e natura destinate allo smaltimento in discarica o all'incenerimento anziché al recupero. Il termine "smaltimento", poi, veniva utilizzato sia per indicare l'eliminazione di rifiuti tossici e nocivi (D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915) sia impropriamente per l'impiego agronomico di compost da RSU (Deliberazione del 27 luglio 1984) e di reflui zootecnici (AA.VV., 1991). Per i fanghi di depurazione (direttiva CEE del 12 giugno 1986, n. 278 e D.Lgs. 27 gennaio 1992, n. 99) è stato adottato, più correttamente, il termine "utilizzazione in agricoltura", piuttosto che smaltimento.

L'utilizzo in campo di fanghi derivanti dal trattamento di acque reflue civili, agroindustriali o industriali, così come lo spandimento di reflui zootecnici sul suolo è, di fatto, un intervento fertilizzante e guai se si tramutasse in smaltimento: in quest'ultimo caso i rischi d'inquinamento ambientale aumenterebbero enormemente. D'altra parte, però, la legge nazionale sui fertilizzanti (Legge 19 ottobre 1984 n. 748 e successive modificazioni e integrazioni) ha stabilito che "Tutte le acque reflue degli stabilimenti industriali, degli insediamenti urbani e rurali e degli allevamenti zootecnici non sono considerate, in quanto tali, fertilizzanti ai fini della presente legge" (Art. 1, comma 8). Questo dispositivo ha comportato nella pratica che anche i fanghi derivanti dal trattamento di dette acque reflue rimanessero esclusi dall'impiego per la produzione di fertilizzanti ai sensi della Legge 748/84. Solo di recente con l'emanazione del D.M. 27 marzo 1998, concernente dispo-

zioni in materia di produzione di "Ammendanti organici naturali" (Tab. 3), è consentito l'impiego di alcune tipologie di fanghi e di reflui. Questa disposizione consentirà di produrre fertilizzanti, ai sensi della Legge 748/84, con l'impiego di altre biomasse fino ad ora rimaste escluse.

Con la pubblicazione del D.Lgs. 22/97 anche l'Italia ha finalmente un quadro normativo organico sulla disciplina dei rifiuti. Si tratta indubbiamente di un importante atto che in relazione agli ambiziosi obiettivi che intende perseguire non potrà non avere ricadute anche sull'agricoltura. Nella definizione delle finalità (Art. 2, comma 1) viene stabilito che la gestione dei rifiuti costituisce attività di pubblico interesse al fine di assicurare un'elevata protezione dell'ambiente e controlli efficaci. Ai fini della corretta gestione dei rifiuti (Art. 4) è prevista la riduzione dello smaltimento finale dei rifiuti attraverso a) il reimpiego e il riciclaggio, b) il recupero per ottenere materie prime dai rifiuti, c) l'adozione di misure economiche e la determinazione di condizioni di appalto per favorire il mercato dei materiali medesimi e d) l'utilizzazione principale dei rifiuti come combustibile o come altro mezzo per produrre energia.

In altri termini il riutilizzo, il riciclaggio e il recupero di materie prime dai rifiuti debbono essere considerati preferibili rispetto allo smaltimento. Verranno incentivate tutte quelle operazioni atte allo scopo, con particolare riferimento alla componente organica. Così, ad esempio, dovrà essere estesa e incoraggiata la raccolta differenziata dei residui solidi urbani che porterà certamente ad un aumento delle attività di compostaggio del FORSU e di altre biomasse. Inoltre, con l'entrata in vigore del citato D.Lgs. n. 22/97, il D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915, con tutte le successive integrazioni e modifiche ivi inclusa la Deliberazione Interministeriale 277/84 sul compost, è abrogato (Art. 56). Ne consegue che ora la definizione delle norme tecniche, delle modalità di produzione (tipologie delle matrici organiche da impiegare) e delle caratteristiche del prodotto di qualità ottenuto mediante compostaggio da rifiuti organici selezionati alla fonte con raccolta differenziata è di competenza dello Stato, ossia verranno discusse nell'ambito della Commissione tecnico-consultiva per i fertilizzanti (art. 10 della Legge 19 ottobre 1984, n. 748).

La Legge 19 ottobre 1984 n. 748

Le biomasse di origine vegetale e animale ad essere considerate a tutti gli effetti fertilizzanti sono quelle identificate ai sensi della Legge 19 ottobre 1984 n. 748 e successive modificazioni e integrazioni (Legge

748/84). Le categorie interessate sono quelle dei "Concimi organici azotati" (Tab. 1), dei "Concimi organici azoto-fosfatici" (Tab. 2) e degli "Ammendanti organici naturali" (Tab. 3). La legge 748/84 (All. 1.B, capitolo 5 e All. 1.C, capitolo 2) fissa i criteri per la denominazione del tipo, le indicazioni concernenti il modo di produzione, preparazione e i componenti essenziali, il titolo minimo in elementi fertilizzanti, le forme e le solubilità nonché i titoli da dichiarare, le norme per l'identificazione e, limitatamente ad alcune tipologie, i limiti di metalli pesanti. La citata legge, inoltre, dà precise indicazioni al produttore di fertilizzanti: a) sulle matrici organiche che può impiegare nella produzione; b) sulle matrici non consentite; c) sui contenuti minimi di elementi fertilizzanti; d) sulle concentrazioni massime di metalli pesanti e di sostanze indesiderate; e) su altri parametri da dichiarare. Si tratta di una legge alquanto articolata, certamente perfezionabile, ma ancora fra le più complete a livello internazionale, tenuto conto poi che per i concimi organici e gli ammendanti organici non si dispone ancora di una norma comunitaria, anche se in corso di preparazione.

Biomasse trasformabili in fertilizzanti

La maggior parte dei concimi organici N e NP (Tabb. 1 e 2) sono prodotti a partire da biomasse che derivano da sottoprodotti di origine animale agricola ed extragricola (pennone, cornunghia, pelli e crini, cuoio, crisalidi, sangue, farine di carne di pesce e d'ossa, epiteli di animali idrolizzati, letami, polline, guano), altri da residui della produzione di saccarosio, di lievito o della distillazione dell'etanolo (borlande). Nonostante la grande eterogeneità dei materiali si tratta di biomasse di elevata qualità che garantiscono la produzione di fertilizzanti di particolare pregio. Per alcune di esse, come ad esempio per i residui impiegati per la produzione delle farine di pesce e d'ossa, è possibile l'impiego anche nel settore mangimistico. La presenza di sostanze indesiderate, in particolare di metalli pesanti, è valutata attraverso la determinazione del piombo (All. 1.B, comma 1.7-bis, Legge 748/84), la cui concentrazione non deve superare 30 mg/kg. Questo limite, fissato solo per evitare l'aggiunta di materiali organici non consentiti (per es. fanghi di depurazione delle acque reflue urbane), è ben al di sotto della soglia di pericolosità ambientale e garantisce pertanto non solo un assoluto controllo del Pb nei concimi organici, ma anche dall'addizione di altre sostanze indesiderate.

Un'attenzione diversa, invece, meritano gli "Ammendanti organici naturali" (Tab. 3), dato che in questa categoria merceologica sono presenti prodotti preparati a partire da biomasse assai differenti per origine e

qualità. Prodotti di origine vegetale, come torbe, leonarditi e loro estratti, sono di norma di buona se non di ottima qualità, così pure i letami.

Tabella 1

Concimi organici azotati solidi e fluidi (Legge 748/84)

N. Denominazione del tipo	Modo di preparazione e componenti essenziali
1. Pennone	Scarto di piume e penne di animali domestici.
2. Cornunghia torrefatta	Residui di corna e unghie torrefatte.
3. Cornunghia naturale	Residui di corna e unghie allo stato naturale.
4. Pelli e crini (pellicino o pellicini)	Residui della lavorazione delle pelli.
5. Cuoiaattoli	Ritagli di cuoio trattati con acido solforico ed essiccati.
6. Cuoio torrefatto	Ritagli di cuoio torrefatti.
7. Crisalidi	Crisalidi di baco da seta sgrassate.
8. Sangue secco	Sottoprodotto della macellazione essiccato e polverizzato.
9. Farina di carne (carniccio)	Residui della lavorazione della carne, eventualmente trattati con acido solforico, disseccati e macinati.
10. Panelli	Residui di lavorazione di semi oleosi essiccati.
11. Borlanda essiccata	Residuo della fermentazione di sostanze zuccherine dopo la distillazione dell'alcol etilico o la separazione di lieviti o di altre sostanze ottenute dalla fermentazione.
12. Cascami di lana	Residui della lavorazione della lana e dei suoi manufatti.
13. Miscela di concimi organici azotati	Residui di vari tipi di concimi organici azotati.
14. Epitelio animale idrolizzato	Residui di epitelio animale provenienti da concerie e da macelli, idrolizzati con acidi minerali.
15. Letame essiccato	Prodotto ottenuto dall'essiccamento e trasformazione di deiezioni animali con o senza lettiera.
16. Cuoio e pelli idrolizzati	Prodotto ottenuto per idrolisi sotto pressione degli scarti di lavorazione delle pelli del cuoio e successiva essiccazione.
17. Concime organico azotato di origine vegetale e animale	Prodotto ottenuto dalla fermentazione aerobica controllata dei sottoprodotti provenienti dall'industria vinicola e dei residui della lavorazione della lana e dei suoi manufatti (cascami di lana).
CONCIMI AZOTATI FLUIDI	
1. Borlanda fluida	Sospensione residua della fermentazione di sostanze zuccherine dopo la distillazione dell'alcol etilico o la separazione di lieviti o di altre sostanze ottenute dalla fermentazione.
2. Carniccio in sospensione	Sospensione di residui della lavorazione della carne solubilizzati e parzialmente idrolizzati.
3. Sangue fluido	Sospensione ottenuta dal sottoprodotto della macellazione decoagulato, concentrato e aggiunto di idoneo conservante.
4. Epitelio animale idrolizzato	Prodotto ottenuto per idrolisi enzimatica di epitelio animale.

Tabella 2

Concimi organici NP (Legge 748/84)

N. Denominazione del tipo	Modo di preparazione
1. Guano	Escrementi di uccelli acquatici.
2. Farina di pesce	Residui della lavorazione del pesce, essiccati
3. Farina d'ossa	Ossa sgrassate, seccate e macinate.
4. Farina d'ossa degelatinata	Ossa sgrassate, degelatinata, seccate e macinate.
5. Ruffetto d'ossa	Residuo della lavorazione delle ossa.
6. Concime d'ossa	Ossa non degelatinata e residui di macellazione trattate con acido solforico.
7. Pollina essiccata	Escrementi di volatili domestici con o senza lettiera
8. Miscela di concimi organici NP	Miscela di vari concimi organici NP + N.
9. Residui di macellazione idrolizzati	Prodotto ottenuto da residui di macellazioni vari per idrolisi parziale a 130°C.
10. Letame suino essiccato	Prodotto ottenuto dall'essiccamento e lavorazione di deiezioni suine tal quali.
11. Concime organico NP di origine animale e vegetale	Prodotto ottenuto dalla stabilizzazione aerobica controllata di residui dell'industria vitivinicola e di deiezioni animali.

Con la recente introduzione di alcune tipologie di ammendanti ("Ammendante vegetale semplice non compostato"; "Ammendante compostato verde"; "Ammendante compostato misto" e "Ammendante torboso compostato") (Tab. 3) occorre prestare maggiore attenzione. Il legislatore ha provveduto a fissare limiti per parametri di ordine igienico-sanitario (Salmonelle, Enterobacteriaceae, Streptococchi fecali, Nematodi, Trematodi, Cestodi) e per diverse sostanze indesiderate, dai materiali plastici e inerti, ai metalli pesanti (Pb, Cd, Ni, Hg, CrVI, Cu e Zn).

Per quanto concerne i metalli, tuttavia, si tratta di soglie decisamente basse (Tab. 4) ed eccessivamente cautelative (si veda a solo titolo di esempio il microelemento Cu) perché in molti casi impediscono di fatto il recupero anche di biomasse di qualità. E' auspicabile quindi che questi limiti vengano riconsiderati tenendo conto della qualità delle matrici e dei quantitativi impiegabili in campo per anno e per ettaro (Ciavatta e Gessa, 1998).

Tabella 3

Ammendanti organici naturali (Legge 748/84)

N. Denominazione tipo	Modo di preparazione e componenti essenziali
1. Letame	Deiezioni animali eventualmente miscelate alla lettiera o comunque a materiali vegetali, al fine di migliorare le caratteristiche fisiche.
2. Letame artificiale	Mescolanza di paglia e di concimi semplici azotati dopo fermentazione.
3. Ammendante vegetale semplice non compostato	Prodotto non fermentato a base di cortecce e/o di altri materiali vegetali, come sanse, pule, bucce con esclusione di alghe e di altre piante marine.
4. Ammendante compostato verde	Prodotto ottenuto attraverso un processo di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici costituiti da scarti della manutenzione del verde ornamentale, residui delle colture, altri rifiuti di origine vegetale con esclusione di alghe e altre piante marine.
5. Ammendante compostato misto	Prodotto ottenuto attraverso un processo di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici che possono essere costituiti dalla frazione organica degli RSU proveniente da raccolta differenziata, da rifiuti di origine animale compresi liquami zootecnici, da rifiuti di attività agroindustriali e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattati, da reflui e fanghi, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde.
6. Ammendante torboso composto	Prodotto ottenuto per miscela di torba con ammendante compostato verde e/o misto.
7. Torba acida (pH < 5 in acqua)	Residui vegetali fossilizzati contenenti originariamente una certa quantità di materiale terroso.
8. Torba neutra (pH > 5 in acqua)	Residui vegetali fossilizzati contenenti originariamente una certa quantità di materiale terroso.
9. Torba umificata	Prodotto appartenente alle categorie delle torbe acide, delle torbe neutre e degli ammendanti torbosi composti aventi un contenuto in sostanza organica estraibile non inferiore al 20% della sostanza organica totale.
10. Leonardite	Materiale fossile, normalmente costituente lo strato superficiale dei giacimenti di lignite.
11. Estratti umici	Prodotti in sospensione o allo stato solido derivanti dall'estrazione di terreni, sostanze fossili, concimi e ammendanti organici, ottenuti nei processi naturali di umificazione.
12. Vermicompost da letame	Prodotto ottenuto esclusivamente da letame suino, ovino, bovino ed equino, o loro miscele, per digestione da parte dei lombrichi e successiva maturazione.
13. Ammendante animale idrolizzato	Prodotto ottenuto da residui di macellazioni vari per idrolisi parziale a 130°C.

- 14. Umami solubili** Prodotti umici allo stato solido o fluido ottenuti per estrazione da torbe o altre sostanze fossili, con particolari procedimenti atti ad ottenere i sali dagli acidi umici e fulvici solubili in acqua.
- 15. Estratto umico derivante da acque di vegetazione delle olive** Prodotto allo stato fluido ottenuto attraverso un trattamento di stabilizzazione catalitico ed enzimatico delle acque di vegetazione delle olive

Tabella 4

Limiti di contenuto in metalli pesanti fissati dal D.M. 27 marzo 1998 e stima di apporti al suolo per: 1) Ammendante vegetale semplice non compostato, 2) Ammendante compostato verde, 3) Ammendante composto misto e 4) Ammendante torboso composto.

METALLO	Limiti D.M. 27.3.1998 (mg/kg s.s.)	APPORTO con dose di 50 q/ha anno (kg s.s.)	APPORTO dopo 100 anni (kg)	Incremento di concentrazione nel terreno dopo 100 anni (*) (mg/kg)
Cadmio (Cd)	1,5	0,0075	0,75	0,15
Piombo (Pb)	140	0,700	70	14
Nichel (Ni)	50	0,250	25	5
Mercurio (Hg)	1,5	0,0075	0,75	0,15
Cromo (CrVI)**)	< 0,5	---	---	---
Rame (Cu)	150	0,75	75	15
Zinco (Zn)	500	2,50	250	50

(*) Spessore di terreno interessato = 40 cm; massa totale di terreno stimata in 5000 t.

(**) (CrVI) = Cromo esavalente.

Il recupero di biomasse che si originano dal comparto agroalimentare è più agevole perchè questi sottoprodotti, al pari di quelli di origine agricola, si prestano bene per la produzione di fertilizzanti. In questa categoria possono rientrare, come già detto, i residui dell'industria casearia, enologica e birraria, olearia, bieticolo-saccarifera, dell'ortofrutta e conserviera. Il fatto che essi derivino prevalentemente dalla lavorazione di prodotti del comparto agricolo, determina di norma una migliore qualità anche dei residui. Da sempre, infatti, le parti non eduli della raccolta di prodotti agricoli (cereali, leguminose e ortaggi in genere) hanno avuto come destinazione finale il terreno sul quale i vegetali sono cresciuti. Il ritorno al suolo di bio-

masse si inserisce nel ciclo degli elementi della fertilità come condizione essenziale per la naturale chiusura dei loro cicli (Levi-Minzi e Riffaldi, 1992).

Anche il comparto industriale può fornire biomasse interessanti per la produzione di fertilizzanti (ai sensi della legge 748/84) come i fanghi proteici ed i residui ricchi in carbonio organico. Se da tempo vengono recuperati i sottoprodotti dell'industria conciaria per la produzione di concimi organici N (Tab. 1) e per il settore mangimistico, di recente vengono impiegati, grazie all'impiego di tecnologie avanzate (idrolisi chimiche, enzimatiche e miste), per la formulazione di fertilizzanti caratterizzati anche da proprietà biostimolanti e usati come agenti complessanti di ioni metallici.

Nuove tipologie di biomasse sicuramente si potranno presentare all'orizzonte e pertanto dovranno essere tenute nella dovuta considerazione soprattutto in relazione a quanto disposto dal D.Lgs. 22/97 e successive integrazioni.

Per una cospicua quantità di biomasse, soprattutto per quelle ad elevata umidità (FORSU, fanghi di varia origine) e contenenti anche patogeni e con squilibri di ordine nutrizionale (ad esempio con rapporto C/N squilibrato), dovranno essere previsti idonei processi di trattamento e di miscelazione per garantirne la sanitizzazione e per migliorarne la qualità agronomica. Lo stesso D.Lgs. 5 febbraio 1998 (Art. 1, comma 1.), infatti, stabilisce che "Le attività, i procedimenti e i metodi di recupero di ciascuna delle tipologie di rifiuti individuati dal presente decreto non devono costituire un pericolo per la salute dell'uomo e recare pregiudizio all'ambiente, e in particolare non devono:

- a) creare rischi per l'acqua, l'aria, il suolo e per la fauna e la flora;
- b) causare inconvenienti da rumori e odori;
- c) danneggiare il paesaggio e i siti di particolare interesse".

Il processo di compostaggio, nella sua piena accezione del termine, costituirà pertanto un fondamentale strumento per la produzione di fertilizzanti a partire da biomasse di rifiuto. La produzione di compost di qualità, tuttavia, deve passare attraverso idonei processi di compostaggio che richiedono l'osservanza di particolari procedure, un'adeguata tecnologia e specifici controlli per garantire un prodotto di qualità (Tittarelli *et al.*, 1998). Le fasi più critiche del processo possono essere così riassunte:

1. raccolta e caratterizzazione chimico-fisica delle materie prime;
2. miscelazione delle materie prime per garantire un buon andamento del processo;

3. processo bioossidativo, fondamentale la fase termofila per garantire la sanitizzazione del compost;
4. sistema di controllo dell'aerazione;
5. metodi di valutazione della maturazione della sostanza organica;
6. modalità di stoccaggio del prodotto finito.

Tutte queste fasi, una volta messo a punto il processo, dovrebbero essere controllate attraverso sistemi computerizzati tali da garantire il perfetto funzionamento del bioreattore (Zanzi e Papi, 1998). In questo senso, infatti, il problema dei rifiuti deve essere gestito con un alto grado di professionalità (Sequi e Benedetti, 1995; Ciavatta *et al.*, 1998).

Conclusioni

Le principali strategie per eliminare i rifiuti ed i residui prodotti dalle attività umane sono l'incenerimento, lo smaltimento in discarica ed il riciclaggio. Queste tre pratiche possono coesistere e non devono essere considerate alternative (Ciavatta *et al.*, 1998; Tittarelli *et al.*, 1998). L'impiego dell'una o dell'altra pratica dipende fundamentalmente dal tipo di rifiuto da trattare. Nel caso in cui una stessa biomassa possa essere trattata indifferentemente con uno dei tre processi, la scelta diventa squisitamente di tipo politico. In passato, in casi analoghi, la scelta politica non sempre si è dimostrata, purtroppo, la più valida tecnicamente.

Quando le biomasse sono caratterizzate da elevate concentrazioni di carbonio organico (ad elevato contenuto energetico per la biomassa del terreno), da discreta concentrazione di elementi della fertilità e da modesta presenza di sostanze indesiderate, sia l'incenerimento che lo smaltimento in discarica, a nostro avviso, non possono rappresentare una soluzione consigliabile.

Il riciclaggio delle biomasse per la produzione di fertilizzanti rappresenta l'unica tecnologia che risolve il problema dei rifiuti perchè li trasforma in prodotti commerciabili (Sequi *et al.*, 1991; Sequi e Benedetti, 1995). Tale tecnologia, tuttavia, richiede un alto grado di professionalità degli operatori il cui sviluppo deve essere favorita attraverso il finanziamento della formazione di queste competenze. Un'adeguata azione politica tesa al recupero delle biomasse deve destinare cospicue risorse finanziarie, oltre che alla formazione professionale, anche per la creazione di impianti che abbiano come principale finalità quella di produrre fertilizzanti di qualità.

Per raggiungere gli obiettivi sopra esposti occorre caratterizzare le singole biomasse con strumenti analitici (fisici, chimici, microbiologici e biochimici) capaci di stabilire il livello di qualità dei materiali da destinare alla produzione di fertilizzanti in ogni fase del processo, fino all'impiego in campo. I parametri devono:

- a) tenere conto del sistema suolo-pianta;
- b) valutare il livello di stabilizzazione della sostanza organica della biomassa prima dell'aggiunta al terreno;
- c) essere idonei a fornire misure dei parametri di interesse agronomico e ambientale.

Gli approfondimenti devono riguardare, in particolare:

- 1) la qualità della sostanza organica;
- 2) la concentrazione di metalli pesanti, soprattutto di quelli a cui non vengono attribuite funzioni biochimiche;
- 3) il contenuto in sali solubili e possibili altri elementi indesiderati;
- 4) la presenza di composti organici di sintesi.

L'intera gestione dovrebbe essere affidata a strutture con elevate capacità tecnico-scientifiche e imprenditoriali, possibilmente con comprovata esperienza nel settore dei fertilizzanti. L'esperienza ha dimostrato che gran parte degli insuccessi sino ad ora lamentati nel settore del compostaggio di biomasse di rifiuto sono da attribuire proprio alla scarsa esperienza degli operatori.

Bibliografia

- AA.VV. (1991). *Vademecum delle normative vigenti in materia di smaltimento dei liquami zootecnici*. Unioncamere Emilia-Romagna, Studi ricerche documentazione, anno 5, n. 3. Grafiche Campass, 194 pp.
- AA.VV. (1995). *Aspetti tecnico-economici, agronomici, pedologici, igienico-sanitari e normativi dei fanghi di depurazione civile* (a cura di C. Ottavi, M. Ottavi e A. Figliolia). Rapporti ISTISAN, Istituto Superiore di Sanità, Roma
- AA. VV. (1998). *I Fertilizzanti organici* (a cura di A. Benedetti e P. Sequi), Quaderni PANDA, Edizioni L'Informatore Agrario, Verona, pp. 368.
- ARMUZZI M.C., TARGHINI L. (1995). *Sperimentazione agronomica realizzata con compost a livello nazionale*. In: *Recupero e Utilizzo dei Rifiuti Organici in Agricoltura* (a cura dell'Osservatorio Ambientale Provincia di Forlì-Cesena), pp. 157-246.
- CIAVATTA C., GESSA C. (1998). *L'apporto di metalli pesanti al suolo attraverso le fertilizzazioni*. In: *Impatto Ambientale di Metalli Pesanti ed Elementi in Tracce* (a cura di E. Capri, R. Boccelli, S. Loffi e E. Lombi). In stampa.

- CIAVATTA C., GOVI M., SEQUI P. (1998). Criteri da adottare nell'impiego di biomasse di rifiuto in agricoltura per ridurre i rischi di inquinamento ambientale. In: Sensibilità e Vulnerabilità del Suolo: Metodi e Strumenti d'Indagine (a cura di P. Sequi e G. Vianello), Quaderno Raisa-PANDA. Cap. 12, pp. 353-381.
- Comitato Interministeriale (1984), di cui all'Art. 5 del D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915. Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del D.P.R. 10 settembre 1982 n. 915 concernente lo smaltimento dei rifiuti. Deliberazione 27 luglio 1984. Suppl. Ord. G.U. del 13 settembre 1984, n. 253.
- Decreto Legislativo 27 gennaio 1992 n. 99. Attuazione della Direttiva 86/278/CEE concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura, Suppl. Ord. G.U. del 15 febbraio 1992, Serie Generale, n. 38.
- Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio". Suppl. Ord. alla G.U. del 15 febbraio 1997, Serie generale, n. 38.
- Decreto ministeriale 5 febbraio 1998. Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22. Suppl. Ord. G.U. n. 88 del 16 aprile 1998, Serie generale, n. 72.
- Decreto del Presidente della Repubblica del 10 settembre 1982 n. 915. Attuazione della direttiva CEE n. 75/442 relativa ai rifiuti, n. 76/403 relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili e n. 78/319 relativa ai rifiuti tossici e nocivi. G.U. n. 343 del 15.12.1982.
- Direttiva del Consiglio del 12 giugno 1986 concernente la protezione dell'ambiente, in particolare del suolo, nell'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura. G.U. delle Comunità europee del 4 luglio 1986, Nr. L 181/6.
- Legge 19 ottobre 1984 n. 748. Norme per la disciplina dei fertilizzanti. Normativa coordinata e aggiornata, IV edizione, 1998, Federchimica-Assofertilizzanti, Roma, pp. 168.
- SEQUI P. (1991). L'importanza del suolo negli equilibri ambientali. In: Chimica del suolo (P. Sequi Coord.), Patron Editore, Bologna, Cap. 26, pp. 533-546.
- SEQUI P., BENEDETTI A. (1995). Management techniques of organic materials in sustainable agriculture. In: Integrated plant nutrition Systems, report of an expert consultation (R. Dudal and R.N. Roy Eds.), Roma, Italy, 13-15 December 1993. FAO *Fert. Plant Nutr. Bull.*, 12: 139-154.
- TITTARELLI F., BENEDETTI A., SEQUI P. (1998). Il compost ed il processo di compostaggio. In: I Fertilizzanti organici (a cura di A. Benedetti e P. Sequi), Quaderni PANDA, Edizioni L'Informatore Agrario, Verona, Cap. X.2, pp. 181-194.
- ZANZI A., PAPI T. (1998). Utilizzo di un modello di simulazione per l'ottimizzazione e la gestione di un impianto di compostaggio. *L'Ambiente*, 1: 1-8.



PROBLEMI DEL CONTROLLO DEGLI ELEMENTI INDESIDERATI

Liviana Leita, Claudio Mondini, Paolo Cantone

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

Via Trieste, 23 - 34170 Gorizia

Saranno i dettami di moda dei nuovi movimenti arcadici che tendono ad ostacolare lo sviluppo della tecnica, sarà la frenesia del catastrofismo apocalittico del millennio che finisce o di quello che inizia, sta di fatto che da qualche anno pare che gran parte dell'attività umana ingeneri nella società più problemi che benefici. I problemi si frappongono a problemi a scapito della capacità di ognuno di individuare i reali margini in cui i problemi si pongono. Nel caso specifico, per capire se il contenuto di elementi indesiderati nei fertilizzanti può costituire un problema per l'agricoltura, l'ambiente, l'uomo, è necessario individuare le cause che possono originarlo, valutare degli effetti, circoscrivere l'eventuale problema entro limiti ragionevoli, proporre ed adottare strategie d'intervento volte a minimizzare gli effetti nocivi.

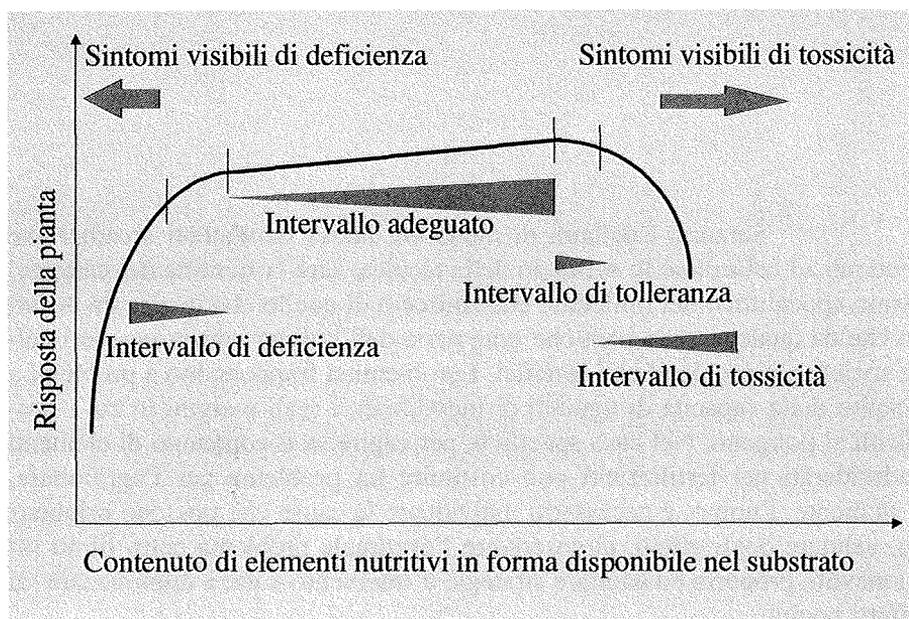
In primo luogo, appare importante fare chiarezza dal punto di vista lessicale. I termini "indesiderato" e "tossico" vengono spesso utilizzati indifferentemente mentre, secondo l'accezione corrente, "indesiderato" significa sgradito e malamente accettato, "tossico" significa velenoso ed è un termine rapportabile alla capacità di una sostanza di provocare, secondo la dose o concentrazione, danni acuti o cronici a carico degli organismi viventi. Di conseguenza, un elemento essenziale per la nutrizione può convertirsi in indesiderato ed essere potenzialmente tossico, può diventare tale nel momento in cui gli equilibri chimico-fisici e biologici degli organismi viventi si alterano e si manifestano sintomi di tossicosi.

Nel rapporto terreno-pianta, ad esempio, i macroelementi nutritivi plastici primari (C, H, O, N, S, P) e secondari (K, Ca, Mg), i microele-

menti indispensabili (Fe, Cu, Zn, Mo, B, Cl) e funzionali (Al, Co, Cr, I, Na, Mn, Se, Si, Va, più recentemente Ce e La) diventano indesiderati qualora disponibili all'assorbimento in concentrazione superiore al fabbisogno nutrizionale della pianta e comunque in quantità tale da rispettare il range di tolleranza della risposta fisiologica (Figura 1). (Visintini-Romanin 1982, Visintini-Romanin e Marizza 1985).

Figura 1

Relazione tra contenuto di elementi nel substrato e risposte delle piante



Concettualmente differente e per alcuni versi più semplice da affrontare, è il caso in cui l'elemento è estraneo ai cicli metabolici e quindi è un contaminante puro, sempre e comunque indesiderato. Il cadmio ad esempio, non è un elemento essenziale e manifesta la sua pericolosità a concentrazioni inferiori di qualche ordine di grandezza a quelle di un micronutriente.

Gli elementi indesiderati che attualmente vengono presi in considerazione dalle normative nazionali ed europee che disciplinano l'utilizzo dei fertilizzanti in relazione al contenuto totale di elementi nel suolo, sono: cadmio, cromo per lo più nella forma chimica esavalente, rame, zinco, piom-

bo, nichel e mercurio. Alcuni Paesi europei (UK, NL) hanno inserito i limiti per l'arsenico nei disciplinari nazionali di utilizzo fanghi, compost e vi sono proposte di ampliamento del novero di elementi da normare.

Per comprendere se il contenuto di tali elementi, intesi come indesiderati, nei fertilizzanti costituisce un problema è necessario verificare se rappresenta un problema la loro presenza nel terreno cui gran parte dei fertilizzanti è destinata. Val la pena ricordare che la caratteristica fondamentale degli elementi è che essi non si distruggono nel metabolismo degli organismi viventi. A differenza dei prodotti organici di sintesi che vengono generalmente degradati e neutralizzati tramite l'attività del pool biotico e reazioni chimiche catalizzate dalla componente abiotica del terreno, gran parte degli elementi tendono ad accumularsi nello strato arabile del suolo. Molto schematicamente, è possibile raggruppare la tipologia delle forme metalli nel suolo in quattro classi di speciazione: a) cationi semplici o complessi solubili, b) cationi "scambiabili", legati reversibilmente ai gruppi funzionali delle superfici dei complessi di scambio, c) legati più tenacemente ai gruppi funzionali della sostanza organica del terreno, d) occlusi o coprecipitati con ossidi, fosfati e carbonati, o altri minerali secondari, ioni strutturali che fanno parte dei reticoli cristallini dei minerali primari.

Tali forme chimiche sono in equilibrio dinamico regolato da elementi strutturali, parametri fisici, chimico-fisici e biologici della matrice. Solamente le prime tre classi rappresentano le forme importanti sotto il profilo nutrizionale ed ecologico perché compongono la frazione mobile (classi a e b) o rimovibile (classe c) dei metalli, più comunemente definita frazione biodisponibile, frazione biologicamente attiva cui gli organismi tellurici e le piante, queste ultime agevolate dall'attività radicale in grado di discernere sostanze chelanti a basso peso molecolare, attingono la gran parte del fabbisogno nutrizionale. Anche gli elementi indesiderati, quelli estranei ai cicli metabolici ed i micronutrienti in eccesso, partecipano ai meccanismi di assorbimento nonostante la maggior parte delle piante, in modo differente ed in funzione delle peculiarità specifiche di ogni ecotipo, mettano in atto meccanismi di difesa che tendono a limitare l'assorbimento radicale e la traslocazione nei tessuti epigei.

Tuttavia, se da un lato nel terreno avvengono processi che portano alla solubilizzazione degli elementi indesiderati e rappresentano l'elemento critico sotto il profilo ambientale e dalla salute umana, dall'altro reazioni ossidoriduttive, processi di retrogradazione e di clusterizzazione portano invece all'immobilizzazione dei metalli a medio e lungo termine, minimizzando e/o eliminando il problema della loro pericolosità.

“Pericolosità” è un termine usato frequentemente nella sua accezione più generale, comunque basata sulla verifica di effetti tossici manifesti. Una sostanza o un elemento possono essere più o meno pericolosi secondo l’entità del danno causato, ma è difficile dare limiti alla pericolosità. Così, ad esempio, individuare e proporre oggettivamente la dose o la concentrazione soglia che può convertire un elemento nutritivo nel terreno e nella pianta, da indesiderato a tossico non è semplice, così come sono difficilmente discriminabili le concentrazioni che indicano la carenza, la soglia di sufficienza e di tolleranza. La definizione dei valori di soglia costituisce un problema ancora in gran parte irrisolto a livello nazionale ed internazionale. Nonostante la bibliografia specifica riporti numerosi lavori sugli effetti di elementi indesiderati nel suolo, nelle piante, nelle acque, nell’aria, negli alimenti, negli animali e nell’uomo, appare quanto mai difficoltoso operare una scelta tale da fornire in modo univoco intervalli o valori assoluti del grado di pericolosità degli elementi indesiderati negli ecosistemi. In particolare, è difficile il confronto di risultati di ricerche condotte con approcci metodologici differenti ed in funzione di obiettivi specifici, è arduo comparare indici e parametri proposti in studi effettuati in aree pedoclimatiche differenti.

La molteplicità delle variabili, il controllo e la valutazione degli effetti sinergici ed antagonisti, soprattutto la mancanza di concertazione delle competenze di interesse agronomico, chimico, ambientale, economico, legislativo rendono il quadro operativo ancora più complesso.

La divulgazione nel 1996 del testo della direttiva 40 *Code of Federal Regulations Part 503* dell’EPA che definisce le soglie di metalli pesanti nei fanghi e nei biosolidi ha destato parecchio interesse e stimolato discussioni. Il punto di partenza della regolamentazione consiste nell’individuazione del rischio per la salute umana e per l’ambiente, sulla base della valutazione di ogni singolo metallo in 14 differenti cicli di trasferimento tra suolo-steps della catena alimentare-uomo.

Viste le soglie stabilite dall’EPA, quelle di Paesi europei e quelle vigenti nella legislazione nazionale ci si può incuriosire per la permissività dell’EPA, ma non è possibile non chiedersi quali criteri abbiano seguito i legislatori europei, quelli italiani in particolare nella formulazione delle soglie limite riportate nel D.L.99/92 e nell’allora vigente D.P.R. 915/84 (tabella 1). Per quanto riguarda il nostro Paese, nel 1995 è stato istituito un gruppo di lavoro nell’ambito dell’art. 10 della L. 748/84 con il compito di pervenire alla definizione dei limiti di metalli pesanti nei fertilizzanti. Anche se, per opportunità e strategie distanti dai riscontri scientifici, la modifica dell’allegato 1C (decreto 27/3/1998) del D.L. 748/84 riporta limiti per piombo, rame, cadmio, nichel e mercurio per gli ammendanti, differenti da quelli pro-

posti dal gruppo di lavoro, vale comunque la pena di illustrare brevemente i criteri che sono stati seguiti.

Tabella 1

Contenuti comparativi di metalli pesanti riportati dalle normative.

Contenuti comparativi di metalli pesanti			
	EPA biosolidi mg/Kg _{gss}	D.L. 99/92 fanghi mg/Kg _{gss}	Ex D.P.R. 915/84 compost RSU mg/Kg _{gss}
Cd	85	20	10
Pb	840	750	500
Ni	420	300	200
Cr	/	/	500
Cr VI	/	/	/
Zn	7500	2500	2500
Cu	4300	100	600
Hg	57	10	10
As	75	/	/

Lo svolgimento del lavoro non poteva prescindere dalla conoscenza del tenore medio elementi indesiderati nei terreni agrari italiani. Nonostante si fosse ravvisata (e si ravvisi!) la necessità di effettuare una mappatura del contenuto di elementi indesiderati nel territorio nazionale, non è mai stato possibile poter realizzarla. Così, sulla base di pochi dati, relativi a terreni agrari di aree limitate di alcune regioni italiane e di indagini bibliografiche si è ritenuto opportuno riportare per ogni elemento considerato, l'intervallo di dotazione "naturale", essenzialmente riconducibile alle caratteristiche pedogenetiche del suolo, ed un "intervallo di attenzione" della dotazione dell'elemento nel suolo agrario, il cui valore limite superiore non deve tuttavia essere ritenuto indice di contaminazione, ma indicazione del contenuto totale anomalo, riscontrabile in terreni agrari che per ubicazione o gestione delle pratiche agronomiche (es. suoli dedicati alla viticoltura, terreni trattati ripetutamente con reflui zootecnici, trattamenti fitoiatrici, ecc.) presentano un arricchimento (Tabella 2)

Se dal punto di vista ambientale ed agronomico la misura del contenuto totale degli elementi indesiderati può dare indicazioni talvolta uti-

li, la forma chimica in cui il metallo è presente nel terreno determina la sua dinamica. Per tale motivo vengono riportati gli intervalli di concentrazione delle frazioni di metalli estraibili mediante la soluzione di DTPA. Dai numerosi riscontri bibliografici, è ragionevole associare il limite superiore del livello di attenzione di ogni metallo alla soglia di tossicità per le colture agrarie in genere. Nonostante ci fosse concordanza tra gli esperti nel ritenere che la valutazione di una qualsivoglia soglia dovrebbe tenere presente la solubilità in acqua e/o con agenti chelanti (DTPA, ad esempio) dei metalli, si è comunque ritenuto opportuno operare raccogliendo indicazioni su indici, parametri e metodologie di elaborazione dati per la valutazione delle soglie di tossicità, basati su determinazioni di contenuto totale di elementi indesiderati.

Tabella 2

Contenuto totale di metalli pesanti nei terreni agrari italiani.

Contenuto totale di metalli pesanti nei terreni agrari italiani (mg/Kg _{ss})				
Elemento	Totale	Assimilabile (DTPA)	Intervallo di attenzione totale assimilabile	
Pb	2 - 100(18)	0,5 - 1,8	100 - 200	10 - 20
Cd	0,5 - 1,7 (0,6)	0,2 - 1,1	1,7 - 5	1,5 - 2
Ni	3 - 120 (50)	1 - 10	120 - 160	15 - 25
Cr	25 - 500 (70)	0,01 - 0,04	500 - 1000	---
Zn	10 - 300 (110)	2 - 9	300 - 400	10 - 30
Cu	5 - 100 (50)	6 - 13 (10)	100 - 350	15 - 35
Hg	0,01 - 1 (0,015)	---	1 - 2	---

Sulla base di riscontri relativi alla mobilità nel suolo di ogni elemento, al fattore di trasferimento suolo/pianta ed ai rapporti di fito zootossicità, si è pervenuti a confermare che il cadmio è l'elemento più a rischio ambientale. Alcuni concimi minerali fosfatici vengono prodotti a partire dalle fosforiti in cui il cadmio è presente come elemento costitutivo. In ambito europeo, il Regolamento 2092/91 relativo al metodo di produzione biologico e precisamente l'integrazione riportata nella parte A del regolamento 2381/94, disciplina in 90 mg Cd/Kg P₂O₅ il contenuto limite di cadmio presente nei concimi minerali fosfatici, mentre la confederazione elvetica, Paese che non afferisce alla U.E., ha stabilito un limite inferiore a 50 mg Cd/Kg P₂O₅. Rapportandosi al contenuto massimo concesso, la concimazione fosfatica

minerale incrementa il contenuto dello strato arabile di circa 2 $\mu\text{g Cd/Kg}$ di terreno. Considerando, ad esempio, che il contenuto totale medio del metallo nei terreni italiani è di 0,6 mg Cd/Kg di terreno, sarebbero necessari circa 200 anni di concimazioni annuali, senza considerare gli asporti, per raggiungere il contenuto totale di 1 mg Cd/Kg di terreno. Quantità comparabili vengono apportate con la concimazione organica (ammendanti compostati riportati nella L. 748/84), di due ordini di grandezza superiori con l'apporto di fanghi di depurazione (D.L. 99/92). Ma le concimazioni non rappresentano le uniche fonti di apporto di cadmio, che può arrivare al terreno mediante fallout atmosferico. Indagini recenti condotte nel comprensorio rurale romano hanno evidenziato un flusso annuo di 330 $\mu\text{g/m}^2$, che si traduce in un apporto annuale di circa 1 $\mu\text{g Cd/Kg}$ di terreno dello strato arabile. I valori riportati di concentrazione possono sembrare bassi e, per alcuni versi tali da non creare un'emergenza cadmio, ma, considerata la più elevata pericolosità dell'elemento è ragionevole monitorare il metallo in tutti i comparti ambientali (Morselli *et al.* 1999 a,b,)

Se a livello internazionale si ravvede la necessità di approfondire le ricerche e gli studi sul ciclo biogeochimico del cadmio, sulla valutazione del rischio globale, a livello comunitario è stato richiesto agli Stati Membri dell'Unione, nell'ambito della DGIII, di stabilire il limite della presenza di Cd nei fertilizzanti. La richiesta è stata accolta dai rappresentanti italiani, tanto che si sta organizzando un gruppo di lavoro coordinato dall'I.S.N.P. in collaborazione con l'Ispettorato Centrale Repressione Frodi che si propone di affrontare in modo esaustivo e rigoroso le problematiche che portano a valutare il rischio della presenza di Cd nei fertilizzanti sulla salute umana e sull'ambiente.

Che dire degli altri elementi? Limiti di legge sono previsti per concimi ed ammendanti organici (regolamento U.E. 2092/91, tabella 3, e la L. 748/84, tabella 4). Se, a tutela della salute umana e dell'ambiente, può essere ragionevole che si effettuino controlli su prodotti che prevedono il compostaggio di biomasse di risulta che possono contenere elementi indesiderati è altrettanto ragionevole valutare se e quando è opportuno imporre limiti e quali limiti.

Quando il contenuto degli elementi indesiderati nei fertilizzanti può costituire un problema? A prescindere dal fatto che, se la matrice organica è di qualità, non può e non deve sottostare a limitazioni per il suo utilizzo come fertilizzante, la presenza di elementi indesiderati nei fertilizzanti può costituire un problema solamente se le modalità di gestione delle pratiche agricole non sono corrette (Sequi *et al.*, 1996). Si possono riscontrare effetti negativi a medio e lungo termine sulla fertilità del terreno e sulla quali-

tà e produzione delle colture in seguito a somministrazioni reiterate in terreni vulnerabili e vulnerati di matrici organiche non stabilizzate, soggette a rapida decomposizione della matrice organica e contenenti elementi indesiderati in forma prontamente disponibile. La legge nazionale che disciplina l'uso dei fertilizzanti riporta che il letame essiccato e letame suino essiccato non possono contenere più di 750 mg Cu/Kg e 1500 mg Zn/Kg in forma assimilabile. Se da un verso si può plaudire il fatto che sia stata normata la forma assimilabile degli elementi, dall'altro i limiti proposti danno indicazioni scarsamente utili e certamente non generalizzabili a fini agronomici.

Tabella 3

Contenuto di elementi indesiderati nel disciplinare U.E.

Contenuto di elementi indesiderati nel disciplinare U.E. (Regolamento 2092/91 e successive modifiche ed integrazioni)

Parte A - Prodotti per la concimazione e l'ammendamento

(2381/94) Fosfato naturale tenero	Cd 90 mg/Kg P ₂ O ₅
Fosfato alluminio-calcao	Cd 90 mg/Kg P ₂ O ₅

(1488/97) Rifiuti domestici trasformati in compost

totali (ppm/ss)

Cd 0,7

Cu 70

Ni 75

Pb 45

Zn 220

Mg 0,4

Cr tot. 70

Cr (VI) 0*

Pellami Cr (VI) 0*

Ripetuti interventi di concimazione con deiezioni animali (pollina, guano, letame essiccato, letame suino essiccato, vermicompost) contenenti rame e zinco in forma assimilabile in quantità maggiori non creano alcun problema se destinate a terreni neutri o subalcalini, costituiscono una valida strategia di intervento in suoli zinco o cuprocarenti, costituiscono un problema se i terreni sono subacidi e/o sabbiosi soprattutto a causa della

dante compostato non può contenere più di 150 mg/Kg ss (nella forma totale) di rame e 500 mg/Kg ss di zinco (L. 748/84). A prescindere dai chimismi specifici degli elementi che portano lo zinco ad essere più biodisponibile e tendenzialmente più pericoloso del rame, ad elevate concentrazioni, non si capisce il motivo per cui si pongono limiti ad un ammendante nel momento in cui la legge prevede tra i concimi a base di microelementi sale, ossido, idrossido, chelato e concime a base di rame, in cui il contenuto in rame non viene normato su base microanalitica, ma in percentuale. Limitare il contenuto di rame negli ammendanti comporta, ad esempio, veicolare verso destini impropri matrici organiche utili, quali residui agricoli che derivano dalla coltivazione della vite per la quale viene utilizzato legalmente il solfato di rame, dai processi di vinificazione. Appare allora ragionevole ritenere che, se si devono imporre limiti, si impongano con cognizione di causa, su riscontri scientifici e non su base emotiva, sulla scia di mode e di interessi che spesso poco o nulla hanno a che vedere con l'agricoltura, la tutela della salute umana e dell'ambiente. Non giova nè all'agricoltura, nè all'agricoltore condividere le strategie che perseguono il recupero della naturalità degli ecosistemi, quale stato di perfezione della natura, e della salute umana ostacolando proprio quelle strategie di recupero e di utilizzo delle biomasse che costituiscono non solo una risorsa, ma anche una tutela per l'ambiente nel rispetto ad esempio dei cicli che determinano la fertilità del terreno. Non giova ad alcuno condividere la frenesia apocalittica di fine millennio che porta a creare problemi laddove non vi sono ragionevoli presupposti.

Riferimenti bibliografici

- MORSELLI L., CECCHINI M., GRANDI E., IANNUCILLI A., BARILLI L., OLIVIERI P. (1999). Heavy metals in atmospheric surrogate dry deposition. (a) *Chemosphere*, 38: 4, 899-907
- MORSELLI L., BARILLI L., OLIVIERI P., CECCHINI M., AROMOLO R., DI CARLO V., FRANCAVIGLIA R., GATALETA L. (1999). (b) Heavy metals determination in dry surrogate depositions characterization of an urban and natural site. *Annali di Chimica*, (in stampa).
- PETRUZZELLI G. (1996). Heavy metals in compost and their effect on soil quality. *Aqua-Aria*, 3: 311-317
- SEQUI P., BENEDETTI A., CANALI S., TITTARELLI F. (1996). Il ruolo del compostaggio nell'agricoltura sostenibile. *Acqua-Aria*, 3: 305-310.
- VISINTINI-ROMANIN M. (1982). Le necessità porassiche di mais ibridi per le massime produzioni: analisi fogliare e calcolo degli indici dris. *Annali Ist. Sper. Nutr. Piante* 11: 1-24.

ANALISI DEL SUOLO E FABBISOGNO DI FERTILIZZANTI AZOTATI

Stefano Canali

Sezione di Nutrizione Azotata e Microbiologia del Terreno
Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

1. Introduzione

Secondo l'OCDE (1992) perché un si possa parlare di agricoltura sostenibile occorre che siano verificati tre requisiti essenziali quali: (i) l'ottenimento di produzioni economicamente convenienti e livelli di reddito soddisfacenti per gli agricoltori (sostenibilità economica); (ii) la conservazione degli equilibri ambientali così da permettere che l'attività produttiva duri indefinitamente evitando una perdita di energia o di materiali non rinnovabili (sostenibilità delle risorse); (iii) la sicurezza per gli agricoltori e la salute dei consumatori attraverso una produzione con caratteristiche igienico-sanitarie soddisfacenti (sostenibilità della salute umana).

Risulta fin troppo evidente come la razionalizzazione di una delle più importanti tecniche agronomiche quale quella della fertilizzazione possa contribuire a raggiungere i requisiti che l'agricoltura sostenibile deve garantire. Infatti, l'ottimizzazione dei costi di impiego (acquisto e distribuzione) dei mezzi tecnici per la fertilizzazione rispetto alla produzione lorda vendibile contribuisce, anche se in modo più o meno determinante nelle differenti realtà tecnico operative, al raggiungimento della sostenibilità economica. Oppure, come la conservazione ed il miglioramento della fertilità dei terreni ed il rispetto degli altri comparti ambientali, obiettivi raggiungibili con una corretta gestione della fertilizzazione, concorrono al raggiungimento della sostenibilità delle risorse. Sono poi rilevanti le implicazioni della conduzione della fertilizzazione relative alla salute degli operatori agricoli e dei consumatori (sostenibilità della salute umana). Si pensi, ad esempio, alla relazione tra lo stato nutritivo dei vegetali ed al contenuto dei principi ali-

mentari oppure ai rischi di magnificazione biologica di elementi o composti indesiderati nella catena alimentare (Woodwell, 1967 in Odum, 1973).

Da un punto di vista più operativo l'argomento può essere affrontato con l'obiettivo di giungere alla definizione di un piano di fertilizzazione integrata, che consiste in uno strumento di programmazione tecnica (agronomica ed ambientale) ed economica mediante il quale vengono definite dosi, modalità di applicazione e tipologie dei fertilizzanti da distribuire ad una coltura oppure ad un avvicendamento di più colture, individuato come insieme di riferimento.

Nella presente nota saranno discussi i criteri che, allo stato delle attuali conoscenze scientifiche e tecniche, possono essere utilizzati per giungere, a livello operativo, alla formulazione dei consigli di fertilizzazione, limitando la trattazione alla definizione delle dosi di concimazione azotata per le colture erbacee di pieno campo.

2. I criteri per la formulazione dei consigli di concimazione azotata

La definizione delle quantità di azoto che devono essere distribuite ad una specifica coltura può avvenire sulla base di diversi criteri che, ai fini della loro trattazione, possono essere schematicamente suddivisi come segue: (i) criteri che impiegano gli indici di disponibilità dell'elemento nutritivo nel terreno; (ii) criteri che si basano sulla definizione del bilancio (semplificato) dell'azoto e (iii) criteri che utilizzano gli indici dello stato nutrizionale della coltura.

2.1. Gli indici di disponibilità dell'azoto nel terreno

Un indice di disponibilità azotata del suolo consiste in un parametro analitico che, misurato, consente di predire la capacità del terreno di rilasciare azoto in forma disponibile per la coltura. Gli indici devono possedere alcune caratteristiche come, ad esempio, devono scaturire da determinazioni analitiche di facile e rapida esecuzione, devono essere univocamente interpretabili e devono mostrare una correlazione quanto più alta possibile con la produzione, sia in termini quantitativi che qualitativi.

La letteratura scientifica sull'argomento, tipicamente, classifica

gli indici in relazione al metodo analitico che deve essere eseguito per la loro misura e li classifica in chimici e biochimici (Bremner, 1965; Jenkinson, 1968; Bundy e Meisinger, 1994).

I metodi chimici si basano sull'estrazione (e successiva determinazione) dell'azoto minerale ($N-NO_3$ e $N-NH_4$) ed, in alcuni casi, di quello organico solubile, mediante soluzioni saline (Houba *et al.*, 1994) o soluzioni acide o basiche, più o meno forti. Inoltre, devono essere considerati i metodi che si basano sul rilascio di azoto in forma minerale a seguito del trattamento del suolo con un ossidante (Stanford, 1978).

I metodi biochimici si basano sulla misura dell'azoto inorganico che si mineralizza dal suolo incubato per un tempo determinato ed in condizioni di umidità e temperatura definite. Una possibile classificazione distingue i metodi che vengono eseguiti in condizione di aerobiosi (Stanford e Smith, 1972; Benedetti e Sebastiani, 1996; Benedetti *et al.*, 1996). da quelli che vengono realizzati in condizioni di anaerobiosi, ottenuta generalmente per sommersione (Bremner, 1965; Alef e Nannipieri, 1995; Narteh e Saharawat, 1996).

In termini generali, tutti i metodi conosciuti presentano vantaggi e svantaggi in relazione alla natura ed alla semplicità di interpretazione del risultato che forniscono oppure in relazione alla rapidità della loro esecuzione.

Tra i metodi più rapidi, si deve annoverare la misura della quota di azoto in forma minerale [sommatoria della forma ammoniacale ($N-NH_4^+$) e nitrica ($N-NO_3^-$)] contenuta nel terreno. Tale determinazione viene eseguita mediante estrazione con una soluzione acquosa di KCl in condizioni definite, operando su terreno fresco, immediatamente dopo il campionamento, o essiccato all'aria. Tuttavia, la possibilità di utilizzare questo parametro quale indice al fine di prevedere la disponibilità dell'elemento durante il ciclo colturale sembra difficilmente percorribile a causa della sua grande variabilità nello spazio e, soprattutto, nel tempo.

Vale la pena di ricordare, infatti, che l'elevata mobilità del nitrato fa sì che sia sufficiente una pioggia per ridurre, anche significativamente, la quantità di azoto a disposizione della coltura. Questo parametro può essere tuttavia utile qualora si voglia controllare la disponibilità di azoto inorganico subito prima di una fase colturale specifica e particolarmente importante (come ad esempio la levata del frumento (*Triticum* spp.) o subito prima di una fertilizzazione (Canali *et al.*, 1997). Allo scopo, si stanno diffondendo dei semplici (ed economici) strumenti portatili che consentono di misurare direttamente in campo l'azoto minerale (nitrico e/o ammoniacale) contenuto nel terreno. Questi strumenti, che forniscono un dato analitico cer-

tamente meno accurato di quello ottenibile dalla misura in laboratorio, devono il loro successo proprio alla tempestività con la quale sono in grado di fornire una indicazione utile.

Specificatamente per la barbabietola (*Beta vulgaris* var. *saccharifera*) e per l'area di coltivazione dell'Italia centro - settentrionale, negli ultimi anni è stato sviluppato un metodo che si basa sulla determinazione dell'azoto assimilabile estratto con CaCl_2 0,01M (Barabanti, 1994) che è in grado di estrarre, oltre a quella minerale, una frazione di azoto organico solubile.

Parallelamente agli sviluppi analitici si è proceduto ad un lavoro di taratura agronomica impostato su una serie di campi in diverse località dell'areale di interesse ed in più annate. Fin da principio i risultati hanno evidenziato che il dato di analisi non era di per sé sufficiente a esprimere un consiglio di concimazione attendibile, stante la molteplicità di fattori che influenzano i risultati delle pratiche fertilizzanti.

Si è reso pertanto necessario introdurre una serie di fattori correttivi: in tal modo la dose abbozzata sulla base della dotazione del terreno subisce una serie di variazioni di segno positivo o negativo a seconda del fattore esaminato. La somma algebrica delle singole voci prese in considerazione costituisce la dose definitiva da applicare.

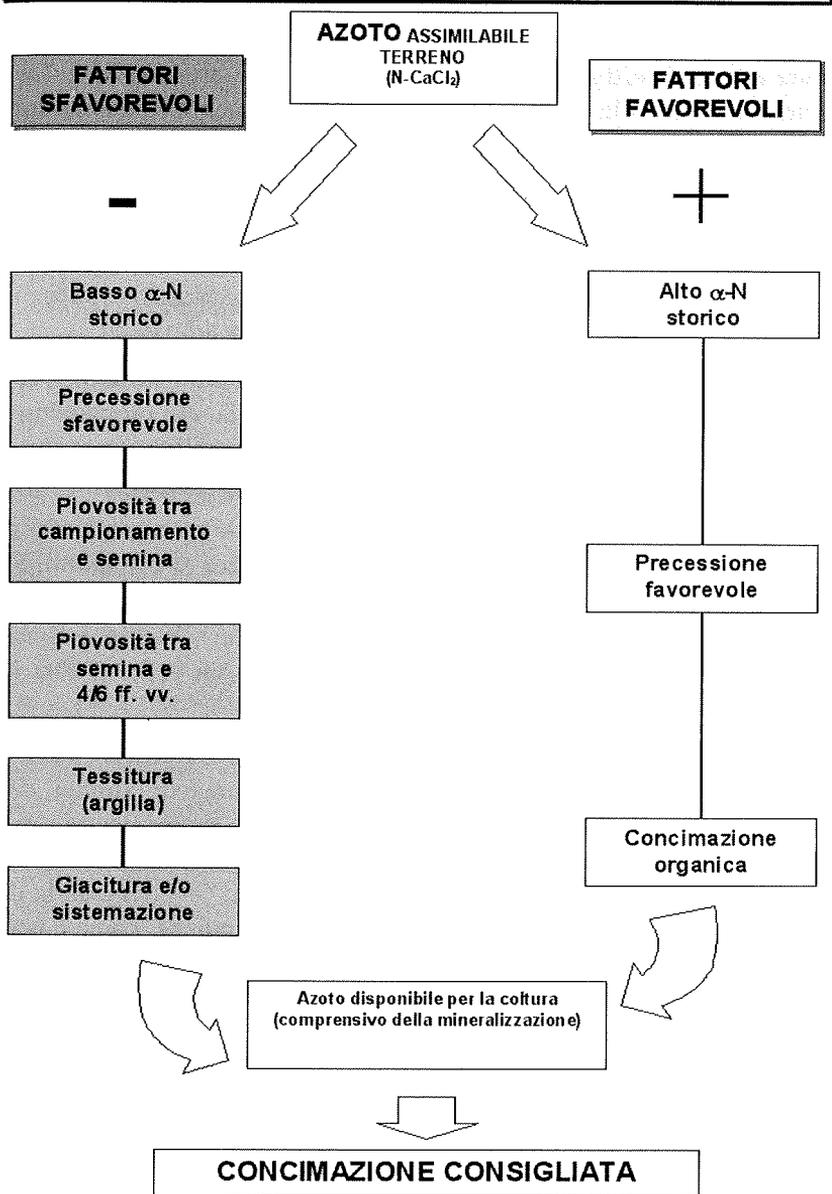
Lo schema riportato nella figura 1 rappresenta il procedimento in uso, con la suddivisione dei fattori in sfavorevoli o impoverenti, che portano ad un aumento della dose consigliata, e in favorevoli o arricchenti, che danno luogo a una diminuzione.

Alcuni fattori compaiono in entrambi i lati dello schema a seconda del valore riscontrato. Tra essi merita particolare rilievo l'azoto alfa-amminico ($\alpha\text{-N}$) storico dell'azienda: esiste infatti una relazione tra la presenza di questo elemento melassigeno nelle radici e la risposta alla concimazione, da cui deriva la possibilità di valutare a posteriori l'adeguatezza nutrizionale della coltura in base al suo livello. Queste valutazioni nella media di più annate permettono di evidenziare la maggiore o minore tendenza ad assimilare l'azoto.

Nel primo caso ci si troverà più spesso in presenza di abbondanti produzioni di radici, ma con scarsa polarizzazione e cattiva qualità, e sarà quindi opportuno ridurre la dose per riequilibrare la coltura, a parità di azoto assimilabile nel terreno. Nel secondo caso si avrà più facilmente una produzione sub - ottimale compensata da buona qualità; sarà quindi opportuno migliorare la concimazione.

Figura 1

FIGURA 1: Itinerario di concimazione azotata N-CaCl₂
(da Barbanti, 1994)



Similmente agisce il fattore precessione. Partendo dallo standard frumento, che rappresenta la precessione bieticola più diffusa, alla quale non viene attribuito nessun effetto, si possono avere una serie di precessioni favorevoli, come le foraggere e le orticole in genere, ed una serie di precessioni sfavorevoli, tra le quali si annoverano il mais (*Zea mays*) e la soia (*Glycine max*). Nonostante i lauti apporti cui è soggetto il primo e l'azione del rizobio nella seconda, la tardiva lavorazione del terreno in seguito alla raccolta autunnale difficilmente permette un'ottimale strutturazione. Le conseguenze sulla bietola sono difficoltà di assimilazione che danno sovente origine, in mancanza di compensazioni, a ingiallimenti fogliari.

Infine, vi sono fattori che agiscono solamente come arricchenti, la concimazione organica, o come impoverenti: la piovosità tra il campionamento autunnale del terreno e la semina, quella tra la semina e lo stadio di 4 - 6 foglie vere, il contenuto di argilla e la disposizione superficiale del terreno (perfettamente pianeggiante, baulato, in pendio ecc.).

E' opportuno sottolineare come il procedimento logico impiegato nel caso del metodo del CaCl_2 per la barbabetola, qui proposto in qualità di esempio, è utilizzabile per altri indici di disponibilità e per altre colture ed areali, naturalmente, a seguito di un attento lavoro di specifica calibrazione.

Secondo alcuni, un altro promettente indice di disponibilità azotata per la coltura viene individuato nell'ammonio mineralizzato dal terreno in condizioni anaerobiche, ottenute per sommersione (Waring e Bremner, 1964; Keeney, 1982; Alef e Nannipieri, 1995; Narteh e Sahrawat, 1997; Sahrawat e Ponnampurama, 1997).

L'indice presenta diversi vantaggi (Lober e Reeder, 1993): (i) si basa su di un metodo biologico, capace, meglio dei metodi chimici, di rappresentare le potenzialità intrinseche di uno specifico suolo; (ii) tra i metodi biologici risulta piuttosto rapido poiché, la mineralizzazione avviene durante una incubazione che ha la durata di una settimana; (iii) richiede la determinazione della sola forma ammoniacale dell'azoto, poiché, come è ben noto, in condizioni di anaerobiosi il nitrato non si forma. L'insieme di questi vantaggi fanno sì che il metodo della mineralizzazione per sommersione si presenti forse come l'unico, tra i metodi biologici per la definizione di un indice di disponibilità azotata, a poter essere trasferito con successo nella realtà applicativa.

2.2. Il Bilancio semplificato dell'N

La formulazione di un bilancio dell'azoto prevede la valutazione delle voci all'attivo e al passivo nell'arco di un ciclo colturale, relative alla dinamica dell'elemento nel sistema suolo-pianta. La somma algebrica di tutti i valori considerati, stimati seguendo uno schema prestabilito e basato sulle indicazioni legate alle specifiche condizioni pedoclimatiche, rappresenta la dose di fertilizzazione consigliata.

Il bilancio semplificato è espresso dalla seguente relazione (Benedetti e Sequi, 1995):

$$\text{dose concimazione azotata} = (\text{fabbisogno colturale}) - (\text{apporti naturali}) + (\text{immobilizzazioni e dispersioni})$$

Correntemente il fabbisogno della coltura viene stimato dalle asportazioni colturali. Il procedimento generalmente seguito è quello di moltiplicare la quantità di elemento asportata per unità di prodotto per la produzione attesa.

La letteratura tecnica fornisce, per le principali colture, i valori relativi alle asportazioni di azoto per unità di prodotto utile. Non è raro il caso in cui si disponga di più valori, riportati da diversi autori e differenti, anche di molto, tra di loro. Le differenze riscontrate si spiegano sovente con il fatto che questi sono stati ottenuti a seguito di ricerche e sperimentazioni realizzate in realtà pedoclimatiche diversificate. Evidentemente, la stima effettuata sarà tanto più corretta quanto maggiore è la similarità dello specifico sito di applicazione rispetto a quello dove le attività sperimentali sono state realizzate. Competenze tecniche adeguate avranno il compito di selezionare, tra quelli disponibili, i valori di asportazione unitaria più adeguati. Nella tabella 1 sono riportati, a titolo di esempio, alcuni valori di asportazione di azoto per la barbabietola.

Tabella 1

Asportazioni di N della bietola

N (kg) per t di radici	Fonte
3.3	(Benedetti e Sequi, 1995)
2.7	AA VV (1988)

Naturalmente, il semplice modello sopra descritto, caratterizzato dalla costanza delle asportazioni marginali, per nulla coincide con le leggi della fisiologia della crescita dei vegetali e con quanto avviene effettivamente in campo, dove le asportazioni marginali sono decrescenti (AA VV, 1989). Tuttavia, in mancanza di informazioni dettagliate che consentano la costruzione di modelli di asportazione più aderenti alla realtà, il modello lineare trova comoda applicazione e le imprecisioni che si commettono nell'utilizzarlo rimangono entro limiti di accettabilità.

Per quanto riguarda gli apporti naturali, generalmente vengono considerate le seguenti voci:

- azoto minerale (prontamente disponibile). Viene stimato intorno all'1% dell'azoto totale presente nel terreno, con differenze che possono dipendere dalla tessitura del suolo. A differenza di tutti gli altri termini che costituiscono gli apporti naturali, questa voce, oltre che stimata, può essere specificatamente determinata (si veda specifico paragrafo). Tuttavia, appare poco opportuno che il risultato di una misura (quella appunto dell'N minerale ad inizio coltura) sia poi algebricamente sommato al risultato di una serie di stime, caratterizzato, per loro natura, ad un elevato grado di indeterminatezza;

- azoto mineralizzato dalla sostanza organica. Viene stimato che questa voce possa assumere valori variabili da 15 a 50 kg N ha⁻¹ in relazione alla percentuale di sostanza organica e dalla tessitura del terreno;

- azoto derivante dall'effetto residuo di precedenti fertilizzazioni organiche. E' stimato in relazione alla tipologia di fertilizzante utilizzato, alla dose impiegata ed alla distanza intercorsa tra la distribuzione e la semina della coltura considerata;

- azoto delle deposizioni atmosferiche. Per la nostra penisola, la letteratura propone valori medi di 16 kg ha⁻¹ anno⁻¹ (Francaviglia e Morselli, 1995). Valori più alti dovranno essere considerati per ambienti limitrofi ad insediamenti urbani od industriali. Viceversa, per aree rurali, dove non è praticata la zootecnia intensiva, sarà opportuno optare per valori al disotto della media;

- azoto derivante dai residui della coltura precedente. Oltre che alla quantità ed alle caratteristiche dei residui che la coltura precedentemente coltivata lascia sul terreno, viene valutato anche l'effetto indiretto che questa può avere sulla fertilità generale del terreno. Ad esempio colture che, nella fase di raccolta, impiegano macchine che operano un forte costipamento del terreno, lasceranno quest'ultimo in cattive condizioni, con conseguenti effetti negativi per la coltura che segue.

Le immobilizzazioni dell'elemento vengono considerate quando il piano di fertilizzazione è realizzato per colture precedute dai cereali autunno-vernini (in particolare frumento ed orzo (*Hordeum* spp.)). Tale immobilizzazione è dovuta alla riorganizzazione di N da parte della biomassa microbica del terreno che avviene quando vengono interrati materiali organici con un rapporto C/N elevato (>40) come i residui pagliosi. Nella tabella 2, vengono riportati, a titolo di esempio, alcuni valori, facilmente reperibili nella manualistica tecnica.

Tabella 2

Stime di immobilizzazione di N da parte dei residui della coltivazione del frumento

N immobilizzato	Fonte
8-10 kg t ⁻¹ residui pagliosi	Benedetti e Sequi (1995)
12,5 kg ha ⁻¹ (radici e stoppie)	AA VV (1988)
27,5 kg ha ⁻¹ (paglie)	

La stima delle perdite per dilavamento risulta essere, in genere, la fase più critica del procedimento di definizione del bilancio semplificato. L'entità di questa voce dipende, come è noto, da diversi fattori quali la dotazione in azoto del terreno, la tessitura e l'andamento delle variabili climatiche, in particolare la piovosità. Per le aree del centro nord, una semplice stima può essere proposta sulla base della piovosità del sito considerato nel periodo di maggior rischio, che va da ottobre a febbraio (AA VV, 1988):

- con pioggia <150 mm nessuna perdita;
- con pioggia compresa fra 150 ed i 200 mm il 50% dell'azoto minerale del terreno (1% dell'N totale) perso;
- con pioggia >250 mm tutto l'azoto minerale perso.

Ai fini della semplificazione del procedimento per la definizione della dose di azoto, la manualista tecnica che propone il criterio del bilancio semplificato non prende in considerazione alcune voci che, in specifiche situazioni colturali, possono essere invece termini rilevanti del bilancio dell'N. Queste sono le perdite per volatilizzazione, denitrificazione e le quote di azoto che si rendono disponibili/indisponibili a seguito dei processi di rilascio/fissazione dell'ammonio sulle argille di tipo 2:1, eventualmente presenti nel terreno. Ciò deve essere ascritto principalmente al fatto che i risultati della ricerca e della sperimentazione non hanno ancora consentito di stabilire dei criteri semplici per stimare, sulla base delle informazioni disponibili nelle realtà operative, l'entità di questi processi.

E' forse opportuno ancora una volta precisare che con il criterio del bilancio semplificato si opera una stima delle diverse voci che costituiscono il bilancio e non una loro misura che, peraltro sarebbe, nelle realtà operativa, impossibile da effettuare.

La stima delle voci del bilancio può essere eseguita secondo rigorosi criteri e sulla base di almeno quattro tipi di informazioni (i) le analisi chimico - fisiche del terreno, (ii) le tecniche colturali adottate (lavorazioni eseguite, tipo di irrigazione e volumi di adacquamento, ecc.), (iii) la "storia recente" degli appezzamenti presi in esame (es. precessione colturale e precedenti fertilizzazioni organiche) e (iv), gli andamenti dei principali parametri climatici dell'area di intervento (piovosità, temperatura).

Il procedimento logico che deve essere seguito viene diffusamente riportato nella letteratura tecnica prodotta a supporto della divulgazione agricola pubblica e privata (AA VV, 1988; AA VV, 1999). Quando tale procedimento è correttamente eseguito si possono ottenere concreti vantaggi in termini di razionalizzazione della tecnica di fertilizzazione, almeno per le più diffuse colture da pieno campo per le quali il procedimento è stato sviluppato e validato. Al contrario, il criterio del bilancio semplificato non sembra poter essere vantaggiosamente impiegato nel caso delle colture a ciclo breve come, ad esempio, alcune ortive, anche se di pieno campo o nelle colture in serra.

2.3. Gli indici dello stato nutrizionale della coltura

Alla famiglia dei metodi che si basano sull'analisi del terreno si affianca un altro gruppo di criteri basati sulle analisi di tessuti vegetali durante il ciclo colturale. Ai fini dell'individuazione della dose ottimale di azoto da distribuire, i parametri presi in considerazione sono la concentrazione dell'N totale, la concentrazione di $N-NO_3^-$, oppure di clorofilla. Questi parametri presentano, tra loro, un elevato grado di correlazione, fornendo pertanto analoghe. Tuttavia, la determinazione della concentrazione dei nitrati e della clorofilla risulta più rapida ed agevole e può essere eseguita con strumentazione portatile direttamente in campo, fornendo indicazioni tempestive (Giordani e Guermandi, 1994).

L'interpretazione dei risultati degli indici dello stato nutrizionale della coltura deve poi essere eseguita per confronto dei dati analitici ottenuti con standard di riferimento attentamente individuati. Tali standard possono variare, oltre che in funzione della specie, in relazione alla varietà, alla fase fenologica, al tipo di organo o di tessuto vegetale considerato ed all'areale pedoclimatico nel quale ci si trova ad operare (Giordani e Guermandi, 1994).

di, 1995a; Giordani e Guermandi, 1995b; Giordani, 1998; Giordani *et al.*, 1998). Pertanto, l'utilizzo degli indici dello stato nutrizionale è limitato solo a quelle realtà dove un attento lavoro di sviluppo di tecniche di campionamento e di validazione agronomica abbia consentito l'individuazione di questi standard specifici.

Inoltre, potendo orientare il solo apporto in copertura, vanno considerati come metodi di guida complementari, che si inseriscono su una concimazione di base standard o su un precedente calcolo (es. bilancio semplificato), del quale si propongono come strumento di verifica (Canali *et al.*, 1998).

3. Conclusioni

I criteri proposti per la definizione dei consigli di concimazione azotata per le colture erbacee di pieno campo e classificati, allo scopo di proporre una migliore esposizione, in tre differenti gruppi, non devono tuttavia essere considerati come alternativi ma, al contrario, complementari.

Il metodo del bilancio semplificato fornisce indicazioni utili precocemente ed è quindi un potente strumento di programmazione economica (oltre che tecnica) consentendo, ad esempio, di definire la campagna di acquisto dei fertilizzanti con adeguato anticipo. I dati ottenuti dal bilancio semplificato possono poi essere oggetto di verifica, e se possibile, di miglioramento con l'impiego degli indici di disponibilità azotata del terreno e/o degli indici dello stato nutrizionale della coltura.

4. Bibliografia

- AA VV (1988). Guida all'interpretazione dei risultati dell'analisi dei terreni e alla formulazione dei consigli di concimazione. Servizio di Sviluppo Agricolo, Assessorato Agricoltura, Regione Emilia Romagna.
- AA VV (1989). Modellistica ed informatica applicata dall'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante al settore della fertilizzazione e dell'irrigazione. Supplemento di *Irrigazione e Drenaggio*, 1, pp. 79.
- AA VV (1999). Guida alla corretta gestione della fertilità del suolo. Analisi del terreno e piani di fertilizzazione. Collana a cura dei servizi di sviluppo agricolo. Assessorato del sistema agricolo e del mondo rurale, Regione Lazio, pp. 41.
- ALEF K., NANNIPIERI P. (1995). Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Chapter 6.
- BARBANTI L. (1994). New methods of recommending N-fertilizer use to sugar beet in the Mediterranean area. Atti del 57° Congresso d'Inverno dell'Istituto Internazionale di Ricerca Bieticola. 281-294.
- BENEDETTI A., SEBASTIANI G. (1996). Determination of potentially mineralizable nitrogen in agricultural soil. *Biol. Fertil. Soils*, 21, 114-120.
- BENEDETTI A., SEQUI P. (curatori) (1995). Codice di Buona Pratica agricola per la protezione delle acque dai nitrati. Quaderno n.1 della collana del progetto finalizzato PANDA. Edizioni Edagricole della Calderini s.r.l. Bologna.

- BENEDETTI A., VITTORI ANTISARI L., CANALI S., GIACCHINI P., SEQUI P. (1996). Relationship between the fixed ammonium and the mineralization of the organic nitrogen in soil. In *Progress in Nitrogen Cycling Studies*. O. Van Cleemput *et al.* (eds.). Kluwer Academic Publishers. 23-26.
- BREMNER J.M. (1965). Nitrogen availability index. In Black C.A., Evans D.D., White J.L., Ensminger L.E., Clark F.E. (eds) *Methods of soil Analysis Part 2. Agronomy 9*, Am. Soc. Agron., Madison WI, U.S.A. 1324-1341.
- BUNDY L.G., MEISINGER J.J. (1994). Nitrogen availability indices (chap.41) *Methods of soil analysis*.
- CANALI S., BARBANTI L., TITRELLI F., ROCCUZZO G. (1998). La fertilizzazione della barbabietola da zucchero. *L'Informatore Agrario*, 1. 55-62.
- CANALI S., TITTARELLI F., BENEDETTI A., SEQUI P. (1997). Le analisi del terreno. *L'Informatore Agrario*, 30. 27-33.
- FRANCAVIGLIA R., MORSELLI L. (1995). Il contributo delle specie azotate provenienti dalle deposizioni atmosferiche nei sistemi agricoli. In *Guida alla lettura ed interpretazione del Codice di Buona Pratica Agricola per la protezione delle acque dai nitrati. Quaderno n. 2 Collana del Progetto Finalizzato PANDA, Edagricole*. Bologna.
- GIORDANI G., GUERMANDI (1994). Un nuovo strumento per determinare lo stato nutrizionale azotato delle piante. *L'Informatore Agrario*, 37. 45-47.
- GIORDANI G., GUERMANDI (1995a). Lo SPAD nella concimazione azotata del frumento. *L'Informatore Agrario*, 46. 27-31.
- GIORDANI G., GUERMANDI (1995b). Analisi dei nitrati nel frumento mediante un test rapido colorimetrico. *L'Informatore Agrario*, 46. 32-36.
- GIORDANI G. (1998). Analisi dei nitrati nella radice e nei piccioli delle foglie di bietola. *L'Informatore Agrario*, 16. 43-46.
- GIORDANI G., BERNATI E., BARTOLINI M. (1998). Metodi diagnostici per stabilire lo stato nutrizionale del sorgo. *L'Informatore Agrario*, 21. 41-44.
- HOUBA V.J.G., NOVOZAMSKY I., HUIJBREGTS A.W.M., VAN DER LEE J.J. (1994). Advantages and disadvantages of Nmin/EUF/CaCl₂ analytical methods to recommend N-fertilizer use to sugar beet. *Atti del 57° Congresso d'Inverno dell'Istituto Internazionale di Ricerca Bieticola*. 295-304.
- JENKINSON D.S. (1968). Chemical tests for potentially available nitrogen in soil. *J. Sci. food Agric.* 19, 160-168.
- KEENEY D.R., NELSON D.W. (1982). Nitrogen - Inorganic forms. In Black C.A., Evans D.D., White J.L., Ensminger L.E., Clark F.E. (eds) *Methods of soil Analysis Part 2. Agronomy 9*, Am. Soc. Agron., Madison WI, U.S.A. 682-687.
- KEENEY D.R. (1982). Nitrogen availability indices (chap.41) *Methods of soil analysis*.
- LOBER R.W., REEDER J.D. (1993). Modified waterlogged incubation method for assessing nitrogen mineralization in soils and soil aggregates. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 57: 400-403.
- NARTEH L.T., SAHRAWAT K.L. (1997). Potentially mineralizable nitrogen in west African lowland rice soils. *Geoderma*, 76, 145-154.
- OCDE (1992). Séminaire sur les technologies et pratiques d'une agriculture durable. Acteurs et facteurs de changement. *Compte rendu du Séminaire OCDE sur les technologies et pratiques d'une agriculture durable. OCDE/GD (92)*, 49: 1-19.
- ODUM E.P. (1973). *Principi di ecologia*, Piccin Editore, Padova, 584 pp.
- SAHRAWAT K.L., PONNAMPERUMA F.N. (1997). Potentially mineralizable nitrogen in East African lowland rice soils. *Geoderma* 76: 145-154.
- STANFORD G. (1978). Evaluation of ammonium alkaline permanganate extraction as an index of soil nitrogen availability. *Soil Sci.* 126, 224-253.
- STANFORD G., SMITH S.J. (1972). Nitrogen mineralization potentials of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 38, 99-102. WARING S.A., BREMNER J.M. (1964). Ammonium production in soil under waterlogged conditions as an index of nitrogen availability. *Nature*, 201: 951-952.

ANALISI DEL SUOLO E FABBISOGNO DI FERTILIZZANTI

Marino Perelli

Arvan s.r.l.
Via Gramsci 59 - 30034 Mira (Venezia)

Il contenuto di elementi nutritivi nei terreni italiani è estremamente variabile, come in tutto il mondo, ma la nostra situazione è più grave, anche per l'elevata polverizzazione aziendale, che provoca una altrettanto elevata variabilità nelle tecniche agronomiche adottate, che si riflettono sulle caratteristiche dei terreni. La superficie media aziendale infatti di 7,9 ha in Italia, contro, ad esempio, i 25,9 ha della Francia e i 66 ha della Gran Bretagna.

Prima degli anni '50 le analisi del terreno in Italia sono state condotte in maniera discontinua e generalmente erano dirette solo alla ricerca e non all'assistenza agli agricoltori, con la notevole, ma limitata, eccezione del Friuli Venezia Giulia (Visintini Romanin, 1982).

Tra gli anni '50 e '60 l'Associazione Nazionale Bieticoltori (ANB) ha effettuato più di 84.000 analisi del terreno, l'84% delle quali nel Nord Italia. Successivamente il numero di analisi in Italia è crollato, per riprendere, a partire dal 1972-1975, solo a seguito dell'incremento dei prezzi dei concimi e dello sviluppo delle nuove esigenze di protezione ambientale. I campioni analizzati erano di poco superiori ai 6500 nel 1974, ma raggiungevano i 45.000 nel 1987 (Genevini, 1988).

Un ulteriore picco di analisi è stato registrato alla fine degli anni '80, quando si poteva stimare che venissero annualmente effettuate circa 50.000÷60.000 analisi del terreno (Perelli, 1990), il che equivaleva a una media di una analisi ogni 280÷340 ha di terreno coltivabile, contro medie di una analisi per ogni 10÷30 ha comuni nei paesi del Nord Europa. Va rilevato che a tale data operavano in Italia non meno di 30 laboratori, tra pubblici e pri-

vati, ma più di metà delle analisi veniva eseguita in otto laboratori, di cui sette localizzati nel Nord Italia. Il numero di campioni analizzati variava tra 100 e 5000 o più per laboratorio, con una media che non raggiungeva i 2500.

La Pubblica Amministrazione era abbastanza attiva nel settore con 10 laboratori, nessuno dei quali dipendente dallo Stato, che aveva delegato le competenze alle Regioni ai sensi dell'art. 117 della Costituzione. Come riferito da Consalter *et al.* (1988), solo tre laboratori pubblici effettuavano più di 100 analisi all'anno e la media era inferiore a 1000 campioni/anno.

Attualmente il numero di analisi del terreno effettuate in Italia non supera, secondo le stime più attendibili, le 25.000 all'anno. La drammatica riduzione del numero di analisi, già scarso, è dovuta all'azione di una serie concomitante di fattori, di tipo prevalentemente economico e sociale.

Diminuzione dell'impiego di fertilizzanti

Negli anni '90 si è registrata una generale contrazione dell'impiego di fertilizzanti nell'agricoltura italiana (Tabella 1), solo in minima parte conseguente ad una razionalizzazione degli apporti di nutrienti. Una influenza molto maggiore è stata esercitata dalla diminuzione dei redditi agricoli, che ha indotto a contenere le spese, spesso in maniera indiscriminata, e da una serie di incentivi economici che hanno favorito una riduzione delle concimazioni. Ci si riferisce in particolare alle sovvenzioni conseguenti all'applicazione del Regolamento CE 2078/92, che hanno distribuito sovvenzioni agli agricoltori, purché riducano le concimazioni entro limiti determinati, sulla base di considerazioni di tutela ambientale, peraltro prevalentemente pretestuose e scientificamente poco fondate (Greenwood e Neeteson, 1992).

Molti agricoltori, e purtroppo anche non pochi tecnici, hanno considerato la semplice ed indiscriminata riduzione dei quantitativi di fertilizzanti distribuiti come una vera e propria razionalizzazione delle concimazioni, tale da rendere non necessari ulteriori affinamenti delle dosi da distribuirsi e quindi si è considerato inutile, o quanto meno non conveniente, l'effettuazione di analisi del terreno.

Infatti da parte di molti, compreso chi scrive (Perelli, 1982; 1992), si è molto insistito in passato sul fatto che il costo dell'analisi era largamente compensato dal risparmio di fertilizzanti che generalmente consegue all'analisi stessa. È quindi naturale ritenere questo vantaggio annullato dal fatto di aver già ridotto le spese di concimazione, anche se per motivi tecnicamente non fondati.

Tabella 1

Evoluzione dei consumi di elementi fertilizzanti da concimi minerali in Italia dal 1945 al 1995 (kg di elementi all'ettaro di superficie concimabile)

Periodo	N	P₂O₅	K₂O
1946-50	5,3	10,7	0,7
1951-55	11,4	18,1	1,1
1956-60	20,0	28,1	3,6
1961-65	25,2	25,8	8,8
1966-70	35,3	33,3	12,8
1971-75	51,5	39,1	19,6
1976-80	67,8	48,1	25,7
1981-85	73,5	49,0	27,5
1986-90	74,9	54,1	31,5
1991-95	61,7	43,9	26,7

Calo della redditività dei fertilizzanti

Negli anni '80 alcuni dei più importanti laboratori che effettuavano analisi del terreno erano di proprietà di imprese produttrici di fertilizzanti, che utilizzavano tale attività come forma promozionale dei propri prodotti. Tali imprese investivano infatti parte del loro budget promozionale nel sovvenzionare laboratori di analisi del terreno che, anche se spesso portavano ad una diminuzione delle dosi di concime applicato, contribuivano alla creazione di una immagine positiva dell'industria dei fertilizzanti.

Questi laboratori, oltre a svolgere una attività analitica di notevole entità (Genevini, 1988), hanno favorito grandemente lo sviluppo anche teorico delle analisi dei terreni in Italia, fornendo fondamentali contributi a quel notevole sforzo di messa a punto delle metodiche (Miraf, 1994; SISS-Unichim, 1988; Unichim, 1985; 1988) che ha portato all'approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo" (D.M. 11 maggio 1992).

La crisi dell'industria dei fertilizzanti, provocata dalla riduzione dei consumi sopra citata, ma anche da altri fattori economici di portata internazionale, ha avuto come conseguenza la contrazione delle spese promozionali ed in particolare di quelle destinate alle analisi del terreno. Pertanto sono stati chiusi alcuni dei laboratori di maggiore rilievo sia per numero di analisi che per attività di ricerca, in alcuni casi anche per la chiusura delle fabbriche in cui erano presenti i laboratori stessi. Altre aziende, di minore dimensione, che effettuavano le analisi tramite convenzioni con laboratori privati, hanno fortemente limitato o abbandonato questa pratica.

Parallelamente si è avuta una forte riduzione dei tecnici delle case produttrici di fertilizzanti (peraltro mai molto numerosi dopo il 1970), che svolgevano una azione promozionale delle analisi del terreno, talora notevole.

Disinteresse dell'Ente Pubblico

Fino all'inizio degli anni '90 le Regioni giocavano un ruolo importante sia nell'effettuazione delle analisi del terreno che, soprattutto, nella loro promozione. Infatti, come rilevato anche da Consalter *et al.* (1988), il numero di analisi prodotte dai laboratori pubblici non era di grande rilievo, ma l'attività analitica era accompagnata da intense campagne promozionali e da una capillare azione di informazione tecnica a favore della diffusione delle analisi del terreno.

La scarsa efficienza dei laboratori pubblici, soprattutto nei tempi di effettuazione delle analisi e nelle modalità della loro interpretazione, aveva un effetto controproducente, che però nella maggior parte dei casi si esplicava in critiche alla struttura pubblica e non all'analisi del terreno in sé stessa. Vi sono infatti stati molti casi di agricoltori, cooperative ed associazioni di categoria che, rimasti delusi delle analisi effettuate dalle strutture pubbliche non hanno abbandonato la pratica delle analisi, ma si sono rivolte a laboratori privati.

L'azione promozionale da parte delle pubbliche amministrazioni, ed in particolare delle Regioni, è stata progressivamente abbandonata nel corso dell'ultimo decennio per due ordini di motivi. Da un lato, infatti, ci si è reso conto che la scarsa efficienza dei propri laboratori portava spesso ad un danno di immagine per le stesse amministrazioni e ad un vantaggio per istituzioni private non sempre gradite. D'altro canto si è ritenuto che le riduzioni delle concimazioni, sopra descritte, avessero costituito già una razionalizzazione delle concimazioni e che quindi ulteriori sforzi fossero inutili, con un atteggiamento analogo a quello di molti agricoltori, ma molto meno comprensibile e molto più deplorabile in strutture che dovrebbero essere dotate di maggiori conoscenze tecniche.

Gran parte delle Regioni ha ritenuto che fosse possibile razionalizzare le concimazioni e tutelare l'ambiente semplicemente con aiuti economici a chi era disposto a limitare gli apporti di nutrienti entro limiti prefissati, spesso su basi assai discutibili. Tale approccio, purtroppo assai gradito alle associazioni degli agricoltori, ha fatto passare in secondo piano gli strumenti scientifici e tecnici che possono portare realmente alla razionalizzazione delle concimazioni.

Spesso i disciplinari di attuazione del regolamento 2078/92 prevedono l'obbligo di periodiche analisi del terreno, ma le privano di significato, dato che non è possibile adeguare ai risultati analitici le concimazioni, la cui entità è prefissata dagli stessi disciplinari. Di conseguenza le analisi risultano solo un adempimento burocratico obbligatorio, ma privo di utilità pratica, che l'agricoltore esegue, il meno possibile, solo perché è obbligato e cercando solo di contenere i costi e i fastidi. Ciò inevitabilmente si ripercuote in maniera molto negativa sia sull'accuratezza del campionamento che sulla qualità dell'analisi, portando a risultati di scarso valore, che fanno ulteriormente diminuire la fiducia in questo strumento conoscitivo e la richiesta di analisi dei terreni.

Le Regioni non sembrano particolarmente preoccupate di questa evoluzione ed anzi hanno provveduto a chiudere alcuni laboratori, a trasferirne altri ad enti non operanti nel settore agricolo (come le ARPA) e ad abbandonare tutti i progetti di istituzione di nuovi laboratori.

Chiusura di laboratori importanti

Come conseguenza della crisi dell'industria dei fertilizzanti e del calante interesse delle Regioni per le analisi del terreno, si è registrata nel corso del presente decennio la chiusura di molti importanti laboratori o l'abbandono da parte loro del settore delle analisi del terreno. Ad esempio i laboratori pubblici di Castelfranco Veneto e di Piacenza ora operano solo per conto delle rispettive ARPA.

Ancor più grave la situazione nel comparto industriale: i soli laboratori di Cerea, Ravenna e Porto Marghera effettuavano quasi 20.000 analisi del terreno all'anno ed avevano una capacità di lavoro almeno quadrupla.

Per gli altri motivi qui esaminati, la chiusura o la riduzione dell'attività analitica degli enti pubblici o dell'industria non è stata compensata se non in minima parte da una maggiore attività da parte di altri laboratori, pubblici o privati.

Carenze dell'interpretazione e dell'assistenza tecnica

Solo in poche delle facoltà di agraria italiane viene dedicata una certa attenzione alle analisi dei terreni, in corsi spesso facoltativi. Anche negli istituti tecnici agrari si presta maggiore attenzione all'esecuzione delle analisi che alla loro interpretazione. Ne consegue che la maggioranza dei tec-

nici agricoli italiani ha molte riserve sulle analisi dei terreni, che non è in grado di utilizzare compiutamente. I tecnici quindi sono molto restii a promuovere le analisi e gli agricoltori colgono questa diffidenza, anche quando non è espressa esplicitamente.

D'altro canto va rilevato che un utilizzo corretto delle analisi non è affatto semplice e che in mancanza di una adeguata preparazione ci si deve affidare all'interpretazione fornita dal laboratorio, che non sempre è adeguata.

Nel nostro Paese sono infatti tuttora molto diffuse teorie interpretative prive di basi scientifiche o fondate su informazioni mal digerite e/o su schemi interpretativi non adatti alle situazioni pedoagronomiche italiane (Perelli, 1988; 1990). In molti casi l'impiego del calcolatore ha peggiorato la situazione, dando spazio a schemi estremamente semplificati o, all'opposto, molto cervellotici, ma comunque inadeguati. Questo utilizzo improprio del calcolatore è stato segnalato già da molti anni (cfr. Perelli, 1985; 1987), ma non si sono registrati miglioramenti apprezzabili.

Di conseguenza in troppi casi analisi bene eseguite sono state interpretate male e si è quindi giunti a consigli di concimazione inadeguati, talora anche con negative conseguenze sulla produzione. È quindi ovvio che sia aumentata la diffidenza di tecnici ed agricoltori nei riguardi dell'analisi del terreno.

Imprecisioni e lentezze dei laboratori

Anche nel momento di massimo splendore delle analisi del terreno in Italia, vi erano degli ostacoli creati dalla notevole confusione sulle metodiche di analisi, che permaneva malgrado i tentativi di normalizzazione della SISS (1976 e 1985) e dell'Unichim (1985 e 1988).

Anche dopo l'emanazione del D.M. 11 maggio 1992 vi sono alcuni isolati laboratori che ignorano i metodi ufficiali, del tutto o in parte. Ciò crea una certa confusione, ma sicuramente un problema assai più grave è il persistere di errori nelle analisi, spesso attribuibili a scarsa professionalità specifica.

Infatti a seguito della chiusura di buona parte dei laboratori specializzati nelle analisi dei terreni, dove il personale era altamente specializzato, molti si sono rivolti a laboratori che prevalentemente si occupano di altri settori analitici, generalmente più redditizi (protezione ambientale, vino, latte, ecc.). In molti casi questi laboratori si sono trovati ad effettuare alcune decine o al massimo alcune centinaia di analisi del terreno all'anno che ine-

vitabilmente sono effettuate da personale privo di quell'esperienza specifica che è indispensabile ad una corretta esecuzione delle analisi del terreno, solo apparentemente semplici. Chiunque abbia operato in un laboratorio sa anche che le certificazioni di qualità, sebbene sempre più diffuse, non sono in grado di garantire l'esperienza del personale e la capacità di intuizione che caratterizzano un buon analista.

La diffusione di risultati clamorosamente sbagliati, anche per parametri facilmente controllabili (ad esempio la tessitura), ha inevitabilmente aumentato la diffidenza nelle analisi del terreno.

Anche il problema della lentezza nell'effettuazione delle analisi ha contribuito alla sfiducia nei riguardi delle analisi del terreno, soprattutto in passato, quando si arrivava anche a nove mesi tra campionamento ed emissione del bollettino. Le maggiori responsabilità a riguardo erano però di quei laboratori pubblici che ora, come visto sopra, sono in gran parte inattivi.

Prospettive delle analisi del terreno in Italia

Buona parte delle cause di crisi della pratica delle analisi del terreno, sopra descritte, non è rimovibile, in quanto dipende da fattori economici generali (come il calo della redditività dei fertilizzanti e la chiusura di laboratori importanti) e/o dalle scelte della politica agricola comunitaria (come la diminuzione dell'impiego di fertilizzanti).

Per rimuovere le carenze dell'assistenza tecnica, a lungo termine sarebbe necessaria una maggiore attenzione da parte degli organismi di istruzione (facoltà di agraria ed istituti tecnici) all'impiego delle analisi del terreno. Un'azione di questo tipo, sicuramente auspicabile, potrà però avere successo solo nell'arco dei decenni.

Per ottenere risultati a più breve termine bisognerebbe provvedere ad una riqualificazione dei tecnici già operanti, ma a tal fine è indispensabile una azione di tipo politico e di sviluppo culturale per rimuovere l'attuale disinteresse degli enti pubblici.

Parallelamente è indispensabile un'azione di riqualificazione dei laboratori, sia per quanto riguarda l'esecuzione delle analisi, che soprattutto, per la loro interpretazione. L'Osservatorio nazionale permanente per i fertilizzanti può sicuramente giocare un ruolo importante in queste azioni, che comunque, come si è detto, presentano difficoltà notevolissime e richiederanno sicuramente tempi assai lunghi.

Un aiuto alla diffusione delle analisi del terreno potrà forse venire dalla diffusione della Precision farming, che richiede l'effettuazione di numerose ed accurate analisi, pur ponendo ulteriori problemi per quanto riguarda sia i campionamenti che l'attività di laboratorio (Oliver e Frogbrook, 1998; Collins e Budden, 1998). Lo sforzo di ricerca e sviluppo necessario ad adattare queste tecniche agricole alla realtà europea (Graziano, 1999) potrà sicuramente favorire una ampia discussione sull'argomento, che si ripercuoterà positivamente sia sullo stimolo ad effettuare ulteriori analisi che sulla accuratezza delle stesse e della loro interpretazione.

Bibliografia citata

- COLLINS C., BUDDEN A.L. (1998). Soil analysis techniques – The need to combine precision with accuracy. Proc. 418, The International Fertiliser Society, York.
- CONSALTER A., CLAMOR L., GIANDON P. (1988). Situazione dei laboratori per analisi di terreni e vegetali in strutture regionali e provinciali. p. 395-417 In: SISS-Unichim. Atti delle Giornate di studio sull'analisi del suolo. Verona, September 1988.
- GENEVINI P.L. (1988). Le analisi di routine in Italia e all'estero. p. 384-394 In: SISS-Unichim. Atti delle Giornate di studio sull'analisi del suolo. Verona, September 1988.
- GRAZIANO P.L. (1999). Aggiustiamo il precision farming. *Terra e Vita* 39(2):31-35
- GREENWOOD D.J., NEETESON J.J. (1992). High yield nutrient management systems and environmental constraints: the world scene. p. 386-397 In: Proceeding of the second congress of the European Society of Agronomy. Warwick, agosto 1992.
- MIRAF (Ministero delle Risorse Agricole, Alimentari e Forestali). (1994). Metodi ufficiali di analisi del suolo. Ismea, Roma. pp 207.
- OLIVER M.A., FROGBROOK Z.L. (1998). Sampling to estimate soil nutrients for precision agriculture. Proc. 417, The International Fertiliser Society, York.
- PERELLI M. (1982). Ottimizzazione della concimazione fosfo-potassica. *L'Informatore Agrario* 38(27):21699-21701.
- PERELLI M. (1985). Una nuova metodologia per l'interpretazione delle analisi del terreno e l'ottimizzazione della concimazione. *L'Informatore Agrario* 41(34):81-95.
- PERELLI M. (1987). Tecniche ed economia della fertilizzazione. p. 185-209 In: "Informatica in Agricoltura", Atti dei convegni, Verona gennaio e novembre 1987.
- PERELLI M. (1988). Metodologie di interpretazione delle analisi del terreno. p. 460-480 In: SISS-Unichim. Atti delle Giornate di studio sull'analisi del suolo. Verona, settembre 1988.
- PERELLI M. (1990). Experience with fertilizer recommendations in Italy and in Southern Europe. p. 317-333 In: Development of K-Fertilizer Recommendations. Proceeding of the 22 Colloquium of the international Potash Institute. Soligorsk (URSS), giugno 1990.
- PERELLI M. (1992). Esperienze sui consigli di concimazione in Italia e nel Sud Europa. *L'Informatore Agrario*, Supplemento 48(1):41-46.
- SISS (1976). Metodi Normalizzati per l'analisi del suolo. *Bollettino Società Italiana di Scienza del Suolo*, 10.
- SISS (1985). Metodi Normalizzati di analisi del suolo. Edagricole, Bologna
- SISS-UNICHIM (1988). Atti delle Giornate di studio sull'analisi del suolo. Verona, settembre 1988.
- UNICHIM (1985). Analisi dei terreni agrari - parte I: metodi manuali. Manuale 145/I. Milano.
- UNICHIM (1988). Analisi dei terreni agrari - parte II: metodi semiautomatici. Manuale 145/II. Milano.
- VISINTINI ROMANIN M. (1982). La ricerca chimica agraria e gli studi pedologici nel Friuli-Venezia Giulia. 1° aggiornamento dell'Enciclopedia monografica del Friuli-Venezia Giulia. pag. 219-242.

ANALISI FOGLIARI E FABBISOGNO DI FERTILIZZANTI IN AGRUMICOLTURA

Francesco Intrigliolo

Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura
Corso Savoia, 190 - 95024 Acireale

Il concetto di fertilizzazione, come mezzo per soddisfare le esigenze nutritive della pianta e aumentarne la produttività, deve integrarsi con quello di validità agro-ambientale, non trascurando la redditività dell'azienda. Si deve, pertanto, mantenere o migliorare la fertilità del suolo, intesa come risorsa rinnovabile da conservare per le future generazioni.

Nell'ottica di una gestione sostenibile del terreno è da sottolineare che gli agrumi sono coltivati in ambiente a clima mediterraneo in cui i rischi di perdita di fertilità sono molto elevati per la veloce mineralizzazione della sostanza organica (Sequi, 1992; Intrigliolo, 1999). Inoltre le piogge, insufficienti e mal distribuite durante l'anno, possono considerarsi pressoché nulle per il bilancio idrico del terreno nei mesi di giugno-agosto, quando l'esigenze idriche delle piante sono molto elevate. Alla luce di quanto sommariamente evidenziato, risulta indispensabile una gestione congiunta del *continuum* "pianta-suolo-atmosfera".

L'impostazione di un piano di fertilizzazione convenzionale o integrata non può sottrarsi alle valutazioni agronomiche delle varie componenti dell'agroecosistema "agrumeto" e delle loro intime interconnessioni (Intrigliolo *et al.*, 1998). Si dovranno avere dettagliate notizie su: terreno (caratteristiche e potenzialità); piante (specie, varietà, portinnesto, età, stato nutrizionale, vegetativo e fitosanitario); condizioni climatiche; acque d'irrigazione (per gli apporto sia di nutrienti sia di elementi indesiderati); condizioni di campo (giacitura, orografia, sesto d'impianto, ecc.); tecniche colturali (piani di concimazione e d'irrigazione, potatura, ecc.); risultati vegeto-produttivi degli ultimi anni (entità della produzione, qualità dei frutti, eventuali fisiopatie).

Per una coltura arborea risulta palese l'importanza di integrare questo notevole numero d'informazioni e di procedere a un bilancio dei nutrienti nel terreno e nella pianta. In conseguenza, risulta evidente l'improprietà di generiche formule di concimazione.

Fra i mezzi diagnostici utilizzabili per la definizione dei piani di concimazione degli agrumi, la diagnostica fogliare fornisce importanti indicazioni sullo stato nutritivo dei vari elementi nelle piante, che dovranno essere valutati anche in funzione dell'obiettivo produttivo che l'agricoltore si prefigge (Embleton *et al.*, 1996; Lee e Mayer, 1996). L'analisi del suolo ha, invece, un valore diagnostico più ridotto come guida alla fertilizzazione, ma risulta indispensabile per conoscerne le caratteristiche fisico-chimiche, lo stato di fertilità generale, la reazione, il livello di salinità, ecc.

Bilancio nel terreno e nella pianta degli elementi

È importante un bilancio nel terreno delle disponibilità degli elementi per la pianta. Si dovranno valutare le singole voci, alcune si possono stimare con discreta approssimazione, altre sono di più difficile determinazione. I riscontri analitici, inoltre, debbono essere attentamente interpretati per stabilire la potenzialità e la reattività del suolo.

I fattori che interferiscono sull'entità degli apporti naturali di azoto sono elevatissimi e derivano: dalla frazione minerale disponibile, dalla mineralizzazione della sostanza organica nativa, dagli inerbimenti spontanei o controllati, dal materiale di risulta della potatura e, normalmente in misura poco rilevante, dalle deposizioni atmosferiche e dalle acque irrigue. In queste valutazioni gioca un ruolo importante l'espansione orizzontale e verticale degli apparati radicali, che dipende dall'età delle piante, dal sesto, dal sistema irriguo utilizzato e dalla natura del terreno. Bisogna, però, conteggiare anche le perdite dell'elemento: per lisciviazione dei nitrati, causate dalle precipitazioni autunno-vernine (N residuo dal precedente ciclo colturale) o dagli eccessi irrigui; per volatilizzazione dell'azoto ammoniacale apportato con le concimazioni. L'immobilizzazione dell'N per l'organizzazione da parte della biomassa microbica deve considerarsi solo una indisponibilità temporanea (Sequi, 1992). Le perdite sono strettamente connesse alle condizioni edafiche, specie se si somministrano formulati minerali ricorrendo a tecniche e scegliendo periodi in cui il fenomeno è più attivo (MIRAAF, 1993).

Le aliquote di fosforo e potassio assorbite dalla pianta derivano prevalentemente dalle riserve minerali del suolo, mentre, gli apporti natura-

li in forma organica, dovuti alla mineralizzazione della s.o., sono alquanto limitati. Per meccanismi diversi i due elementi spesso si rendono indisponibili per la pianta; l'insolubilizzazione del P è funzione del tipo di terreno, dei livelli di calcare, dei fertilizzanti utilizzati mentre il K viene immobilizzato nei terreni con livelli di argilla superiori al 20%, per contro nei suoli particolarmente sabbiosi si possono anche avere lisciviazioni.

Nel bilancio della pianta si può risalire, con scarso margine di errore, alle perdite di nutrienti con la produzione (Rapisarda *et al.*, 1995) e il materiale di risulta della potatura (Calabrese e Panno, 1986), mentre le asportazioni con le attività fisiologiche, riproduttive e vegetative non sono facilmente valutabili (Legaz e Primo Millo, 1988). La diagnostica fogliare può stimare quelle aliquote di elementi assimilati dalla pianta che diventano di pronto utilizzo e mobilizzazione in particolare alla ripresa vegetativa.

Un tentativo di riepilogare le esigenze nutritive di una pianta adulta di agrume è riportata nella tabella 1. I valori sono alquanto indicativi e soggetti a notevoli oscillazioni in relazione alla combinazione di molti fattori.

Tabella 1

Esigenze nutritive medie annuali

Pianta adulta *	N	P	K
Asportazioni (g) produzione e potatura	175	13	103
Consumi fisiologici annuali (g)	375	32	158
Riserve interne disponibili** (g)	192	8	65
Esigenze annuali (g)	358	38	196

* Produzione 75 kg

** Valore da sottrarre alla somma delle due voci precedenti. Le riserve interne coprono circa il 30-40 % dell'N, 15-20 % del P e 20-30 % del K consumati con la produzione, la potatura e i fabbisogni fisiologici.

La diagnostica fogliare

E' indispensabile precisare che l'analisi fogliare, di notevole validità come mezzo diagnostico, non può rappresentare il solo elemento per impostare, con semplici procedure di calcolo, piani di fertilizzazione, ma deve integrarsi con altre valutazioni agronomiche e analitiche.

I primi tentativi di utilizzare le foglie per diagnosticare lo stato

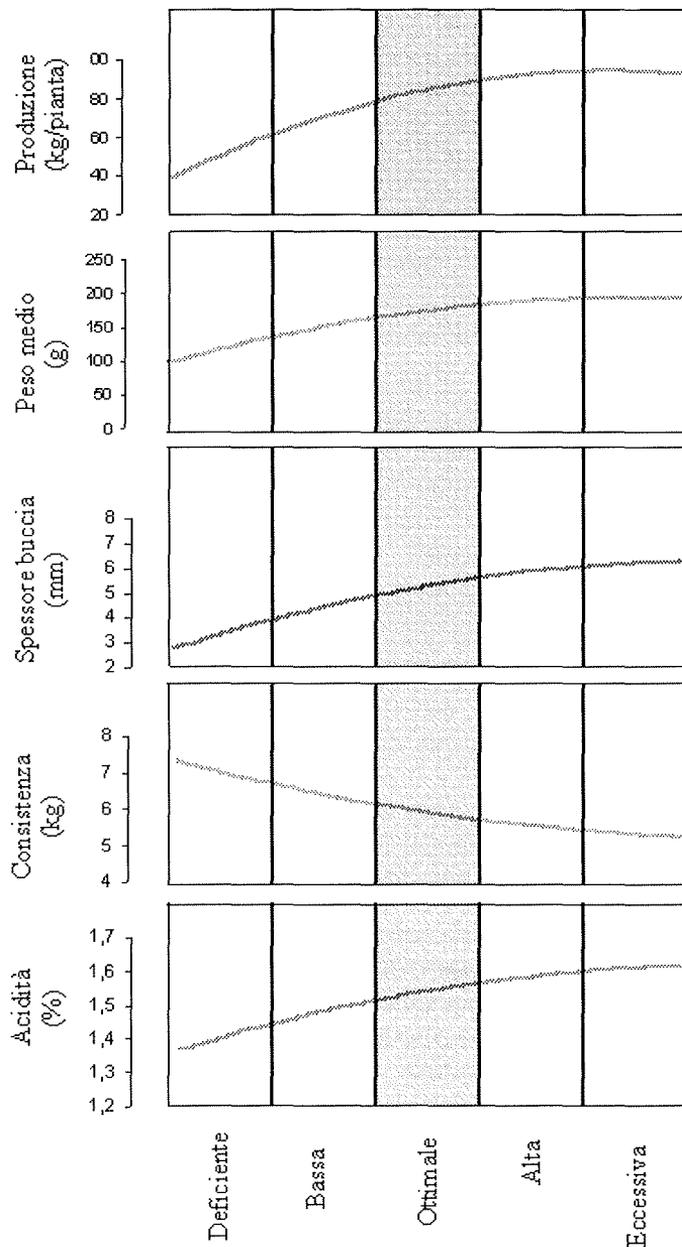
nutrizionale degli agrumi e impostare i piani di concimazione iniziarono negli USA negli anni '40 con i lavori di Chapman e Brown (1950), successivamente, Embleton *et al.* (1963) e Smith (1962), mentre in Italia le prime ricerche furono avviate a meta degli anni '50 (Pennisi e Scuderi, 1959; Damigella, 1966). Oggi nell'agrumicoltura italiana la diagnostica fogliare è una tecnica consolidata da almeno 20 anni, con precisi protocolli nelle tecniche di prelievo e di analisi dei campioni. Inoltre, si dispone di collaudati standard di riferimento, adattati alle nostre condizioni climatiche, alle varietà e alle cultivar tipiche del nostro patrimonio varietale. Risulta, perciò, di particolare importanza e di frequente utilizzo nella pratica di campo come supporto tecnico per la definizione dei piani di fertilizzazione.

La base scientifica della diagnostica fogliare deriva dalla stretta correlazione fra l'attività vegeto-produttiva della pianta e la dotazione in elementi presenti nelle foglie (Embleton *et al.*, 1973; Scuderi e Raciti, 1985); allontanandosi dalla concentrazione ottimale dei vari nutrienti si hanno riflessi negativi sullo stato vegetativo, sull'entità della produzione e sulla qualità dei frutti, anche se di diversa entità al variare del nutriente (Fig.1). In assenza di fattori che limitano l'attività di assorbimento e traslocazione degli elementi, la diagnostica fogliare fornisce un'indicazione precisa sul loro utilizzo da parte della pianta, giacché le foglie sono molto sensibili alle variazioni di composizione del mezzo nutritivo. Infatti, nelle foglie delle piante sempreverdi, oltre a importanti processi fisiologici, si ha, in maggior misura rispetto alle radici e alla parte aerea legnosa, l'immagazzinamento di sostanze di riserva che danno vita al ciclo interno degli elementi.

In particolare per l'N, il ciclo interno riveste importanza in tutte le piante a ciclo poliennale rendendo parzialmente indipendente la fase vegetativa e riproduttiva dall'assorbimento dell'elemento dal terreno (Kato *et al.*, 1984; Dasberg, 1987; Legaz *et al.*, 1995). Dasberg (1987) sottolinea l'importanza che la fertilizzazione può avere se orientata al miglioramento dello stato nutrizionale della pianta per incrementarne le riserve interne, che verranno messe a disposizione con il ciclo interno dell'elemento. Per questo meccanismo la fertilizzazione azotata deve assicurare un arricchimento dell'elemento nel periodo in cui i fabbisogni vegeto-produttivi della pianta sono limitati, come in estate e in autunno. Negli agrumi alla ripresa vegetativa il contributo dell'N proveniente dalle riserve accumulate nella pianta può rappresentare anche l'80% dell'intero fabbisogno (Feigenbaum *et al.*, 1987). Per lo sviluppo dei flussi vegetativi estivo e autunnale le aliquote di N provenienti dalle riserve scendono rispettivamente al 40 e al 20% (Legaz *et al.*, 1995).

Figura 1

Variatione di alcuni parametri produttivi nell'arancio "Tarocco" in funzione del livello di azoto nelle foglie. *Rielaborata da: Intrigliolo et al., 1990*



Dotazione fogliare in azoto

Altra importante funzione della diagnostica fogliare è la precoce diagnosi di stati iniziali di squilibri nutrizionali, ancora non conclamati e pertanto non facilmente individuabili visivamente. Le sintomatologie fogliari di squilibrio non sono per tutti gli elementi facilmente riconoscibili e sovente sono simili; inoltre, si può avere la contemporanea presenza di sintomatologie di alterazioni di due o più nutrienti che sovrapponendosi si mascherano rendendo la diagnosi visiva poco attendibile. Sono tipiche le contemporanee carenze di Zn e Mn, in cui il primo occulta la deficienza del secondo, o i sintomi carenziali di Fe che, nelle forme acute, possono nascondere lo squilibrio di altri elementi. Soprattutto per i macroelementi gli alti o i bassi livelli fogliari incidono sulla qualità dei frutti e, con effetti opposti, complicano la diagnosi visiva; inoltre, molti peggioramenti qualitativi dei parametri carpometrici dei frutti e alcune fisiopatie (spaccatura e incrinatura dell'albedo) sono anche riconducibili ad avversi fattori climatici o idrici.

In conseguenza, in un determinato periodo del loro sviluppo, utilizzando precise tecniche di prelievo, di analisi e standard di riferimento, il livello raggiunto dagli elementi nutritivi nelle foglie può fornire una risposta alquanto precisa sullo stato nutrizionale delle piante. Ma le difficoltà che si possono incontrare nella campionatura e i fattori di variabilità dei risultati delle analisi sono molteplici.

Il contenuto degli elementi nelle foglie dipende da diversi fattori: l'età, il tipo e la posizione della foglia che si campiona; la fase fenologica in cui avviene il prelievo; la disponibilità di nutrienti del suolo; la produzione; lo stato fitosanitario; ecc. (Embleton *et al.*, 1973; Scuderi e Raciti, 1985). Inoltre, indipendentemente dalla tecnica di prelievo, è un fattore di variabilità la specie, la varietà e il portinnesto, che può determinare un diverso assorbimento e traslocazione degli elementi minerali con conseguenti ripercussioni sui livelli nutrizionali fogliari della pianta, soprattutto dei microelementi (Reuther *et al.*, 1958; Smith, 1962; Scuderi e Raciti, 1985).

Le diverse attività vegetative durante l'anno portano ad avere nella pianta la contemporanea presenza di foglie di differenti età, cresciute in condizioni climatiche e disponibilità di nutrienti diversi. Anche la posizione della foglia sulla chioma, il grado d'insolazione e lo stato fitosanitario possono rendere variabili i risultati.

L'interpretazione dei riscontri analitici presenta alcune complessità, poichè devono considerarsi: i rapporti di sinergismo o antagonismo fra gli elementi quali causa di squilibri nutrizionali; i fattori ambientali; l'effetto drenante esercitato dalla produzione, specie per K e N; la conduzione dell'agrumeto; la presenza di eventuali malattie biotiche o abiotiche; ecc.

Per interpretare l'analisi fogliare si comparano i risultati ottenuti con i valori fogliari standard dei singoli elementi, che corrispondono ad una classe nutrizionale ben definita.

- “deficiente” ⇒ la normale attività vegeto-produttiva viene compromessa e la sintomatologia è tipica ed evidente;
- “bassa” ⇒ le disponibilità dell'elemento sono limitate per scarsa presenza nel terreno o per fenomeni di antagonismo con altri nutrienti. La sintomatologia non è facilmente individuabile;
- “ottimale” ⇒ l'elemento, congiuntamente con gli altri, assicura le migliori condizioni nutritive per un ottimale risultato vegeto-produttivo della pianta;
- “alta” ⇒ l'elemento è presente in quantità eccedente il normale fabbisogno o per eccesso nel terreno o per disturbi metabolici dovuti a fenomeni antagonistici. La sintomatologia non è facilmente individuabile;
- “eccessiva” ⇒ l'anormale presenza dell'elemento nella pianta altera il normale metabolismo causando fenomeni di tossicità, con una sintomatologia ben evidente.

In molte realtà agrumicole mondiali, come Argentina, Australia, Italia, Spagna e USA è generalmente accettato che debbano campionarsi foglie raccolte da rametti terminali non fruttiferi, esenti da emissioni di vegetazione successiva, poste all'esterno dell'albero e appartenenti al primo flusso primaverile. Si possono prelevare la seconda, la terza o la quarta foglia del rametto. Gli standard di riferimento si riferiscono alle cv. “Washington navel” e “Valencia late” (Tab. 2), che rappresentano le varietà di arancio maggiormente diffuse a livello mondiale (Embleton *et al.*, 1973). Facendo riferimento a detti standard, presso l'Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura sono stati condotti lavori di verifica per le varietà più diffuse in Italia e per apportare i necessari aggiustamenti in funzione di quanto evidenziato dai dati sperimentali (Intrigliolo, 1982-83; Intrigliolo, 1985; Intrigliolo *et al.*, 1986-87; Intrigliolo *et al.*, 1990; Intrigliolo e Intelisano, 1997; Intrigliolo *et al.*, 1999). Da questi studi scaturisce la piena validità, anche nell'ambiente pedoclimatico agrumicolo italiano, dei citati standard (Tab. 2) per le cultivar del gruppo navel, clementine e per la cv. “Valencia late”, mentre valori di azoto diversi si sono registrati per le cultivar di arancio pigmentato “Tarocco” “Moro” e “Sanguinello”, per il limone e il bergamotto (Tab. 3). Sarebbe, tuttavia, opportuno definire gli standard nutrizionali delle cultivar di recente costituzione o introduzione.

Tabella 2

Valori di riferimento per la diagnosi dello stato nutrizionale dell'arancio

Elemento	Classi nutrizionali *				
	deficiente	bassa	ottimale	alta	eccessiva
azoto (%)	<2,20	2,20-2,39	2,40-2,69	2,70-2,80	>2,80
fosforo (%)	<0,09	0,09-0,11	0,12-0,16	0,17-0,30	>0,30
potassio (%)	<0,40	0,40-0,69	0,70-1,09	1,10-2,30	>2,30**
calcio (%)	<1,60	1,60-2,99	3,00-5,59	5,60-7,00	>7,00**
magnesio (%)	<0,16	0,16-0,25	0,26-0,69	0,70-1,20	>1,20**
zolfo (%)	<0,14	0,14-0,19	0,20-0,39	0,40-0,60	>0,60
boro (mg kg ⁻¹)	<21	21-30	31-100	101-260	>260
ferro (mg kg ⁻¹)	<36	36-59	60-120	130-250	>250**
manganese (mg kg ⁻¹)	<16	16-24	25-200	300-500	>500**
zinco (mg kg ⁻¹)	<16	16-24	25-100	110-200	>200**
cloro (%)			<0,30	0,40-0,70	>0,70
sodio (%)			<0,16	0,17-0,25	>0,25

* valori riferiti alla concentrazione degli elementi nutritivi sulla s.s. in foglie di 5-7 mesi di età prelevate da rametti terminali non fruttiferi del ciclo primaverile

** valori stimati

Da: Embleton et al., 1973

Tabella 3

Possibili valori di riferimento per la diagnosi dello stato nutrizionale azotato di alcune specie e varietà coltivate in Italia

Specie o varietà	Classi nutrizionali *				
	deficiente	bassa	ottimale	alta	eccessiva
Arancio					
Tarocco, Moro, Sanguinello	<2,10	2,10-2,29	2,30-2,59	2,60-2,70	>2,70
Tarocco nucellare	<1,80	1,80-1,99	2,00-2,29	2,30-2,40	>2,40
Limone	<2,00	2,00-2,19	2,20-2,49	2,50-2,60	>2,60
Bergamotto	<1,80	1,80-1,99	2,00-2,29	2,30-2,40	>2,40

* valori riferiti alla concentrazione (%) degli elementi nutritivi sulla s.s. in foglie di 5-7 mesi di età prelevate da rametti terminali non fruttiferi del ciclo primaverile

In altri Paesi (Brasile, Israele e Sud Africa) la metodologia utilizzata prevede il prelievo di foglie sempre da rametti appartenenti al primo flusso vegetativo primaverile ma con un frutto in posizione terminale.

Tra i due metodi quello dei rametti vegetativi offre maggiori vantaggi:

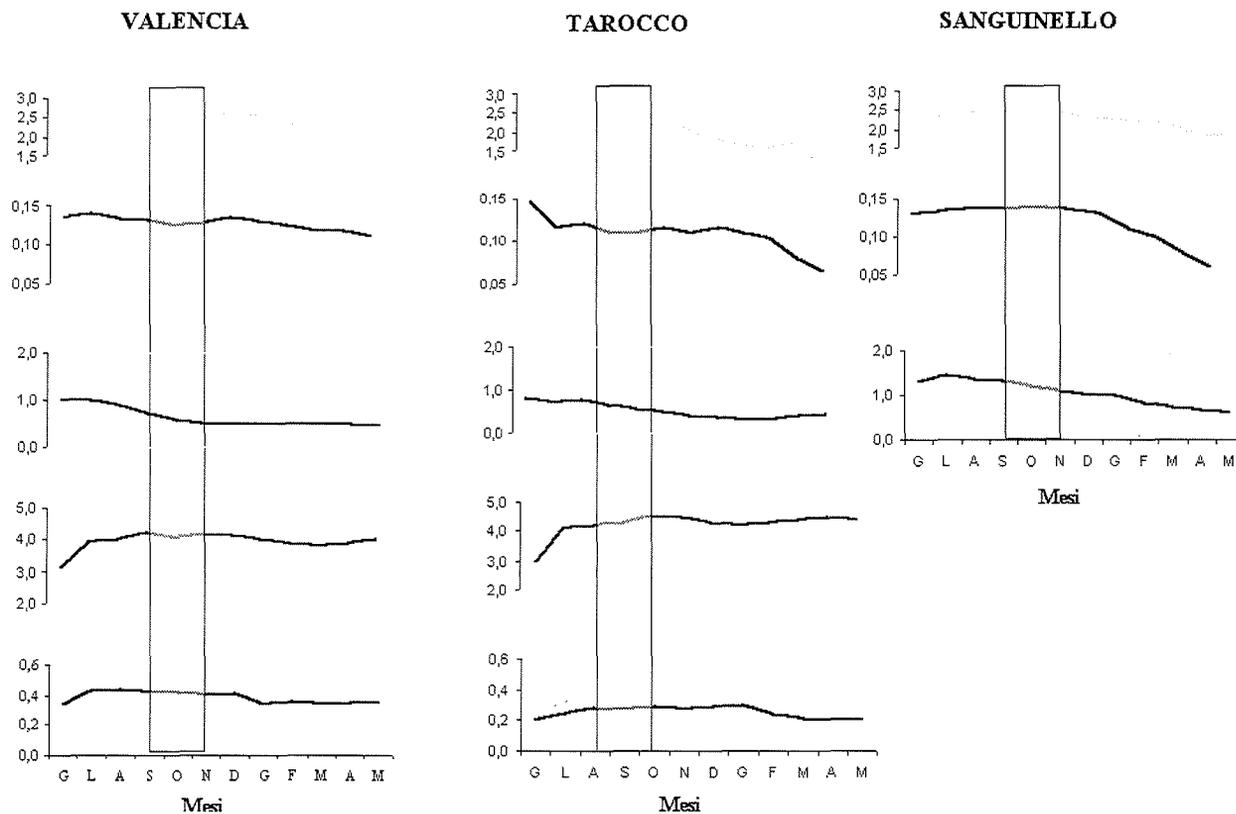
- si trovano più abbondanti sulla pianta rispetto ai rametti con frutto (specie negli alberi molto giovani o con scarsa produzione);
- sono meno soggetti alla depauperazione di nutrienti dovuta alla vicinanza del frutto;
- sopporteranno la fioritura e la fruttificazione dell'anno seguente, pertanto la determinazione del contenuto di nutrienti delle loro foglie fornisce una migliore stima delle riserve della pianta.

La possibilità di confondere queste foglie con quelle degli altri flussi vegetativi è il principale inconveniente. Generalmente le foglie dell'emissione primaverile sono distinguibili perchè più strette, appuntite e lanceolate, mentre quelle della vegetazione di fine primavera-inizio estate, alquanto simili per colore e consistenza alle primaverili, sono più rotondegianti. La vegetazione di tarda estate e autunnale è individuabile per la diversa consistenza e la forma più rotonda, ma soprattutto per il colore verde pallido tipico della vegetazione ancora giovane. Anche le foglie della vegetazione primaverile dell'anno precedente hanno forma lanceolata ma sono più spesse, con il profilo esterno necrotizzato e con evidenti sintomi di senescenza; uguali caratteristiche presentano le foglie vecchie ma di flussi successivi a quello primaverile.

Le foglie da campionare devono rappresentare lo stato nutritivo dell'intero impianto, non devono essere ne troppo grandi ne troppo piccole, ne presentare sintomi di carenza superiori a quelle diffuse nell'appezzamento da cui si preleva, ne mostrare alterazioni, malformazioni o attacchi parassitari (Embleton *et al.*, 1973; Scuderi e Raciti, 1985). Le foglie, da prelevare da tutte l'esposizioni della pianta a un'altezza compresa tra 50 e 200 cm, devono provenire dalla periferia della chioma ed essere esposti alla luce.

Nel nostro ambiente (Intrigliolo *et al.*, 1981; Intrigliolo, 1982-83; Scuderi *et al.*, 1984; Scuderi e Raciti, 1985) le foglie vanno prelevate nel periodo compreso tra metà settembre e metà novembre quando, a 5-7 mesi di età, hanno raggiunto la maturità fisiologica e il livello degli elementi e le oscillazioni nel tempo si sono nel complesso stabilizzati (Fig. 2).

Figura 2 - Variazione dei contenuti degli elementi minerali nelle foglie di tre cultivar di arancio nel corso dell'anno.
 Rielaborata da: Intrigliolo, 1982 - 83; Intrigliolo et al., 1981; Scuderi et al., 1984.



Per determinare il numero di campioni da raccogliere in un agrumeto si considerano fattori discriminanti le diversità che si hanno a livello di suolo e di piante. In conseguenza s'individuano parcelle omogenee per tessitura, fertilità, profondità del suolo, reazione, ecc. Al loro interno si identificheranno delle subparcelle (unità di campionamento), in cui le piante devono essere uniformi per combinazione d'innesto, età e rappresentare le condizioni vegeto-produttive medie dell'apezzamento. Occorre prelevare un campione di foglie da ogni subparcella che, anche in condizioni di estrema omogeneità dell'impianto, non deve superare i 4 ha. Il numero ottimale di alberi da campionare oscilla fra il 5 e il 10 % del totale delle piante dell'unità di campionamento. Fra le varie procedure di prelievo è preferibile il sistema in cui si individuano gli alberi lungo un tracciato a X o a W, campionando dalle piante che si incontrano nel percorso 1-2 foglie a destra e a sinistra.

Le foglie raccolte verranno poste in sacchetti di polietilene perforati e portati in laboratorio. E' conveniente utilizzare per il trasporto un contenitore refrigerato. Potranno esser conservate in frigorifero a una temperatura di 3-4°C per alcuni giorni. La refrigerazione riduce le perdite di sostanza secca e la conservazione nei sacchetti di polietilene evita il disseccamento delle foglie.

Fabbisogno di fertilizzanti

La gestione della fertilizzazione in agrumicoltura è praticabile nei diversi metodi di produzione, dal convenzionale al biologico, con differenti tecniche di somministrazione e una serie ampia di formulati per cui è difficile definire un univoco orientamento guida.

Negli agrumi le esigenze nutritive in N, P e K vengono soddisfatte mediante opportuni interventi fertilizzanti, mentre non si prevedono concimazioni specifiche per Ca e S, sia per le buone dotazione dei suoli sia perchè già presenti nei comuni formulati fertilizzanti. Il Mg, il Fe, il Mn e lo Zn, invece, assumono particolare importanza nella nutrizione di tutti gli agrumi.

L'**azoto** entra nei piani di concimazione annuali sia perché difficilmente immagazzinabile nel terreno sia perché fortemente correlato con lo sviluppo e la produzione. Nel periodo estivo-autunnale, soddisfatte le esigenze fisiologiche e produttive, si accumula principalmente nelle foglie per essere rimobilizzato (ciclo interno) prevalentemente alla ripresa vegetativa,

da ciò l'importanza di una disponibilità continua nel tempo dell'elemento. Il frazionamento, anche spinto, diventa indispensabile nei suoli tendenzialmente sabbiosi e nei giovani impianti. Un apporto anticipato dell'elemento può favorire il rischio di perdite per dilavamento mentre gli interventi nel periodo dell'allegagione possono determinare cascola di frutticini e indesiderate rifioriture.

Fra gli agrumi il limone è più esigente, anche per il maggior numero di flussi vegetativi e fioriture durante l'anno, seguono il bergamotto, il gruppo mandarini e l'arancio, naturalmente con differenze, anche ampie, legate alla cultivar (Intrigliolo, 1985; Intrigliolo *et al.*, 1990; Intrigliolo e Intelisano, 1997; Intrigliolo *et al.*, 1999).

Considerando un corretto bilancio dell'elemento, le somministrazioni annuali per impianti adulti di medio sviluppo e produttività, con una densità di 400 piante ettaro, possono essere compresi fra 110-150 kg/ha, con livelli un pò più elevati per il limone e il bergamotto.

Un eccessivo livello azotato negli agrumi favorisce: lussureggiamento delle piante, incremento del numero dei frutti, ridotta pezzatura, ritardo di colorazione, rugosità e incremento dello spessore della buccia. La carenza condiziona negativamente l'attività vegetativa, la fioritura e l'allegagione; nei frutti induce basso contenuto in zuccheri e in vitamina C, aumento dell'acidità e ridotta pigmentazione.

Con gli altri elementi della nutrizione mostra antagonismo nei riguardi di P, K mentre influenza positivamente l'assorbimento di Mg, Mn e, in minor misura di Zn (Embleton *et al.* 1973; Koo, 1984; Scuderi e Raciti, 1985; Intrigliolo e Intelisano, 1997; Intrigliolo *et al.*, 1999).

Il **fosforo** si trova in buona parte concentrato nelle radici da cui si muove verso i principali *sink* di utilizzo (organi di nuova formazione) alla ripresa vegetativa, mentre è assorbito in maggior misura in estate e autunno (Smith, 1962; Scuderi e Raciti, 1985).

L'influenza del P sull'entità e sulla qualità della produzione per arancio, mandarini e pompelmo è sempre positiva in quanto anticipa la maturazione, aumenta il contenuto zuccherino e diminuisce l'acidità del frutto, regolandone la grossezza e lo spessore della buccia, che si presenta più liscia. I frutti, inoltre, mostrano la colonna carpellare ben chiusa e una maggiore consistenza. Per contro, sul limone gli alti livelli di concimazione fosfatica interferiscono negativamente sulla quantità di acido citrico dei frutti. Il fosforo, inoltre, regola il metabolismo degli altri elementi della nutrizione; se i livelli fogliari sono elevati l'assorbimento dell'N è contenuto e si pos-

sono manifestare fenomeni di carenza di Cu e Zn.

Per la scarsa mobilità nel suolo e per la difficile cura degli stati carenziali è consigliabile somministrare l'elemento con le concimazioni di fondo all'epoca dell'impianto e con le concimazione ordinarie in autunno-inverno o in fertirrigazione per consentire una maggiore mobilità lungo il profilo del terreno. Le fertilizzazioni organiche proteggono il P dall'insolubilizzazione che si verificano nei terreni con elevato contenuto di calcare attivo.

Essendo gl'interventi ordinari ampiamente condizionati dalla disponibilità dell'elemento nel suolo e da un notevole numero di altri fattori, non solo edafici, l'entità degli apporti risulta estremamente variabile.

Per il **potassio** il periodo di maggiore consumo è compreso fra la fine della fioritura e la maturazione dei frutti, nei quali viene a trovarsi in quantità elevate (Smith, 1962; Scuderi e Raciti, 1985; Rapisarda *et al.*, 1995). L'elemento è altamente rappresentato nelle foglie. L'eccesso determina un ridotto assorbimento del Mg, del Mn e spesso anche dello Zn (Scuderi e Raciti, 1985); sui frutti comporta un aumento della pezzatura, ma riflessi negativi sul contenuto in acidi e solidi solubili e sulla resa in succo. Condizioni di carenza causano sui frutti ritardo nella maturazione, pezzatura piccola e grana fine, ridotta serbevolezza e incremento dell'incrinatura dell'albedo e della spaccatura, sulle varietà suscettibili. La carenza di K può ascrivarsi a insufficienti reintegrazioni in suoli poco dotati, a fenomeni di retrogradazione a opera dell'argilla o dei complessi argillo-limosi o a fenomeni di antagonismo esercitati dal Ca o dal Mg.

L'elemento gode di scarsa mobilità, salvo nei terreni molto sciolti, pertanto difficilmente va soggetto a dilavamento a opera delle acque. La disponibilità per le piante è positivamente influenzata dalla temperatura e dall'elevato stato idrico del terreno.

Per le fertilizzazioni potassiche valgono le stesse considerazioni espone per il fosforo, inoltre, dovrà tenersi in conto la natura del terreno, i livelli di Ca e Mg e le asportazioni dovute alla produzione.

La cura di stati di carenza impegna tempi generalmente lunghi soprattutto se si opera su terreni argillosi o calcarei; per una precoce cura può essere più conveniente somministrarlo per via fogliare (Koo, 1984; Swietlik, 1996; Intrigliolo *et al.*, 1998).

Il **magnesio** deve considerarsi nei programmi di concimazione degli agrumi (Koo, 1984; Swietlik, 1996), in quanto gli stati carenziali sono molto diffusi, soprattutto per l'arancio. I più manifesti sintomi della deficienza si verificano in autunno sulle foglie, cui fa seguito una filloptosi ab-

bondante. La nutrizione magnesiacca si avvantaggia delle fertilizzazioni organiche; per la cura delle carenze si ricorre a concimazioni al terreno e/o a interventi fogliari.

Per il **ferro** l'assorbimento è negativamente influenzato dal pH alcalino e dall'eccessiva umidità del terreno. La carenza di ferro (clorosi ferrica) può lottarsi solo con le somministrazioni al terreno di chelati.

Le principali cause della carenza di **zinco**, alquanto frequente negli agrumeti italiani (Scuderi e Raciti, 1985), sono determinati dal basso contenuto, dall'alcalinità e dall'eccesso di umidità del terreno, nonché dalle laute concimazioni potassiche. L'arancio e il mandarino sono più sensibili delle altre specie alla carenza; fra i portinnesti il citrange "Troyer" è più sensibile dell'arancio amaro. Le piante affette da carenza di Zn sono poco produttive, i frutti maturano anticipatamente, sono di piccola pezzatura, poco colorati, con scarsa succosità e insipidi.

La carenza di **manganese** si riscontra sia nei terreni sabbiosi sia in quelli alluvionali (Scuderi e Raciti, 1985), per insufficiente dotazione o per fenomeni antagonistici causati da alti livelli di K.

Per la cura della carenza di zinco e manganese si ricorrere a interventi fogliari.

Nella gestione biologica il mantenimento o l'aumento della fertilità dei suoli deve essere affidato in primo luogo alla "concimazione verde" e all'incorporazione nel suolo dei residui della potatura. Ma essendo i consumi superiori agli apporti naturali risulta indispensabile ricorrere a fertilizzanti ausiliari organici, che sono insostituibili nell'impostazione di piani di fertilizzazione, sia per gli apporti di azoto, di cui sono l'unica fonte, sia per le concimazioni ordinarie di fosforo e potassio. Per questi ultimi occorre valutare i livelli che vengono apportati naturalmente e con i fertilizzanti organici e pareggiare l'eventuale deficit con prodotti consentiti dai disciplinari (fosforiti, solfato potassico magnesiacco, farina d'ossa, borlande di vinacce, melassa di barbabietola, ecc.).

Per la cura di microcarenze anche nell'azienda biologica si può ricorrere a interventi fogliari. La sostanza organica, specie per i microelementi, ne assicura un giusto livello di disponibilità per le piante non solo per gli effetti che svolge sulla struttura, sul pH ma anche sui processi di chelazione dei metalli, risultando in genere fra i migliori antidoti agli stati carenziali (Sequi, 1992).

Bibliografia

- CALABRESE F., PANNO M. (1986). Asportazione di elementi minerali con la legna della potatura nell'aranceto in Sicilia. *Tecnica Agricola*. XXXVIII. 3-4: 137-145.
- CHAPMAN H.D., BROWN S.M. (1950). Analysis of orange leaves for diagnosing nutrient status with reference to potassium. *Hilgardia*. 19: 1-4.
- DAMIGELLA P. (1966). Analisi chimica delle foglie nello studio delle relazioni fra terreno e piante arboree. II contributo. *Tecnica Agricola*. 5: 371-383.
- DASBERG S. (1987). Nitrogen fertilization in citrus orchards. *Israel Agresearch*. 21: 23-33.
- EMBLETON T.W., LABANAUSKAS C.K., JONES W.W., CREE C.B. (1963). Interaction of leaf sampling methods and nutritional status of orange trees and their influence on the macro and micronutrient concentration in orange leaves. *Proc. Americ. Soc. Hort. Sci.* 82: 131-139.
- EMBLETON T.W., JONES W.W., LABANAUSKAS C.K., REUTHER W. (1973). Leaf analysis as a diagnostic tool and guide to fertilization. *The Citrus Industry*. III: 183-210.
- EMBLETON T.W., COGGINS C.W., WITNEY G.W. (1996). What is the most profitable use of citrus leaf analysis? *Proc. Int. Soc. Citriculture*, 2: 1261-1264.
- FEIGENBAUMN S., BIELORAI H., ERNER Y., DASBERG S. (1987). The fate of N15 labelled nitrogen applied to mature citrus trees. *Plant and Soil*. 97: 179-187.
- INTRIGLIOLO F. (1982-83). Variazioni dei contenuti in azoto, fosforo e potassio nelle foglie dell'arancio cv. "Sanguinello moscato" nel corso dell'anno. *Ann. Ist. Sperim. Agrumicoltura*. XV-XVI: 97-107.
- INTRIGLIOLO F. (1985). Risposte produttive e nutrizionali di tre tipi di concime organico sull'arancio cv. "Sanguinello moscato". *Frutticoltura*, XLVII: 51-58.
- INTRIGLIOLO F. (1999). La fertilizzazione organica nelle colture arborée: piante sempre verdi. Collana Calderini: quaderno Panda n. 5. (In corso di stampa)
- INTRIGLIOLO F., SCUDERI A., RACITI G. (1981). Variazioni dei contenuti minerali delle foglie dell'arancio cv. "Tarocco" della linea nucellare nel corso dell'anno. *Tecnica Agricola* 1-2: 3-19.
- INTRIGLIOLO F., SCUDERI A., RACITI G., GIUFFRIDA A. (1986-87). Risposte vegeto-produttive dell'arancio agli interventi di concimazione organica. *Ann. Ist. Sperim. Agrumicoltura*. XIX-XX: 227-265.
- INTRIGLIOLO F., TROPEA M., RACITI G., SAMBUCCO G., GIUFFRIDA A., FISICHELLA G. (1990). Nutrizione minerale dell'arancio. IV Contributo: L'influenza della concimazione sulla nutrizione e sulla produzione dell'arancio "Tarocco" nucellare e vecchia linea. *Ann. Ist. Sperim. Agrumicoltura*. XXIII: 69-110.
- INTRIGLIOLO F., INTELISANO S. (1997). Effect of differential nitrogen application on nutrition, growth, yield and fruit quality in young lemon trees. Mineral nutrition and fertilizer use for deciduous fruit crops. *Acta Hort.* 448: 499-507.
- INTRIGLIOLO F., TITTARELLI F., ROCCUZZO G., CANALI S. (1998). Fertilizzazione degli agrumi. *L'Informatore Agrario*. 9: 79-84.
- INTRIGLIOLO F., CARUSO A., RUSSO G., GIUFFRIDA A., GAZEA F. (1999). Effetti della fertilizzazione azotata sui parametri vegeto-produttivi e nutrizionali del bergamotto. *Italus Hortus*. (In corso di stampa)
- KOO R.C.J. (1984). Recommended fertilizers and nutrition sprays for Citrus. *Agr. Exp. Stat., Univ. Florida, Bulletin* 536
- KATO T., YAMAGATA M., TSUKAHARA S. (1984). Seasonal variations in major nitrogenous components in buds, leaves, bark and wood of satsuma mandarin trees. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 53: 17-22.
- LEE L.S., MAYER D.G. (1996). Computerized nutritional data interpretation, and preparation of fertiliser recommendations for tree crop production systems. *Proc. Inter. Soc. Citriculture*. 2: 794-802.
- LEGAZ-PEREDES F., PRIMO-MILLO E. (1988). Normas para la fertilización de los agríos. Generalitat Valenciana, Cons. Agricultura i Pesca, Fullats Divulgació n°5/88.
- LEGAZ F., SERNA M.D., PRIMO-MILLO E. (1995). Mobilization of the reserve N in citrus. *Plant and Soil*. 173: 205-210.

- Ministero delle Risorse Agricole Alimentari e Forestali (1993). Codice di buona pratica agricola per la protezione delle acque dai nitrati.
- PENNISI L., SCUDERI A. (1959). Indagine sulla composizione minerale delle foglie di agrumi siciliani nel quadro della diagnostica fogliare. *Tecnica agricola*. 4/5: 515-523.
- RAPISARDA P., INTRIGLIOLO F., INTELISANO S. (1995). Mineral nutrition of deciduous fruit plants. *Acta Horticulturae*. 383: 125-133.
- REUTHER W., EMBLETON T.W., JONES W.W. (1958). Mineral nutrition of tree crops. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 175: 9-16.
- SCUDERI A., RACITI G. (1985). Trattato di agrumicoltura. Edagricole Bologna. 367-403.
- SCUDERI A., INTRIGLIOLO F., RACITI G. (1984). Changes in mineral leaf contents of "Valencia" orange during the year. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. 1: 143-147.
- SEQUI P. (1992). Chimica del suolo. Patron Ed.
- SMITH P.F. (1962). Mineral analysis of plant tissues. *Ann. Rev. Plant Physiol*. 81: 13-27.
- SWIETLIK D. (1996). Leaf analysis and fertilizers recommendations in Texas. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. 2: 1265-1268.

LA DIAGNOSTICA FOGLIARE NELLE PIANTE ARBOREE DA FRUTTO A FOGLIA CADUCA

Diego Scudellari¹, Moreno Toselli², Bruno Marangoni²,
Massimo Tagliavini²

¹ Centro Ricerche Produzioni Vegetali (Crpv)

Via Vicinale Monticino, 1969 - 47020 Diegorò di Cesena (FO)

² Dipartimento di Colture Arboree, Università degli Studi di Bologna

Via Filippo Re, 6 - 40126 Bologna

I moderni indirizzi della tecnica di fertilizzazione delle colture frutticole sono rivolti alla definizione di piani di concimazione in grado di favorire un buon equilibrio vegetativo degli alberi, un regolare livello produttivo e un'elevata qualità dei frutti (Marangoni *et al.*, 1997). Questi obiettivi prioritari devono essere raggiunti attraverso l'applicazione di strategie a basso impatto ambientale, come previsto dalle norme di Produzione Integrata, evitando il ricorso a tecniche irrazionali che non considerano la fertilità del terreno e lo stato nutrizionale degli alberi.

Già da alcuni anni, anche in Emilia-Romagna, sta aumentando l'interesse nei riguardi della diagnostica fogliare intesa come mezzo in grado di valutare il livello nutrizionale delle piante e fornire indicazioni efficaci per applicare corretti programmi di concimazione. Perché il ricorso a questa tecnica risulti effettivamente utile è necessario, tuttavia, considerare alcuni aspetti che sono specifici delle piante arboree da frutto e che vengono illustrati di seguito.

Fattori che condizionano la composizione minerale nelle foglie

In una pianta arborea da frutto i fattori che influenzano la concentrazione minerale nelle foglie sono molteplici e, tra questi, i più importanti risultano essere: il genotipo (specie, cultivar e portinnesto); l'età delle foglie e la carica produttiva dell'albero; l'ambiente pedo-climatico e le tecniche colturali applicate.

Genotipo - Le differenze tra le specie sono rilevanti ed ampiamente riportate in bibliografia (Shear e Faust, 1980; Lalatta, 1986; Martin-Prével *et al.*, 1987; Jones *et al.*, 1991). All'interno della medesima specie, la cultivar ed il portinnesto possono poi indurre differenti concentrazioni di nutrienti nelle foglie (Maltoni e Cobianchi, 1991). Un'indagine condotta sul melo (Tagliavini *et al.*, 1992) presso il Centro di Cadriano (BO) ha rilevato che la cv. Clear Red presenta concentrazioni di azoto (N), fosforo (P) e magnesio (Mg) superiori a quelle rilevate nella cv. Golden Delicious mentre un comportamento opposto è stato rilevato per potassio (K) e calcio (Ca) (Tab. 1). Differenze significative sono state indotte anche dal portinnesto: il soggetto nanizzante M 27 ha favorito le maggiori concentrazioni di N, Ca e Mg mentre l'MM 106, di medio vigore, ha stimolato un'elevata concentrazione di potassio (Tab. 1). Nel pesco, è stato osservato (Cobianchi *et al.*, 1988) che i soggetti appartenenti al gruppo dei susini (es. Damasco 1869, GF 655/2) inducono nel nesto una maggiore concentrazione di potassio e di manganese (Mn) rispetto al portinnesto franco (*P. persica*).

Tabella 1

Influenza della cultivar e del portinnesto sulla concentrazione (% s.s.) di macroelementi in foglie di melo.

CONCENTRAZIONI FOGLIARI					
Cultivar	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Golden Del.	2.30	0.19	1.02	1.18	0.29
Clear Red	2.56	0.22	0.89	1.13	0.34
<i>Significatività</i>	**	**	***	**	*
Portinnesto:					
M 27	2.50 a	0.20	0.76 c	1.20 a	0.36 a
M 9	2.42 ab	0.20	0.94 b	1.12 b	0.33 b
MM 106	2.35 b	0.21	1.17 a	1.14 b	0.25 c
<i>Significatività</i>	*	n.s.	***	**	**

n.s., *, **, ***: differenze statisticamente non significative o significative per $P \leq 0.05$, 0.01 e 0.001, rispettivamente.

(da: Tagliavini *et al.*, 1992).

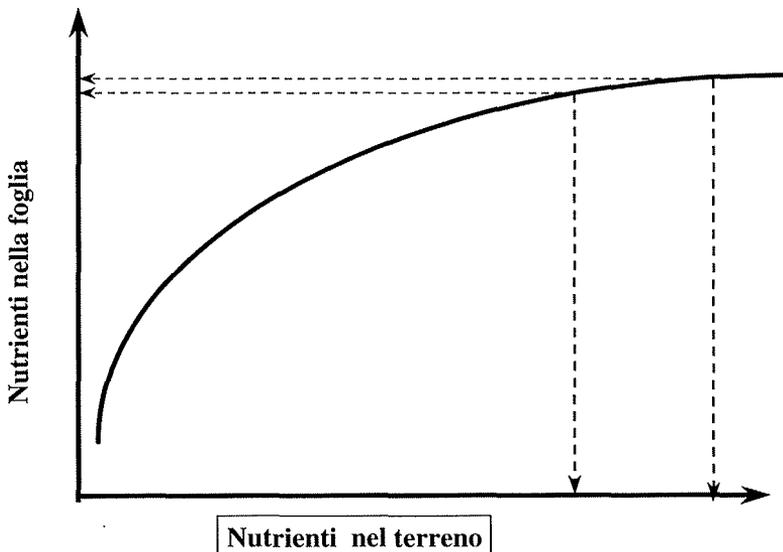
Età delle foglie e carica produttiva - In generale, si può affermare che il contenuto di N, P e K diminuisce con l'età della foglia mentre il contenuto di Ca, Mg, Mn e Boro (B) tende ad aumentare (Mengel e Kirkby,

1987). Nel germoglio, le foglie basali (più vecchie) presentano perciò differenti livelli di nutrienti rispetto alle foglie apicali. Quando l'accrescimento del germoglio è terminato, si assiste ad una fase di stabilità della concentrazione fogliare degli elementi minerali seguita, poco prima della filloptosi, da una diminuzione del contenuto dei principali nutrienti che vengono in parte rimobilizzati negli organi di riserva in attesa di essere utilizzati alla ripresa vegetativa. Sulla base di queste indicazioni risulta quindi importante, quando si eseguono studi comparativi, prelevare foglie coetanee al fine di limitare la variabilità indotta dall'età. Un'influenza notevole sul contenuto fogliare dei nutrienti viene indotta anche dalla carica di frutti presenti nell'albero: in un'annata caratterizzata da elevata produzione, il potassio nella foglia può risultare inferiore rispetto ad un anno di normale carica produttiva, a seguito dell'elevata competizione operata dai frutti nei confronti degli organi vegetativi (Sadowski *et al.*, 1995).

Ambiente pedo-climatico e tecniche colturali - L'ambiente di coltivazione costituisce un altro importante fattore in grado di condizionare la composizione minerale nella foglia. La fertilità chimica del terreno riveste, a tal riguardo, una notevole importanza anche se la relazione esistente tra disponibilità di nutrienti nel terreno e nella foglia non presenta un andamento di tipo lineare (Fig. 1) (Mengel e Kirkby, 1987).

Figura 1

Rappresentazione schematica della relazione tra il contenuto di nutrienti nel suolo e nella foglia delle piante agrarie.



Quando la disponibilità di un dato elemento nel terreno è carente, anche la sua concentrazione nella foglia risulta bassa: in questa situazione è possibile incrementare significativamente l'elemento nella foglia attraverso la somministrazione al suolo del fertilizzante. Questo effetto si osserva principalmente nei suoli caratterizzati da una tessitura grossolana (sabbiosi) e più frequentemente per l'azoto ed il potassio ma raramente per il fosforo. Se si opera invece in terreni ben dotati, emerge che la concentrazione fogliare del nutriente può aumentare di poco anche con un consistente incremento della sua disponibilità nel terreno (Fig. 1). Ne consegue che nei suoli fertili, la diagnostica fogliare non consente di stabilire in maniera accurata il livello dei nutrienti presenti nel terreno e, pertanto, non può sostituire l'analisi chimica del suolo.

Più diretto risulta invece l'effetto indotto dalle concimazioni eseguite per via epigea. I formulati attualmente a disposizione sono caratterizzati, in generale, da una buona capacità di penetrazione nella foglia e, pertanto, sono in grado di incrementare la concentrazione minerale nei tessuti; ovviamente tale risposta è strettamente legata alla dose utilizzata ed al numero di applicazioni eseguite.

Altri fattori che contribuiscono a modificare sensibilmente lo stato nutrizionale delle piante sono la temperatura e l'umidità dell'aria, l'intensità della radiazione luminosa, il regime idrico del terreno. Il K, il Ca ed il B sono gli elementi che vengono assorbiti maggiormente in presenza di un'adeguata umidità nel terreno (Lalatta, 1986). Non deve quindi sorprendere se, nello stesso ambiente, si verificano notevoli variazioni delle concentrazioni fogliari da un anno all'altro (Failla *et al.*, 1993).

Le strategie agronomiche applicate al terreno (lavorazione, inerbimento, pacciamtura, ecc..) influenzano anch'esse lo stato nutrizionale dell'albero (Robbins *et al.*, 1986; Merwin *et al.*, 1995). La lavorazione del suolo limita il contenuto di K e di P nella foglia in quanto riduce lo sviluppo radicale nello strato più superficiale del terreno più ricco di questi elementi (Fideghelli *et al.*, 1973). L'inerbimento, infine, diminuisce la concentrazione dell'azoto fogliare a seguito della competizione esercitata dal cotico erboso (Chiusoli, 1971).

L'analisi chimica come fattore di variabilità nella diagnostica fogliare

L'analisi chimica delle foglie è un momento molto importante della diagnostica e richiede un'accurata applicazione delle metodiche di ana-

lisi al fine di ottenere valori precisi e confrontabili quando le determinazioni vengono eseguite in differenti laboratori. Mentre per alcuni elementi la determinazione analitica presenta un buon margine di ripetitività (N totale valutato col metodo Kjeldhal), per altri elementi i metodi di analisi previsti (spettrofotometria ad assorbimento o emissione atomica) possono comportare una maggiore variabilità dei valori riscontrati sul medesimo campione. E' il caso del K e del Ca che attraverso la spettrofotometria ad assorbimento atomico risentono dell'interferenza di altri ioni presenti nella foglia.

La fase di preparazione del materiale fogliare da avviare all'analisi, inoltre, si presta all'applicazione di metodologie diverse quali la mineralizzazione in muffola a 500 °C o la digestione in soluzione acida. Entrambe le tecniche, in teoria, offrono gli stessi risultati ma espongono il materiale da analizzare a fonti diverse di contaminazione. Per alcuni elementi, ferro (Fe), alluminio (Al), le fonti di contaminazione ambientali sono così numerose che bisogna adottare molteplici precauzioni in fase di preparazione del campione. Nel caso del boro la variabilità dei risultati dell'analisi chimica è legata alla facile contaminazione derivata dall'impiego di vetreria composta di boro-silicato. Il B, inoltre, ionizza in un intervallo termico molto ristretto, per cui se la ionizzazione è troppo anticipata si corre il rischio di perdere gran parte dell'elemento prima di riuscire ad eseguirne correttamente la determinazione. Nella Tabella 2 sono riportati i risultati emersi da un confronto (Ring test) tra 5 Laboratori che hanno analizzato il boro contenuto in sub-campioni provenienti da un unico campione fogliare di pesco, di melo e di pero.

Tabella 2

Media, minima, massima e coefficiente di variazione (CV) della concentrazione di boro (ppm s.s.) determinata da 5 laboratori in sub-campioni fogliari di pesco, melo e pero.

SPECIE	MEDIA	MIN -MAX	CV
Pesco	50	32-73	31
Melo	37	17-57	40
Pero	38	21-70	50

La marcata differenza tra le concentrazioni minime e massime riscontrate, come pure l'elevato coefficiente di variazione, rilevano chiaramente la difficoltà nell'ottenere valori pienamente affidabili per questo elemento.

L'aspetto connesso alla variabilità dei dati analitici forniti da differenti laboratori è stata evidenziata anche in campioni di frutti di melo da Fallahi *et al.* (1988).

Diagnostica fogliare ed indici di riferimento

Il più diffuso impiego della diagnostica fogliare è, senza dubbio, quello che riguarda l'individuazione di squilibri nutrizionali a carico dell'albero. Spesso, infatti, i sintomi che si manifestano sulla foglia sono di difficile interpretazione e simili tra loro. Ad esempio la carenza di magnesio può essere confusa con quella di manganese mentre l'eccesso e la carenza di boro danno sintomatologie simili (Failla e Porro, 1997). Analizzando i tessuti vegetali si può quindi rilevare quale elemento è presente in concentrazione non adeguata ed intervenire con apporti mirati attraverso la concimazione. E' possibile evidenziare, inoltre, se un elemento si trova nella foglia in concentrazione sovraottimale (consumo di lusso) e decidere di sospendere temporaneamente la sua somministrazione.

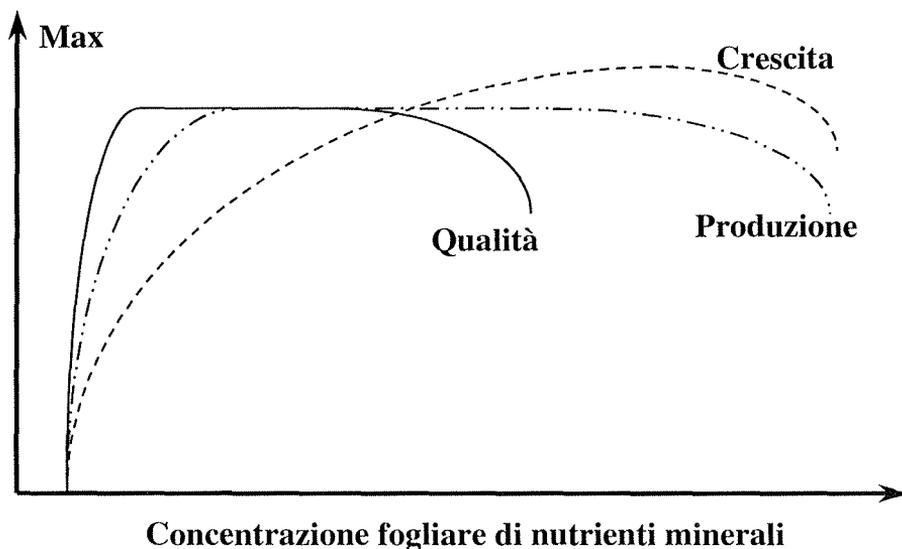
Da queste brevi considerazioni si comprende che l'utilità della diagnostica fogliare, come pure la possibilità di un suo maggiore impiego da parte dei frutticoltori, dipendono dalla disponibilità di valori di riferimento affidabili ed ottenuti nei più importanti comprensori di coltivazione delle principali specie frutticole. La messa a punto di tali valori presenta notevoli difficoltà in quanto richiede un'attività di campo impegnativa, onerosa (è necessario disporre di numerosi frutteti rappresentativi) e ripetuta per più anni. E' necessario valutare poi, per ciascun elemento, la concentrazione fogliare che assicuri il giusto equilibrio tra entità della produzione, qualità dei frutti ed attività vegetativa. Esiste, infatti, una concentrazione ottimale per la quale la resa produttiva è massima (Fig. 2), diversa da quella che consente la migliore qualità dei frutti o il massimo sviluppo vegetativo dell'albero (Failla e Porro, 1997).

Un altro aspetto che necessita di ulteriori approfondimenti da parte della sperimentazione, riguarda il periodo nel quale viene eseguito il prelievo delle foglie da avviare all'analisi chimica. La maggiore parte dei valori di riferimento per l'interpretazione della diagnostica fogliare disponibili in bibliografia si riferiscono a prelievi eseguiti nel corso dei mesi estivi (luglio-agosto), quando cioè la concentrazione degli elementi minerali è stabile (Diamond *et al.*, 1998) e il confronto tra diversi campioni risulta meno influenzato dalla variabilità indotta dall'età della foglia. Per la maggioranza delle specie frutticole, questa periodo coincide però con l'ultima fase di svi-

luppo dei frutti e, quindi, i margini di intervento per porre rimedio a squilibri nutrizionali possono risultare molto stretti e poco efficaci sulla produzione in corso. In diversi casi, inoltre, si utilizzano questi indici estivi per interpretare analisi eseguite più precocemente e ciò comporta un'errata valutazione dello stato nutrizionale della foglia (e dell'albero) che, come riportato, varia in funzione dell'età.

Figura 2

Relazione tra la concentrazione di nutrienti nella foglia ed attività vegeto-produttiva dell'albero (Failla e Porro, 1997).



Presso il Dipartimento di Colture Arboree dell'Università di Bologna e con la collaborazione del Centro Ricerche Produzioni Vegetali di Cesena e dell'Istituto Sperimentale per la Frutticoltura di Roma, sez. di Forlì, è iniziata un'attività che si prefigge di (a) valutare lo stato nutrizionale di alberi di melo, di pero e di pesco in epoche più precoci di quelle finora considerate per l'analisi fogliare classica e di (b) formulare indici standard di riferimento da utilizzare per la corretta interpretazione di analisi fogliari eseguite in primavera. Il prelievo delle foglie, in particolare, avviene nella fase di caduta petali (pomacee) e di scamicatura frutticino (pesco), nonché nella successiva fase di ingrossamento frutto (circa 40 giorni dopo il 1° campionamento). È prevista anche l'analisi di foglie prelevate in piena estate, secondo la metodologia tradizionale.

Il 1° prelievo avviene con la raccolta di giovani foglie che si sono formate utilizzando prevalentemente le sostanze di riserva accumulate negli organi perenni e dovrebbe consentire una valutazione abbastanza precisa dello stato nutrizionale dell'albero all'inizio della ripresa vegetativa. Il successivo prelievo viene eseguito in corrispondenza di una fase dell'albero particolarmente esigente dal punto di vista nutrizionale in quanto gli apici vegetativi ed i frutticini presentano un intenso accrescimento. Potrebbero essere così individuati eventuali squilibri nutrizionali da correggere attraverso interventi mirati a carico delle foglie (nel caso di microcarenze) o del terreno.

Nelle Tabelle 3 e 4 sono riportati i valori medi dei macro e dei microelementi (\pm deviazione standard) riscontrati nel 1998 in 9 pescheti della cv. Stark Redgold e cv. Supercrimson campionati secondo la metodica appena illustrata. Come si può osservare dalle tabelle, ogni elemento minerale presenta un caratteristico andamento. Mentre la concentrazione di N ha manifestato un andamento abbastanza costante nel corso dei 3 campionamenti, seppur con una leggera flessione in corrispondenza del secondo rilievo in modo particolare per la cv. Supercrimson, quella di P è risultata massima alla scamicatura dei frutticini per poi diminuire nei due rilievi successivi (Tab. 3).

Le concentrazioni di K, ma soprattutto di Ca e di Mg, all'opposto, sono progressivamente aumentate, raggiungendo il valore più elevato in piena estate (3° campionamento) (Tab. 3). I microelementi (Tab. 4) hanno presentato, in generale, concentrazioni piuttosto costanti nel tempo ad eccezione dello zinco (Zn) che è diminuito drasticamente passando da circa 100 ppm nella fase di scamicatura a circa 30 ppm a luglio. Da rilevare che la deviazione standard ottenuta dai dati elementari risulta molto alta in corrispondenza del 1° campionamento ed indica un'elevata variabilità tra le concentrazioni riscontrate nei singoli campioni.

L'esame delle schede di campo rileva che in diversi appezzamenti monitorati è stata eseguita la somministrazione con prodotti fungicidi appartenenti ai ditiocarbammati, i quali contengono zinco che è stato poi metabolizzato dalla foglia (la probabilità di un deposito di Zn sulla superficie fogliare è molto bassa in quanto le foglie sono state lavate con soluzione detergente prima della loro essiccazione in stufa ventilata). L'eliminazione di valori anomali come quelli riscontrati per questo elemento è un accorgimento che deve essere considerato prima di eseguire le analisi statistiche per la definizione di indici standard di riferimento.

Tabella 3 - Concentrazione fogliare (% s.s.) \pm deviazione standard dei macroelementi determinati nelle cv. di pesco Stark Redgold e Supercrimson, in tre distinti momenti della stagione vegetativa.

ELEMENTO	Concentrazione minerale (\pm deviazione standard)					
	Stark Redgold			Supercrimson		
	I° prelievo ¹	II° prelievo ²	III° prelievo ³	I° prelievo ¹	II° prelievo ²	III° prelievo ³
Azoto	3.39 \pm 0.25	3.12 \pm 0.16	3.50 \pm 0.25	3.35 \pm 0.16	2.92 \pm 0.33	3.09 \pm 0.23
Fosforo	0.34 \pm 0.05	0.25 \pm 0.02	0.20 \pm 0.02	0.33 \pm 0.03	0.23 \pm 0.02	0.20 \pm 0.02
Potassio	1.65 \pm 0.23	1.87 \pm 0.23	2.10 \pm 0.21	1.88 \pm 0.18	1.82 \pm 0.29	2.27 \pm 0.38
Calcio	0.90 \pm 0.17	1.61 \pm 0.29	2.39 \pm 0.24	0.91 \pm 0.20	1.68 \pm 0.23	2.43 \pm 0.25
Magnesio	0.18 \pm 0.02	0.33 \pm 0.05	0.39 \pm 0.04	0.18 \pm 0.03	0.34 \pm 0.05	0.45 \pm 0.05

¹: scamicatura frutticino; ²: 40 giorni dopo la scamicatura; ³: metà luglio
Analisi chimiche eseguite dal Lab. Arpa di Faenza (RA).

Tabella 4 - Concentrazione fogliare (ppm s.s.) \pm deviazione standard dei microelementi determinati nelle cv. di pesco Stark Redgold e Supercrimson, in tre distinti momenti della stagione vegetativa.

ELEMENTO	Concentrazione minerale (\pm deviazione standard)					
	Stark Redgold			Supercrimson		
	I° prelievo ¹	II° prelievo ²	III° prelievo ³	I° prelievo ¹	II° prelievo ²	III° prelievo ³
Zinco	99 \pm 38	38 \pm 3	31 \pm 3	110 \pm 48	38 \pm 6	29 \pm 4
Manganese	33 \pm 10	26 \pm 5	35 \pm 8	32 \pm 5	24 \pm 6	30 \pm 6
Boro	59 \pm 11	64 \pm 15	66 \pm 15	53 \pm 14	65 \pm 14	66 \pm 12
Rame	19 \pm 3	7 \pm 1	12 \pm 3	15 \pm 3	7 \pm 2	11 \pm 2
Ferro	73 \pm 10	79 \pm 33	69 \pm 10	71 \pm 14	88 \pm 18	68 \pm 14

¹: scamicatura frutticino; ²: 40 giorni dopo la scamicatura; ³: metà luglio
Analisi chimiche eseguite dal Lab. Arpa di Faenza (RA).

Considerazioni conclusive

Da quanto esposto si comprende che la diagnostica fogliare, pur presentando ancora diversi aspetti che necessitano maggiori approfondimenti, risulta essere un mezzo molto interessante nel contesto della Produzione Integrata, che prevede la formulazione di piani di concimazione adeguati alle esigenze dell'albero e basati sulla conoscenza del grado di fertilità del suolo e dello stato nutrizionale del frutteto. Anche il suo costo contenuto (circa il 60 - 70% di quello dell'analisi del terreno) ne rende possibile l'utilizzo su larga scala. La diagnostica fogliare deve quindi essere considerata un ulteriore mezzo tecnico a disposizione del frutticoltore, da affiancare all'analisi chimica del terreno. D'altra parte, sono noti i casi nei quali l'analisi chimica delle foglie risulta di scarsa utilità e poco affidabile. Se si analizza il ferro in foglie fortemente clorotiche, per esempio, emerge sorprendentemente che la concentrazione di questo elemento può essere simile o anche superiore a quella riscontrata nelle foglie verdi. Questo comportamento, definito come il "paradosso del ferro", viene attribuito al minore sviluppo della lamina fogliare indotta dalla clorosi con conseguente aumento della concentrazione di ferro (quantità per peso secco), ma non del suo contenuto (quantità per foglia) (Römheld, 1997). In questa situazione, la conoscenza di alcune caratteristiche del suolo (pH e calcare attivo) come pure una corretta interpretazione visiva dei sintomi a carico della chioma (tipo e localizzazione della clorosi) forniscono indicazioni sicuramente più probanti ai fini diagnostici rispetto a quelli offerti dalla sola analisi fogliare. Recentemente è stata proposta, per il pesco (Sanz *et al.*, 1995), l'analisi chimica del ferro presente nei fiori. La concentrazione di ferro riscontrata in fioritura risulterebbe infatti correlata con la comparsa della clorosi fogliare durante la stagione vegetativa. Verifiche condotte dagli autori di questa nota in ambiente romagnolo (cv. Spring Red) hanno evidenziato che la relazione tra le due variabili esaminate (concentrazione di ferro nei fiori e clorosi fogliare) non è molto attendibile (coefficiente di regressione pari a 0,5) (Fig. 3).

L'analisi fogliare può essere efficacemente utilizzata anche per raggiungere specifici obiettivi connessi al postraccolta. Nell'actinidia è stata osservata (Fig. 4) una relazione di tipo lineare tra la concentrazione di N nelle foglie campionate in piena estate (metà luglio) e l'incidenza di fisio e fitopatie nei frutti durante la frigoconservazione (Tagliavini *et al.*, 1995). Attraverso l'analisi dell'azoto totale presente nelle foglie adulte è possibile, pertanto, valutare la predisposizione dei frutti alla frigoconservazione e programmare il periodo della loro commercializzazione (medio o lungo termine).

Figura 3

Regressione lineare tra la concentrazione di Fe nei fiori di pesco (ppm s.s.) e l'intensità della clorosi fogliare rilevata 60 giorni dopo la fioritura con la strumento portatile Spad-502.

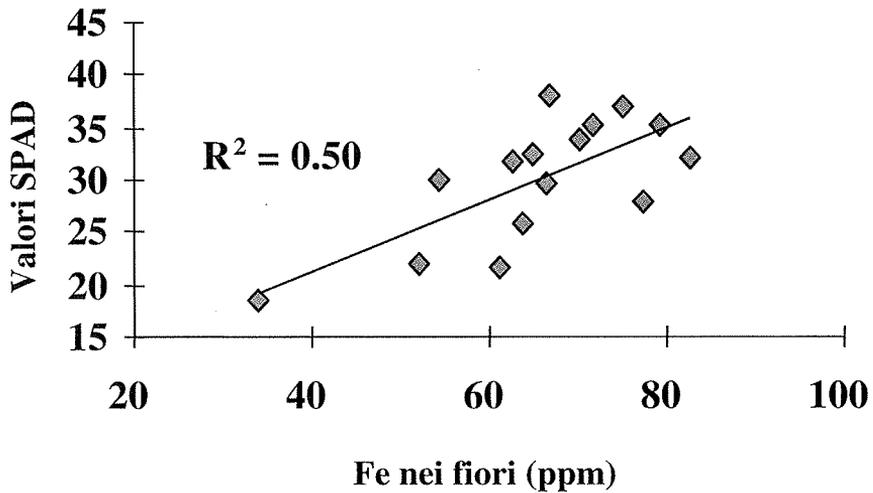
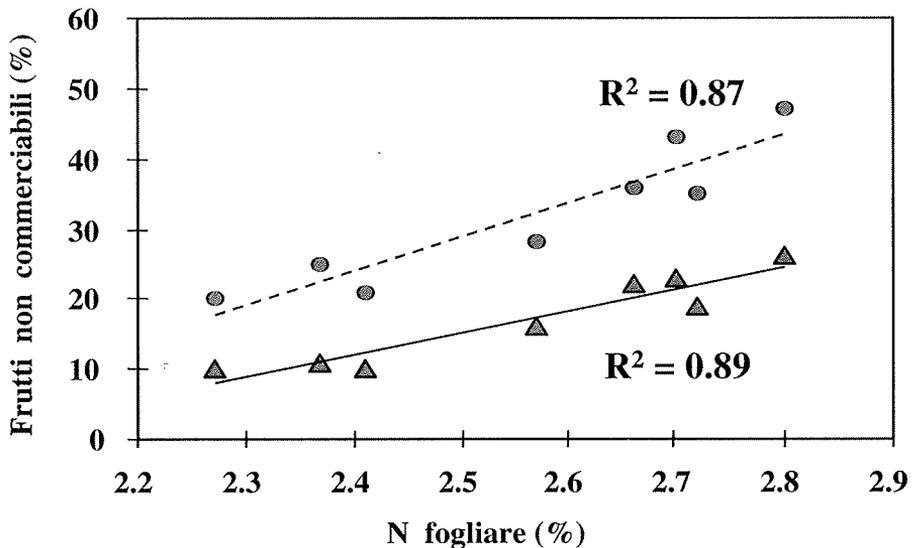


Figura 4

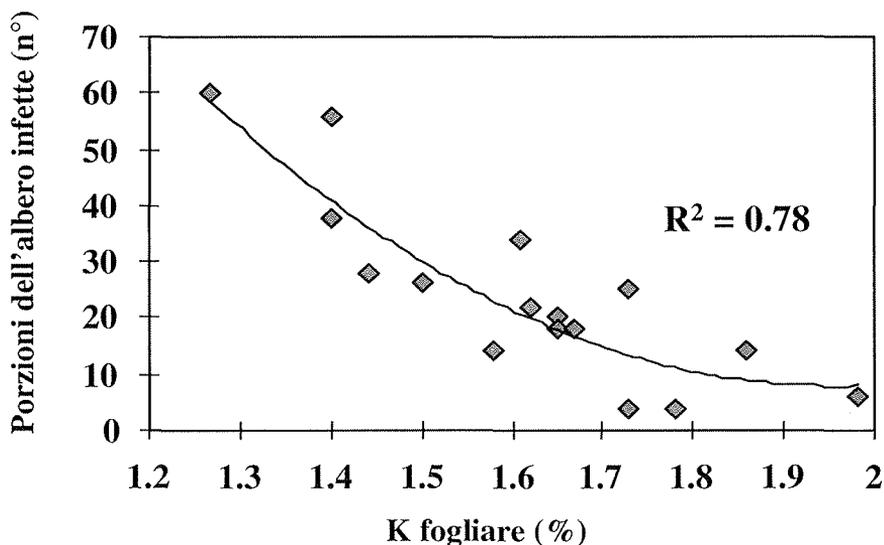
Relazione tra la concentrazione fogliare di N rilevata a metà luglio e la percentuale di frutti di actinidia non commerciabili (colpiti da botrite e da rammollimento) dopo 17 (triangoli) e 24 (cerchi) settimane di frigoconservazione in atmosfera normale (Tagliavini *et al.*, 1995).



Un altro interessante esempio di applicazione della diagnostica fogliare riguarda la relazione tra stato sanitario dell'albero e suo livello nutrizionale (Marschner, 1997). Nel pero, la concentrazione minerale nelle foglie è stata correlata con la suscettibilità dell'albero al batterio agente del colpo di fuoco (*Erwinia amylovora*). Nella cultivar Santa Maria è stato osservato (Koseoglu et al., 1996) che l'incidenza di questa malattia (numero di porzioni infette per albero) diminuisce quando aumenta la concentrazione di potassio nella foglie (Fig. 5). Se tale relazione venisse confermata anche nei nostri ambienti si potrebbe ipotizzare, nelle zone a rischio di colpo di fuoco, il monitoraggio del livello di K nelle foglie al fine di applicare adeguati programmi di fertilizzazione potassica per indurre un parziale controllo di questa grave malattia.

Figura 5

Incidenza del colpo di fuoco (n° di porzioni infette per albero) in funzione della concentrazione di K in foglie di pero (Koseoglu et al., 1996).



Riteniamo, infine, che sia necessario fornire a breve termine indici di interpretazione della diagnostica fogliare validi per campionamenti precoci. Non meno importante risulta poi l'aspetto prettamente metodologico; affinché i valori di concentrazione fogliare siano espressione effettiva dello stato nutrizionale dell'albero è fondamentale ridurre al minimo le variabili che influenzano il risultato dell'analisi chimica del materiale vegetale. A tal

riguardo la definizione di procedure standard di analisi alle quali tutti i Laboratori dovrebbero fare riferimento si rende particolarmente pressante.

Bibliografia

- CHIUSOLI A. (1971). Lavorazioni o "inerbimento" del suolo nei frutteti. *Rivista dell'Ortoflorofruitticoltura Italiana*, 3: 271-280.
- COBIANCHI D., LIVERANI A., MARANGONI B. (1998). Stato nutritivo di peschi Flavortop e Redahaven su diversi portinnesti in differenti situazioni agronomiche. Atti del XVIII Convegno Peschicolo: 151-167.
- DIAMOND D.H., FALLAHI E., SHAFII B., TRIPEPI R.R. (1998). Minimal nutrient flux in leaves of 'Fuji' apple trees on two rootstocks. *Fruit Varieties Journal*, 52 (4): 236-248.
- FAILLA O., STRINGARI G., PORRO D., SCIENZA A. (1993). Determination of leaf standards for apple trees and grapevines in northern Italy. In "Optimization for Plant Nutrition": 37 - 41. Editors: M.A.C. Fragooso e M.L. Beusichem. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- FAILLA O., PORRO D. (1997). Interpretazione dei risultati dell'analisi fogliare all'Istituto agrario di S. Michele all'Adige. Atti Convegno 'Giornata di Studio Silpa': Metodi ed Interpretazione dell'analisi fogliare in arboricoltura a fini diagnostici. S. Michele all'Adige (TN), 29 gennaio.
- FALLAHI E., RIGHETTI T.L., RAESE T.J. (1988). Ranking tissue mineral analyses to identify mineral limitations on quality of fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113(3): 382-389.
- FIDEGHELLI C., MONASTRA F., NICOTRA A., MOSER L. (1973). Influenza della non lavorazione su sviluppo produzione e nutrizione minerale di piante di pesco. *Annali Istituto Sperimentale per la Frutticoltura*: vol. 4: 159-170.
- JONES B.J.JR., WOLF B.J., MILLS H.A. (1991). Plant analysis handbook. Micro-Macro Publishing, Inc., Athens, Georgia - USA.
- KÖSEOGLU A.T., TOKMAK S., MOMOL M.T. (1996). Relationships between the incidence of fire blight and nutritional status of pear trees. *Journal of Plant Nutrition*, 19(1): 51-61.
- LALATTA F. (1986). Metodi ed interpretazioni delle analisi fogliari. Atti dell'Incontro frutticolo 'La fertilizzazione delle piante da frutto': 49 - 75. Verona, 21 marzo 1986.
- MALTONI M.L., COBIANCHI D. (1991). Stato nutrizionale di 4 cultivar di pero su 7 combinazioni d'innesto. *L'Informatore Agrario*, 30: 46-49.
- MARANGONI B., TAGLIAVINI M., SCUDELLARI D., FERRRARO R. (1997). Aspetti della nutrizione minerale e dell'irrigazione nella moderna melicoltura. Atti del Convegno "Melicoltura di pianura: quale futuro": 173 - 194. Verona 12 aprile.
- MARSCHNER H. (1997). Mineral nutrition of higher plants. Academic Press Limited, Londra.
- MARTIN-PREVEL P., GAGNARD J., GAUTIER P. (1987). Plant analysis. As a guide to the nutrient requirements of temperate and tropical crops. Lavoisier Publishing Inc., New York, USA.
- MENGEL K., KIRKBY A.A. (1987). Principles of plant nutrition. International Potash Institute, Berna, Svizzera.
- MERWIN I.A., ROSENBERGER D.A., ENGLE C.A., RIST D.L., FARGIONE M. (1995). Comparing mulches, herbicides, and cultivation as orchard groundcover management systems. *Hort Technology* 5(2): 151-158.
- ROBBINS S.H., RIGHETTI T.L., FALLAHI E., DIXON A.R., CHAPLIN M.H. (1986). Influence of trenching, soil amendments, and mulching on the mineral content, growth, yield, and quality of "Italian" Prunes. *Commun. in Soil Sci. Plant Anal.*, 17 (5): 457-471.
- RÖMHELD V. (1997). The chlorosis paradox: Fe inactivation in leaves as a secondary event in Fe deficiency chlorosis. In 9th International Symposium on Iron Nutrition and Interaction in Plants, p. 10. Hohenheim, Stuttgart, Germany. (Abstr.)

- SADOWSKI A., KEPKA M., LENZ F., ENGEL G. (1995). Effect of fruit load on leaf nutrient content of apple trees. *Acta Horticulturae*, 383: 67-71.
- SANZ M., MONTAÑÉZ L. (1995). Flower analysis as a new approach to diagnosing the nutritional status of the peach tree. *Journal of Plant Nutrition*, 18: 1667-1675.
- SHEAR C.B., FAUST M. (1980). Nutrizional ranges in deciduos tree fruits and nuts. *Horticultural Reviews* 2: 142 -163.
- TAGLIAVINI M., SCUDELLARI D., MARANGONI B., BASTIANEL A., FRANZIN F., ZAMBORLINI M. (1992). Leaf mineral composition of apple tree: sampling date and effects of cultivar and rootstock. *Journal of Plant Nutrition* 15(5): 605-619.
- TAGLIAVINI M., TOSELLI M., MARANGONI B., STAMPI G., PELLICONI F. (1995). Nutritional status of kiwifruit affects yield and fruit storage. *Acta Horticulturae* 383: 227-237.

ATTIVITÀ IV COMMISSIONE

FERTILITÀ DEL SUOLO E NUTRIZIONE DELLE PIANTE (GIUGNO 1998 – GIUGNO 1999)

Relazione del Presidente: Anna Benedetti

La Commissione IV, Fertilità del Suolo e Nutrizione delle Piante, nel corso di questo anno ha potenziato notevolmente la propria attività.

Manuale dei metodi di analisi microbiologici e biochimici del suolo

In primo luogo è stato proseguito, unitamente alla III Commissione il lavoro, di stesura del Manuale dei Metodi Microbiologici e Biochimici del Suolo. La totalità dei contributi è stata fornita da soci componenti le due Commissioni.

Come relazionato dal Presidente della III Commissione il fardello ereditato dai due precedenti Presidenti, ai quali va comunque il vivo ringraziamento, su l'opera svolta in precedenza è stato pesante, ma siamo finalmente giunti ad intravedere la fine del lavoro. Data la ponderosità del materiale raccolto si è pensato di sdoppiare il manuale in una parte I relativa ai metodi microbiologici ed una parte II relativa ai metodi biochimici.

Tutti i metodi sono stati rivisti da referee e, almeno per la parte I, tutti gli autori hanno riconsegnato i contributi corretti. Entro la fine del 1999 si potrebbe disporre dei testi stampati. Personalmente ho curato gli aspetti legati alla standardizzazione dei metodi ed al riferimento a quanto già disponiamo presso l'ISO TC/190 Soil Quality ed è emerso che dei 75 metodi proposti nei due volumi solo 8 sono o costituiscono l'oggetto di discussione di standard ISO.

Se si considera questo, il lavoro condotto nell'ambito della SISS

acquista ancora più interesse. Quale Presidente dell'Azione Cost 831 sulle Biotecnologie del Suolo per il Monitoraggio, Conservazione e Ripristino della Fertilità Biologica ho insistito in ambito COST sull'esigenza di trovare delle connessioni tra il COST e l'ISO e di questo ne sono già stata portavoce in ambedue le sedi. Nel prossimo mese di luglio si terrà a Granada il 4° Comitato di Gestione del COST 831 e, unitamente al Prof. Nannipieri ed alla Dott.ssa Trinchera, abbiamo predisposto una relazione sull'importanza della standardizzazione dei metodi partendo proprio dalla collana dei manuali SISS e dall'esperienza italiana. Se riuscissimo ad ufficializzare i metodi di analisi microbiologica e biochimica del suolo potremmo vantare di essere tra i primi, o forse i primi in Europa a disporre di metodi ufficiali a livello di fertilità biologica del suolo.

Manuale dei metodi di analisi per fertilizzanti

Come concordato nell'assemblea dei soci dello scorso anno la IV Commissione ha intrapreso i lavori per la stesura del Manuale dei Metodi di Analisi per Fertilizzanti.

Nel mese di novembre 1998 si è tenuta la prima riunione di coordinamento nella quale sono stati individuati i temi principali da trattare, gli estensori dei diversi capitoli ed il Comitato di redazione.

In primo luogo è stato deciso di procedere ad un inventario di tutti i metodi esistenti ed utilizzati in maniera sistematica per la caratterizzazione dei fertilizzanti, siano essi metodi ufficiali di analisi derivanti da Direttive Comunitarie (77/530/CEE e successive integrazioni) che nazionali, nonché metodi di uso comune.

Verranno altresì riesaminati in maniera critica i metodi ufficiali correggendone eventuali errori (traduzione, calcolo, redazione ecc.) completandoli con note esplicative.

È stato infine deciso di raccogliere ed esaminare tutti i metodi che a vario livello (ISO, CEN, UE, ecc.) sono oggetto di discussione in sede internazionale per una loro eventuale validazione anche a livello nazionale. Gli argomenti su cui lavorare e gli autori dei contributi vengono di seguito riportati.

Comitato di redazione: *Paolo Sequi, Anna Benedetti, Sandro Silva, Claudio Ciavatta, Attilio Minguzzi, Giorgio Morandi, Vincenzo Di Carlo*

CONTENUTI

1. Campionamento (metodi ufficiali): Di Carlo, Aromolo, Morandi;
2. Campionamento per analisi biologiche e microbiologiche: de Bertoldi, Gucci;
3. Proprietà fisiche nei concimi minerali: Morandi, Menin, Manstretta, Canepa;
4. Proprietà fisiche negli ammendanti: Zorzi, Centemero;
5. Azoto: Benedetti, Canepa, Trinchera, Antisari;
6. Fosforo: Silva, Indiati;
7. Potassio: Biondi, Indiati, Figliolia, Aromolo;
8. Elementi secondari (Ca, Mg, S, ecc.): Leita, Di Carlo;
9. Metalli pesanti escluso cromo: Figliolia, Leita, Aromolo;
10. Cromo: Dell'Abate, Ciavatta;
11. Chelanti, complessanti, ivi comprese le miscele. Chelanti naturali: Ciavatta, Leita, Giannantonio, Sola, Di Carlo;
12. Sostanza organica e carbonio organico: Canali, Ciavatta, Trinchera.
13. Patogeni e microrganismi saprofiti: de Bertoldi, Zorzi, Silva, Gucci;
14. Germinabilità (semi vitali): Silva, de Bertoldi, Gucci;
15. Fitotossicità. Stabilizzazione biologica; de Bertoldi, Silva, Gucci, Zorzi;
16. Elettrofocalizzazione: Govi, Alianiello;
17. Concimi liquidi: Di Carlo;
18. Diciandiammide (presenza della diciandiammide in NPK, NP, ecc.): Manstretta;
19. Azoto a lento rilascio e rilascio controllato ivi compreso azoto organico: Canepa, Benedetti, Trinchera;
20. Revisione metodi ufficiali di analisi nazionali e CE: Minguzzi, Di Carlo, Leita;
21. Metodi per fertilizzanti organici ed organo-minerali (normativa CE): Alianiello, Benedetti, Trinchera.

Osservatorio nazionale permanente per i fertilizzanti

Su proposta dei Soci Benedetti A., Sequi P., Nannipieri P., Ciavatta C., Grego S. nella Riunione del Direttivo del 06/11/1998 è stata votata favorevolmente la costituzione di un Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti. Alla Dott.ssa A. Benedetti è stato affidato dal Direttivo l'incarico del coordinamento dell'Osservatorio.

L'Osservatorio è nato con l'obiettivo di raccogliere, diffondere e catalogare le informazioni scientifiche al fine di sviluppare gli aspetti tec-

nici, produttivi e legislativi dei fertilizzanti.

Le attività sviluppate sono già state molto intense. Una prima presentazione dell'Osservatorio si è fatta in occasione di un Convegno tenutosi durante la fiera agricola di Verona dal titolo "Fertilità del Suolo fra Scienza e divulgazione" a cura del MIPA (Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo) e della SISS con il seguente programma:

L'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo e i suoi obiettivi: Paolo SEQUI

Fertilità del Suolo e Nutrizione delle Piante: una sezione di importanza storica per la SISS: Stefano GREGO

Ricerche d'avanguardia applicata nel progetto PANDA per la valutazione della fertilità: Stefano CANALI

Tecnologie avanzate applicate nel progetto PANDA per la produzione di fertilizzanti dai residui organici: Claudio CIAVATTA

Gli indicatori agroambientali nell'agricoltura sostenibile: Rosa FRANCAVIGLIA

I manuali di analisi del suolo: Marcello PAGLIAI

Le collane PANDA: Battista PIRAS (e coordinatori dei volumi principali)

L'Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti della SISS: Anna BENEDETTI

Il nuovo volume sui fertilizzanti organici: a cura dell'editore e dei coordinatori

È stata altresì organizzata il 19 marzo 1999 nel Salone dell'Annunziata di Pietrasanta (Lucca) la prima giornata di studio promossa dall'Osservatorio.

Il programma dei lavori è stato il seguente:

Paolo Sequi: *Introduzione ai lavori*

Anna Benedetti: *Cento anni di fertilizzazione e problematiche attuali*

Cesare Puccioni: *Il ruolo dell'industria italiana dei fertilizzanti nello sviluppo dell'agricoltura nazionale*

Silvia de Bertoldi: *Censimento delle tipologie di fertilizzanti*

Sandro Silva: *Andamento della produzione e dei consumi*

Giannantonio Menin: *Il controllo della qualità dei fertilizzanti*

Attile Minguzzi: *Le analisi dei fertilizzanti*

Claudio Ciavatta: *Biomasse trasformabili in fertilizzanti*

Liviana Leita: *Problemi del controllo degli elementi indesiderati*

Stefano Canali: *Analisi del suolo e fabbisogno di fertilizzanti*

Francesco Intrigliolo: *Analisi fogliari e fabbisogno di fertilizzanti*

Sono intervenute più di 100 persone. A conclusione delle relazioni sono stati individuati ben 12 gruppi di lavoro di seguito riportati per i quali in questi giorni si stanno raccogliendo le adesioni.

Costituzione di gruppi di lavoro

1. Censimento
2. Monitoraggio
3. Qualità di processi e prodotti
4. Biomasse
5. Sostanze ed elementi indesiderati
6. Patogeni
7. Legislazione e normazione
8. Razionalizzazione dell'uso dei disciplinari (analisi del suolo ed analisi fogliare)
9. Agricoltura biologica
10. Pubblicazioni scientifiche (raccolta e catalogazione)
11. Metodi di analisi
12. Collegamento con altre società internazionali

In occasione del Convegno di Pietrasanta è stato altresì presentato il primo lavoro effettuato dall'Osservatorio riguardante il censimento dei fertilizzanti minerali pubblicato su *L'Informatore Agrario* Supplemento al n. 14 del 26 marzo 1999 e dedicato interamente alla promozione dell'attività dell'Osservatorio.

Gli atti del Convegno di Pietrasanta costituiranno l'oggetto di un numero speciale del Bollettino della SISS di cui il Dr. Stefano Canali dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante sta curando l'edizione.

Comitato per l'educazione e la divulgazione della Scienza del Suolo

L'attività del Comitato educazione non investe solo la IV Commissione, bensì è di tipo trasversale a tutte le Commissioni della Società. Viene descritta all'interno delle attività della IV perché due su tre dei soci proponenti afferiscono a tale Commissione.

Su proposta dei soci Pinzari F., Dell'Abate M.T. e Benedetti A. nella riunione del Direttivo del 6/11/1998 è stata votata la costituzione del Comitato per l'Educazione e la Divulgazione della Scienza del Suolo con l'obiettivo di raccogliere, diffondere e promuovere iniziative nel campo della divulgazione della Scienza del Suolo. Anche in questo caso sono stati individuati dei gruppi di lavoro (di seguito riportati).

Costituzione di gruppi di lavoro

1. Coordinamento, segreteria e divulgazione attività
2. Rapporti con i media
3. Formazione docente/allievo: scuola materna ed elementare
4. Formazione docente/allievo: scuola media
5. Formazione docente/allievo: licei ed istituti tecnici
6. Rapporti con l'informazione universitaria
7. Attività museale
8. Rapporti internazionali
9. Glossario (creazione di un glossario dei termini della Scienza del Suolo)

La Dott.ssa F. Pinzari è stata incaricata dal Direttivo di coordinare le attività del Comitato.

In questi primi mesi sono stati intessuti numerosi contatti soprattutto con i mass media, le regioni, alcuni provveditorati agli studi, alcune scuole. L'interesse mostrato per l'iniziativa è stato grande. Anche per questo Comitato dovrebbe essere organizzata una giornata – dibattito prima della fine dell'anno.

Convegno Cost sulle biotecnologie del suolo

A Roma dal 10 al 12 dicembre 1998 si è tenuto il Convegno annuale dell'Azione Cost 831 sulle Biotecnologie del Suolo per il Monitoraggio, Conservazione e Ripristino della Fertilità Biologica.

In tale contesto si è tenuta una Tavola Rotonda sulla definizione di qualità del suolo. Tale Convegno è stato organizzato in collaborazione con la SISS. Molta la partecipazione dei Soci soprattutto afferenti alla III e IV Commissione.

L'ASSEMBLEA ORDINARIA DEL 22 GIUGNO 1999

Pier Giacomo Arcara

Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo
Piazza M. D'Azeglio, 30 - 50121 Firenze

Presso la Sala Convegni della "Residenza del Sole" a Gressoney St. Jean (AO), Località Fridau 4, si é riunita, in seconda convocazione, alle ore 16,30 del 22 Giugno 1999, l'Assemblea Ordinaria dei Soci, regolarmente convocata, con il seguente ordine del giorno:

- 1) Relazione del Presidente;
- 2) Approvazione dei bilanci consuntivo 1998 e preventivo 1999;
- 3) Ratifica nuovi organismi della S.I.S.S.;
- 4) Relazioni dei Presidenti delle Commissioni e dei Coordinatori degli Organismi Societari;
- 5) Prossimi Convegni SISS;
- 6) Nuovi Soci onorari;
- 7) Varie ed eventuali.

Il Presidente, Prof. Paolo Sequi, dichiara valida la seduta ed apre i lavori sull'o.d.g.

1° punto all'o.d.g.:Relazione del Presidente

Il Presidente illustra le varie attività svolte nel corso dell'ultimo anno dalla Società e ricorda in particolare le attività editoriali, dal Bollettino (i cui costi di spedizione sono stati notevolmente ridotti grazie al sistema d'invio in abbonamento) ai volumi di Metodi di Analisi del suolo che hanno comportato un grosso impegno sia sul piano amministrativo che su quel-

lo scientifico e sono stati pubblicati in virtù della collaborazione con l'Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, grazie ad un finanziamento del Ministero per le Politiche Agricole (Mi.P.A.). Per l'ultimo di questi arrivato a compimento, il manuale di Metodi di Analisi Chimica del Suolo, il Presidente esprime un particolare ringraziamento al Prof. Pietro Violante che è riuscito nella difficile opera di aggiornamento del primo manuale edito dalla SISS oltre venti anni fa. Il Prof. Sequi ricorda che i manuali già consegnati o in fase di consegna a breve termine sono quelli dei metodi fisici, chimici, biologici, biochimici e di analisi delle acque e che è stata già programmata la redazione di quelli relativi ai metodi di conservazione del suolo e di mineralogia del suolo; inoltre fa presente che l'invio gratuito dei manuali a tutti i Soci avviene con l'approvazione del Mi.P.A. che contribuisce alla loro realizzazione ed usufruisce, come contropartita, delle acquisizioni tecnico scientifiche messe a disposizione dalla SISS.

Il Presidente richiama poi l'attenzione sull'attività congressuale; oltre al Convegno annuale della Società, nel 1999 si sono svolti altri due importanti convegni, uno presso la Fiera di Verona ed uno a Pietrasanta ed altri due di notevole livello si svolgeranno nel corso dell'autunno, un Congresso internazionale a Firenze sul tema della vulnerabilità dei suoli ed uno a Udine sugli strumenti informatici per lo studio dei suoli. Si prevede di dare una cadenza regolare (stessa data e stesso luogo) ad alcuni dei convegni realizzati in questi ultimi anni.

Per il prossimo futuro è previsto un convegno sull'educazione alla conoscenza del suolo ed un Convegno del gruppo NAMOX nel 2000; è stata inoltre avanzata la candidatura dell'Italia per ospitare nel 2001 il VII Convegno dei suoli che si sviluppano in ambiente mediterraneo. La SISS, come membro della IUSS, darà inoltre il suo appoggio a vari convegni internazionali tra cui Eurosoil 2000 (che si terrà a Reading, U.K.).

Il Presidente ricorda che entro la fine dell'anno si svolgeranno le elezioni per il rinnovo delle cariche sociali e che il Comitato elettorale si sta attivando per sollecitare candidature e formulare rose di candidati.

Il Prof. Sequi porta a conoscenza dell'assemblea che la SISS è entrata ufficialmente nell'A.I.S.S.A., nel cui ambito mantiene una sua particolare peculiarità grazie alle caratteristiche d'interdisciplinarietà che la contraddistinguono e che mancano a molte altre sodalizi scientifici legati alle scienze agrarie. Non va dimenticato inoltre che la SISS, a differenza delle altre Società aderenti all'A.I.S.S.A., è l'espressione nazionale di una Società internazionale, la I.U.S.S.

Riferendosi alla consistenza numerica della SISS, il Presidente

rileva con soddisfazione l'incremento registrato negli ultimi anni, ricorda che l'aumento della quota sociale per il 1999 é dovuto al conglobamento della quota ex ISSS, non più pagabile separatamente, nella quota SISS e raccomanda la continua collaborazione di ogni socio che, come tale, "é legato al suolo".

2° Punto all'o.d.g.: approvazione dei bilanci consuntivo 1998 e preventivo 1999

Il Presidente dà la parola al Segretario che passa all'illustrazione dei bilanci consuntivo '98 e preventivo '99 approntati sulla base delle indicazioni fornite dal Consiglio Direttivo e vistati, con parere favorevole per l'inoltro all'Assemblea odierna per l'approvazione, dal Collegio Sindacale nella riunione del 7 Giugno 1999.

Bilancio finanziario consuntivo al 31/12/1998

Consistenze attive:

- Materiale e attrezzature come da l. inventario	415.000
- Titoli in gestione al Fondo monetario BNL "Investire monetario"	6.000.000
- Titoli afferenti al cc BNL n° 491	5.000.000
- Titoli afferenti al cc BNL n° 415	10.000.000
- Saldo del cc BNL n° 415	45.904.816
- Saldo del cc BNL n° 491	359.626
- Giacenze sul ccp SISS 16822504	827.065
- In cassa Presidenza	15.030
- In cassa Segreteria	3.950
	<hr/>
	68.525.487

Conto economico

ENTRATE

- Quote associative '98, arretrati e anticipi	37.511.490
- Interessi sui titoli	1.147.646
- Contributo della E.C. per Conv. SISS di Firenze (Novembre '98)	21.917.000
- Contributi per servizio Soci, per acquisizione opere disponibili c/o la SISS	50.000
	<hr/>
Tot. Entrate	60.626.136

USCITE

- Spese per pubbl. Bollettino SISS n° 8	11.281.000
- Quote ISSS	9.452.241
- Contributo per Convegno soc. '98 di Napoli-Ischia	3.000.000
- Contributo spese sede legale	600.000
- Rimborso spese relative a gestione data base	1.020.000

- Spese assegnazione Premio Ballatore '98		1.800.000
- Spese parziali Convegno SISS di Firenze (Novembre '98)		5.524.800
- Spese per n° 100 copie Metodi Anal. Fis. Suolo		2.406.000
- Spese generali (cancelleria e spese postali) segreteria		602.400
- Spese generali presidenza		46.500
	Tot. uscite	35.732.941
Attivo di gestione	60.626.136 Entrate	
	<u>35.732.941 Uscite</u>	
	24.893.195	

Bilancio preventivo per l'anno finanziario 1999

Consistenze attive:

- Materiale e attrezzature come da l. inventario	415.000
- Titoli afferenti al Fondo monetario BNL "Investire monetario"	11.222.116
- Titoli afferenti al cc BNL n° 415	10.000.000
- Saldo del cc BNL n° 415	47.420.029
- Saldo del cc BNL n° 491	359.626
- Giacenze sul ccp SISS 16822504	2.473.299
- In cassa Presidenza	15.030
- In cassa Segreteria	503.950
	<u>72.409.050</u>

Conto economico

ENTRATE

- Quote associative '99, arretrati e anticipi	35.000.000
- Varie e imprevisti	1.000.000
	<u>Tot. Entrate</u>
	36.000.000

USCITE

- Spese per Bollettino	20.000.000
- Pagamento quota naz. alla ISSS	10.000.000
- Spese Convegno soc. SISS '99, di Gressoney	3.000.000
- Contributo all' ISSDS per sede legale Società	600.000
- Spese presidenza	500.000
- Spese segreteria	1.000.000
- Rimborsi spese informatizz. dati e aggiornamento data base	1.050.000
- Varie e imprevisti	500.000
	<u>Tot. Uscite</u>
	36.650.000

Disavanzo di gestione	36.000.000 Entrate	
	<u>36.650.000 Uscite</u>	
	650.000	

I bilanci vengono approvati all'unanimità.

3° Punto all'o.d.g.: ratifica nuovi organismi della SISS

Il Presidente riprende la parola e, dopo aver ricordato i diversi comitati già esistenti afferenti alle varie Commissioni, chiede la ratifica di nuovi Comitati quali l'*Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti*, il *Comitato Tecnico Siti e Suoli Contaminati* (al coordinamento del quale é stato invitato il dott. G. Petruzzelli) ed il *Comitato per la Formazione e l'Educazione alla Scienza del Suolo*. In relazione all'attività di quest'ultimo propone che nel Bollettino della Società vengano pubblicati i titoli di tutte le tesi che riguardano studi sul suolo (con l'indicazione del nome del candidato e del relatore) al fine di meglio diffondere la scienza del suolo. L'Assemblea approva.

Sul tema delle attività e delle modalità di azione del Comitato per la Formazione e l'Educazione alla Scienza del Suolo interviene il Past President, Prof. Fierotti, aprendo un dibattito in cui intervengono vari Soci (P. Violante, Scarponi, Calzolari, Ugolini, Torri, Terribile, Costantini). Al termine riprende la parola il Prof. Sequi che, dopo aver assicurato che verranno attentamente valutati tutti i suggerimenti emersi, invita tutti gli studiosi del suolo, oltreché a proseguire la via di una sempre migliore collaborazione tra le varie Società scientifiche del settore, a segnalare al Comitato gli strafalcioni editoriali relativi al suolo che possono essere riscontrati a tutti i livelli, dai libri delle scuole elementari o medie inferiori a quelli che si rivolgono a lettori professionalmente avanzati o specialisti della materia, al fine di contribuire sempre meglio alla formazione di una coscienza relativa all'importanza di una corretta conoscenza delle discipline relative al suolo.

4° Punto all'o.d.g.: Relazioni dei Presidenti delle Commissioni e dei Coordinatori degli Organismi Societari

Il Presidente invita i Presidenti delle Commissioni a riferire sull'attività svolta nel corso dell'anno. Espongono nell'ordine tali attività (che per la seconda, terza e quarta Commissione comprendono anche la redazione del relativo manuale di analisi) il dott. M. Pagliai (1^a Commissione), il prof. A. Violante (2^a Commissione), la prof. L. Gianfreda (3^a Commissione), la dott. A. Benedetti (4^a Commissione), il prof. F. Previtali in rappresentanza del dott. S. Vacca (5^a Commissione), il dott. D. Torri (6^a Commissione), il prof. W. Boero (7^a Commissione). Non vengono riferite le attività dell'VIII Commissione, che non ha attualmente una rappresentanza elettiva, per l'assenza del Commissario prof. Sanesi.

5° Punto all'o.d.g.: Prossimi Convegni SISS

Il Presidente illustra il programma del Congresso Internazionale SISS su Vulnerabilità e Sensibilità dei Suoli che si terrà a Firenze dal 18 al 21 Ottobre p.v. e comunica che anche il prof. Aru sarà nel numero dei relatori. Fa presente che ha assicurato la collaborazione al Convegno anche l'Istituto Geografico Militare e che non ci sarà da pagare la quota d'iscrizione grazie al contributo della Cassa di Risparmio di Firenze. Il prof. Sequi ricorda poi il prossimo Convegno ad Udine (vedi il punto 1 dell'od.g.) e propone di abbinare il prossimo Convegno annuale della Società al Convegno Namox che si terrà nel prossimo anno a Napoli e Capri. A questo proposito vengono evidenziate dal prof. P. Violante delle notevoli difficoltà logistiche e temporali per tale abbinamento e il Presidente decide di riportare la decisione in seno al prossimo Consiglio direttivo, previo chiarimento delle difficoltà da superare.

Altri Convegni SISS di prossimo svolgimento saranno tenuti: a Firenze (organizzato dal dott. M. Pagliai) sugli aspetti dell'erosione del suolo, a Palermo (annunciato dal dott. E. Costantini) su Suoli e Colture in ambiente mediterraneo.

6° Punto all'o.d.g.: Nuovi Soci Onorari

Il Presidente propone all'Assemblea la nomina a Socio Onorario del Prof. Giovanni Picci: la nomina é approvata all'unanimità.

7° Punto all'o.d.g.: Varie ed eventuali

Chiede la parola il prof. Businelli per avere dalla Presidenza dei chiarimenti in merito alla possibile costituzione di una Commissione per i Metodi di analisi sui residui di pesticidi e fertilizzanti. Il Presidente fa presente il lungo iter burocratico, compreso il coinvolgimento del Mi.P.A., che deve essere seguito per arrivare alla pubblicazione dei metodi di analisi sulla Gazzetta Ufficiale per cui il problema dovrà essere esaminato accuratamente.

Il Presidente, constatato che non c'è nessun altro argomento da discutere e che nessuno dei presenti prende la parola, saluta e alle ore 18,30 dichiara chiusa l'Assemblea.

Gressoney St. Jean, 22 Giugno 1999

Il Segretario

LE AZIENDE INFORMANO

CONCIMAZIONE E AGRICOLTURA SOSTENIBILE

Satanassi Andrea - Relazioni Tecnico Istituzionali SCAM

Bartolini Daniele - Specialista di Prodotto Nutrizione Vegetale, SCAM

Nell'ambito di un progetto di ricerca quinquennale viene valutata l'efficacia della concimazione organo-minerale rispetto a quella minerale, sulla base delle indicazioni fornite dai Disciplinari di produzione della Regione Emilia-Romagna

Premessa

L'esigenza di confermare in pieno campo le numerose acquisizioni scientifiche sull'efficacia e sulle modalità d'azione dei concimi organo-minerali, ottenute nell'ambito di una intensa attività di ricerca svolta nell'ultimo decennio da alcune istituzioni sia pubbliche che private, ha fatto scaturire un progetto di ricerca interdisciplinare da titolo "*La concimazione organo-minerale nelle strategie di un'agricoltura sostenibile*" con verifiche di pieno campo basate sulle dosi stabilite dai Disciplinari di produzione della Regione Emilia-Romagna e su loro variazioni in più o in meno.

L'obiettivo principale di questo progetto è stato quello di verificare, in zone di grande importanza per l'agricoltura italiana, quali itinerari agronomici è possibile adottare per garantire nel contempo la sostenibilità delle risorse (ambiente) della salute umana e dell'economia.

Articolazione del progetto

Il progetto è stato sviluppato a vari livelli, sia in laboratorio che in campo, prendendo in considerazione sia i parametri qualificanti la fertilità del suolo che quelli relativi alla produzione. L'attività sperimentale si è svol-

ta in campo, su colture tipiche della realtà emiliano-romagnola, supportata da esperimenti mirati di laboratorio atti a chiarire alcuni meccanismi d'azione della concimazione organo-minerale.

Progetto e Unità Operative

Il progetto interdisciplinare da titolo "*La concimazione organo-minerale nelle strategie di una agricoltura sostenibile*" promosso dalla **SCAM S.r.l. di Modena** [Strada Bellaria, 164 - Santa Maria di Mugnano (MO)], è stato coordinato dal **Prof. Paolo Sequi**, Direttore dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, realizzato in collaborazione con unità operative, che possiedono diverse competenze interdisciplinari e complementari.

- *Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante di Roma*, che oltre a coordinare le attività di ricerca, ha approfondito con due unità operative gli aspetti relativi alla fertilità biologica del suolo, alla dinamica dell'azoto del fosforo e della sostanza organica, nonché alla messa a punto di metodi di analisi chimici per il controllo della validità agronomica dei prodotti.

Enti e ricercatori impegnati: Sezione di Nutrizione Azotata e Microbiologia del Terreno: Dott.ssa Anna Benedetti, Dott.ssa Silvia Dell'Orco, Dott. Corrado Nigro, Dott.ssa Flavia Pinzari; Sezione di Nutrizione Minerale: Dott.ssa Adele Figliolia, Dott. Roberto Indiatì.

- *Facoltà di Scienze Ambientali della Seconda Università di Napoli*, che cura in collaborazione con l'Università della Basilicata gli aspetti relativi alla fertilità chimica del suolo e la individuazione di indici di disponibilità degli elementi nutritivi per la coltura.

Enti e ricercatori impegnati: Dipartimento di Scienze Ambientali: Professor Andrea Buondonno, Dott. Silvio Nuzzo; Dipartimento di Produzioni Vegetali: Dott. Elio Coppola (Università della Basilicata).

- *Centro Ricerche Produzione Vegetale (CRPV)*, che ha curato l'analisi degli aspetti più propriamente agronomici.

Enti e ricercatori impegnati: Sezione Grandi Colture: Dott. Athos Ferraresi; Sezione Viticola-Enologica: Dott. Antonio Venturi con la collaborazione del Prof. Bruno Marangoni dell'Università di Bologna; Sezione Orticola: Dott. Vanni Tisselli.

- *Aziende Agrarie Sperimentale della Regione Emilia-Romagna*, che hanno curato la realizzazione delle prove di campo.

Enti e ricercatori impegnati: "Mario Neri" di Imola: p.a. Stefano Contoli; "Martorano V" di Cesena: p.a. Alessio Zani; "Stuard" di Parma: Dr. Dadomo, Dott.ssa Cristina Piazza.

Le motivazioni

Le motivazioni che hanno indotto ben otto diverse unità operative a collaborare in questo progetto sono facilmente individuabili se si pone brevemente l'attenzione su alcune parole-chiave che compaiono nel titolo del progetto e precisamente:

- ⇒ **Interdisciplinare;**
- ⇒ **Concimazione organo-minerale;**
- ⇒ **Agricoltura sostenibile.**

Interdisciplinare. Non è certamente necessario spiegare il significato del termine interdisciplinare, ma è utile sottolineare l'importanza dell'informazione che può derivare da studi affrontati da più punti di vista. In questo progetto confluiscono competenze di agronomia, chimica agraria, microbiologia e chimica della fertilizzazione e si prendono in considerazione i diversi aspetti della nutrizione delle piante;

Concimazione organo-minerale. Essa come è noto utilizza formulati di nuova concezione che hanno alla base del loro processo produttivo acquisizioni scientifiche di comprovata validità. Attualmente, l'efficienza della concimazione minerale viene confrontata con l'efficienza di quella organo-minerale in base ad osservazioni legate principalmente alla resa produttiva, ma questa è una logica che non sempre può essere utilizzata a livello di agricoltura sostenibile. Entrano in gioco infatti altre forme di valutazione della validità agronomica di un concime, basate sulla conservazione della risorsa suolo e comunque su un basso impatto ambientale;

Agricoltura sostenibile. Secondo quanto stabilito dall'OCSE (1992), deve garantire la sostenibilità delle risorse, della salute umana ed economica;

In particolare deve assicurare: la conservazione degli equilibri ambientali, in modo che l'attività produttiva duri indefinitamente, senza provocare una riduzione o una perdita di energia o di materiali non rinnovabili (*sostenibilità delle risorse*);

La sicurezza degli agricoltori e la salute dei consumatori attraverso una produzione con caratteristiche igienico-sanitarie soddisfacenti (*sostenibilità della salute umana*);

Una produzione economicamente conveniente e livelli di reddito soddisfacenti per gli agricoltori (*sostenibilità economica*).

Concimazione organo-minerale

Il principio su cui si basa una concimazione organo-minerale è diverso sia da quello di una concimazione organica, sia da quello di una conci-

mazione minerale. Si può affermare che essa tende ad esaltare le caratteristiche migliori della concimazione organica e di quella minerale, riducendo nel contempo i loro aspetti negativi.

Questo risultato può essere reso possibile sia dalle cosiddette proprietà fisiologiche dell'humus (C organico delle sostanze umiche), sia dalla componente proteica (N organico). Oltre a ciò si può sviluppare un'azione fitostimolante sull'apparato radicale, in virtù delle proprietà delle sostanze umiche contenute nel granulo di concime, che favorisce l'assorbimento degli elementi nutritivi e regola lo sviluppo vegetale e produttivo.

La funzione principale della sostanza organica consiste prima di tutto nell'ottimizzare da parte delle colture il coefficiente di utilizzazione degli elementi nutritivi minerali, macro e microelementi. Si realizza infatti, in generale, una cessione graduale dei macro e micro elementi con riduzione del loro dilavamento e accumulo nel suolo.

Valenza ambientale

Tale fatto, considerando la pericolosità ambientale delle perdite di elementi nutritivi nelle acque, fa assumere al concime organo-minerale anche una valenza ambientale.

Questi aspetti distinguono in modo netto un concime organo-minerale da un concime minerale, essendo prevedibile per quest'ultimo in genere una minore efficienza nutrizionale rispetto a quello organo-minerale. A tale riguardo si può ricordare come la quota di elementi nutritivi apportata con i concimi minerali sia solo parzialmente assimilata dalle colture; in particolare, considerando situazioni favorevoli si può avere un coefficiente di utilizzazione del concime da parte della coltura di circa il 40-60% per l'azoto, del 15-20% per il fosforo e del 30-60% per il potassio, contro un 60-80 % di azoto, 30-40 % per il fosforo, ed un 65-70 % per il potassio dei concimi organo-minerali. Particolare attenzione si deve prestare alle matrici umiche nella formulazione degli organo-minerali, in quanto più umificata sarà la componente organica tanto più ne aumenterà l'efficienza.

Elementi delle fertilità

Relativamente alla componente proteica l'analisi e la valutazione dell'azoto organico deve essere affrontata in termini quali-quantitativi. Essa riguarda, soprattutto i tempi di rilascio dell'azoto nel terreno, cioè fondamentalmente la sua trasformazione in azoto ammoniacale. La mineralizzazione dell'azoto è strettamente collegata a quella della sostanza organica.

Relativamente al fosforo, altro elemento essenziale della fertilità, i problemi che si possono avere nel terreno riguardano fenomeni di insolubilizza-

zione, e quindi di non disponibilità dell'elemento nei confronti delle colture, con conseguente accumulo nel suolo. In questo contesto la matrice organica unificata di un concime organo-minerale è in grado, interagendo con il fosforo, di proteggere l'elemento dalla insolubilizzazione rendendolo maggiormente disponibile per le colture. Effettuare un confronto tra una concimazione organo-minerale rispetto ad una minerale in base al solo titolo totale in elementi nutritivi dei formulati, sarebbe dunque certamente riduttivo. Lo stesso vale se si confrontano esclusivamente le forme e le solubilità dei vari titoli fra di loro. Infatti la sostanza organica nel concime organo-minerale, interagendo con gli elementi minerali, aumenta l'efficienza nutrizionale del concime stesso. A livello pratico questo significa che l'apporto di unità fertilizzanti per un concime organo-minerale può essere ridotto rispetto a un concime minerale. Ciò è soprattutto valido se il concime organo-minerale è stato formulato impiegando matrici organiche di qualità, e se si tratta di un prodotto per reazione e non per semplice miscelazione (Benedetti e Ciavatta, 1998).

Schema agronomico

Le colture prese in esame, riportate nella tabella 2, sono state concimate secondo le dosi consigliate dai disciplinari di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna, aumentate e ridotte del 50% come già riportato in tabella 1.

Tabella n.1 – Tesi di concimazione a confronto in prova

Tesi concimazione	Tipo concime utilizzato
Testimone	nessuno
Dose Disciplinare Produzione Integrata	minerale
Dose Disciplinare Produzione Integrata + 50%	minerale
Dose Disciplinare Produzione Integrata - 50%	minerale
Dose Disciplinare Produzione Integrata	organo minerale
Dose Disciplinare Produzione Integrata + 50%	organo minerale
Dose Disciplinare Produzione Integrata - 50%	organo minerale

Per ogni coltura, sulla base delle analisi del terreno sono state calcolate le dosi di concime da apportare. Le diverse tesi di concimazione sono state le stesse nei 4 anni di sperimentazione. In questo modo è stato anche valutato l'effetto che un normale avvicendamento colturale può avere sulle produzioni. Le concimazioni sono state effettuate tendenzialmente in pre-semina ed in copertura.

I concimi organo-minerali sono stati distribuiti in pre-semina, anche se in alcuni casi come ad esempio per le ortive, sono stati utilizzati tempi di distribuzione diversi. I concimi minerali impiegati sono stati concimi semplici o complessi solidi NP ed NPK aventi gli stessi titoli degli organo-minerali e

sono stati distribuiti parte in presemina e parte in copertura. Le prove di laboratorio sono state effettuate sui campioni provenienti dai campi sperimentali con tutte le colture in esame.

Tabella n. 2 - Avvicendamento colturale adottato in prova

Azienda Mario Neri (Imola)			Azienda Stuard (Parma)		
Anno	Colture	Cultivar	Anno	Colture	Cultivar
1995	Barbabietola da zucchero	Asso	1995	Barbabietola da zucchero	Asso
1996	Sorgo da granella	NK121 classe 300	1996	Mais	Clark
1997	Patata	Primura	1997	Pomodoro	Snob. hy
1998	Frumento tenero	Centauro	1998	Frumento tenero	Centauro

Azienda Martorano V (Cesena)				
Anno	Coltura	Cultivar	Coltura	Cultivar
1995	Patata	Primura	Lattuga	Limax
1996	Grano	Centauro	Finocchio	Carmo
1997	Spinacio	Sporter	Cavolfiore	Nautilus
1998	Bietola a coste	Silver costa	Radicchio	Rosso di Treviso

Azienda Naldi di Tebano (Faenza)		
Anni	Coltura	Cultivar
1995/1998	Vite	Trebbiano Bianco

Tabella n. 3 - Caratteristiche dei formulati organo-minerali impiegati

Nome Commerciale	Titoli N P K	Matrice organica utilizzata	Colture utilizzate	Contenuto in sostanze umiche
AZOFORT	30-0-0	Letame essiccato, miscela di concimi organici azotati	mais, barbabietola, sorgo	medio
HUMOFOS	3-15-0	Torba umificata, miscela diconcimi organici azotati	frumento, barbabietola	elevato-molto elevato
NUTRIGRAN	12-24-0	Torba umificata, miscela diconcimi organici azotati	Mais, sorgo	elevato-molto elevato
SUPERALBA	9-14-17	Torba umificata, miscela diconcimi organici azotati	patata	elevato-molto elevato
NITROFERT	17.5-0-0	Torba umificata, miscela di concimi organici azotati	frumento, pomodoro, patata	elevato-molto elevato
BELFRUTTO	6-10-15	Torba umificata, miscela di concimi organici azotati	pomodoro	elevato-molto elevato

ORTAGGI MG	10-5,5-15	Torba umificata, miscela di concimi organici azotati	patata, lattuga, bietola da coste, radicchio	elevato- molto elevato
AGROFERT MB	10-5-15	Torba umificata, miscela diconcimi organici azotati	finocchio	elevato- molto elevato
SUPER ROBUR	15-5-5	Torba umificata, miscela diconcimi organici azotati	Spinacio, cavolfiore, vite	elevato- molto elevato

Si ringrazia la SCAM per aver gentilmente fornito i concimi utilizzati nelle prove

Il campionamento è stato eseguito all'inizio ed al termine di ciascun ciclo colturale. Per tutte le diverse colture, si è ritenuto opportuno, al fine di uniformare le modalità di esecuzione del prelievo di suolo, effettuare in ogni caso il campionamento iniziale dopo l'emissione delle prime foglie vere con un intervallo massimo di 30 giorni dopo la semina/trapianto. Le caratteristiche dei formulati organo-minerali sono riportate nella Tabella n.3.

Risultati conseguiti

Si è potuto evidenziare una tendenza positiva di comportamento della concimazione organo-minerale rispetto alla minerale. In molti casi è stato evidenziato, a parità di produzione, che la concimazione organo-minerale forniva parametri merceologici migliori, come ad esempio la purezza del sugo denso della barbabietola ottenuta nelle prove effettuate nell'azienda "Stuard" e nell'azienda "Mario Neri". In ambedue queste prove, eseguite in ambienti differenti, nelle produzioni sono riscontrati andamenti analoghi per tale parametro che risulta molto importante sotto il profilo commerciale. Infatti all'aumentare delle dosi di concimazione si dovrebbe riscontrare una diminuzione della percentuale di purezza del sugo denso dovuta ad un aumento dei componenti melassigeni assimilati dalla coltura. La diminuzione della purezza del sugo denso che si riscontra con la concimazione organo-minerale è tendenzialmente minore rispetto a quella che si osserva nelle tesi minerali.

Altro dato interessante emerso in questa sperimentazione riguarda le produzioni che sono risultate tendenzialmente più alte nelle tesi con concimazione organo-minerale rispetto alla minerale.

In molti casi la Dose prevista da Disciplinare di Produzione diminuita del 50% di organo-minerale ha dato produzioni più elevate non solo rispetto alla corrispondente dose NPK ma anche rispetto alla dose intera prevista dal Disciplinare di Produzione Integrata. L'andamento dei risultati mostra che la migliore tesi di concimazione è l'organo-minerale - 50% del DPI: un risultato di rilevante importanza economica, energetica ed ambientale.

Per quanto riguarda la fertilità biologica del suolo tendenzialmente la

coltura concimata con organo-minerale sembra aver arrecato un minor stress all'attività biologica del suolo. E' noto dalla letteratura che la coltura entra in competizione con i microorganismi e provoca un decremento della fertilità biologica del suolo. Nel caso della concimazione organo-minerale la diminuzione dell'attività della biomassa microbica sembra risultare molto più contenuta, probabilmente grazie all'influenza della frazione organica del concime. Tale andamento viene confermato quasi in tutte le esperienze, specie dove la soglia di fertilità non era molto elevata; tuttavia è stato maggiormente evidenziato o nelle colture che sono più esigenti di elementi nutritivi.

L'applicazione della tecnica EUF per la valutazione degli effetti delle diverse tipologie e dosi di concimazione ha permesso di assumere rilevanti informazioni sulla disponibilità degli elementi nutritivi. A titolo di esempio l'indice di disponibilità degli elementi rileva come nelle tesi OM si possa ipotizzare un effetto "lenta cessione" dell'azoto aggiunto.

Sempre per valutare la disponibilità dei nutrienti, in particolare del fosfato, sono state condotte prove di laboratorio sui suoli provenienti dai suddetti campi sperimentali al fine di poter fornire una interpretazione basata sui principi della chimica agraria ai fenomeni registrati in campo. Detti studi hanno avuto come obiettivo la valutazione della dinamica del fosfato nelle sue diverse forme nei suoli a seguito di fertilizzazione con concimi organo-minerali o solo minerali (perfosfato minerale). A tale fine sono state allestite prove di percolazione su colonna, contenenti il suolo proveniente dai campi sperimentali ad inizio esperienza, addizionate nei primi 5 cm di dosi massicce di anidride fosforica sotto forma di concimi organo-minerali e perfosfato, al fine di esaltare ed accelerare processi, che, più lentamente avvengono in pieno campo.

Bibliografia

- Benedetti A., Canali S. (1996). Tecnologie di produzione ed aspetti agronomici. Supplemento a *Terra e Vita* n.10.
- Benedetti A., Ciavatta C. (1998). I concimi organo-minerali. In "*I fertilizzanti organici*" A. Benedetti e P. Sequi coo rdinatori, 212-230.
- Buondonno A., Coppola E., Palmieri G., Benedetti A., Dell'Orco S., Németh K., Barbieri G., De Pascale S. (1997). Monitoring nitrogen forms in soil/plant systems under different fertilizer managements. A preliminary investigation. *Europ. J. Agron.*, 7, 293-300.
- Coppola E. (1993). Effetto di differenti matrici organiche sul flusso di N-P-K nel sistema suolo/pianta. Sperimentazione su coltura di mais in impianto su Vertic Xerofluent. Tesi di Dottorato. Dipartimento di Scienze Chimico-Agrarie, Università degli Studi di Napoli "Federico II".
- Németh K. (1979). The availability of nutrient in the soil as determined by Electro-Ultrafiltration (EUF). *Advanc. Agron.*, 31, 155-187.
- Sequi P. (1999). La concimazione organo-minerale per un'agricoltura sostenibile. Edizioni L'informatore Agrario, 16, 33-39.
- Tisselli V. (1999). Tecniche di fertilizzazione a minor impatto ambientale. Edizioni L'informatore Agrario, 22, 45-47.

*LE AZIENDE INFORMANO***BIO-VEGETAL A DIFESA DEL SUOLO**

Studi, ricerche ed informazioni a cura della
TERSAN PUGLIA & SUD ITALIA Spa
S.S. 98 Km. 79,700 - 70026 Modugno (Bari)

Il terreno è un grande laboratorio microbiologico, al suo interno avvengono reazioni di natura biochimica nelle quali interagiscono sostanza organica, energia solare e batteri. Questi processi vitali sono i diretti responsabili della fertilità del suolo, poiché procurano il necessario nutrimento alle colture.

In sintesi:

Composti Organici + Luce Solare + Batteri

=

Energia + Nutrimento

Per secoli, lo spandimento del letame ha fornito al terreno i composti organici e microrganismi di cui aveva bisogno. I microrganismi, in particolare, giocano un ruolo importantissimo nei processi che contribuiscono alla degradazione delle sostanze organiche ed alla formazione della frazione umica.

Lo strato di humus, infatti, è la parte principale del terreno, in quanto essenziale per il condizionamento chimico, fisico e biologico del suolo ed aiuta a mantenere l'equilibrio fra loro. Dal secondo dopoguerra in poi, imperativi di crescita economica hanno imposto ai Paesi industrializzati la meccanizzazione dell'agricoltura.

Tale fenomeno, se da un lato ha garantito la riduzione dei costi di manodopera a favore di maggiori rese per ettaro, ha reso sempre più difficile il reperimento e lo spandimento di letame di buona qualità. Di conseguenza ha favorito la diffusione sempre più massiccia di concimi chimici che, è storia attuale, hanno causato il progressivo dissesto dei suoli coltivati.

Gli effetti sono disastrosi: continua diminuzione di composti organici e flora batterica; alterazioni del rapporto aria-acqua all'interno dei terreni; conseguente inibizione dell'attività dei batteri aerobi; minaccia alla qualità dell'acqua nelle falde freatiche. In questo contesto di disequilibrio biologico, le rese hanno cominciato progressivamente a diminuire in rapporto all'aumento della quantità di concimi chimici utilizzati.

Era necessario, quindi, intervenire nell'unica maniera possibile: sostituire i concimi chimici con quelli organici, ricchi di humus e fonte di materia attiva. Il ritorno all'impiego del letame, tuttavia, non ha dato i risultati sperati. L'alimentazione animale è ormai satura di antibiotici e bioproteine. Tali sostanze, attraverso il letame, passano nel terreno, contaminandolo. In alcune aree, poi, gli impianti d'allevamento sono diminuiti, riducendo ulteriormente la quantità di letame disponibile.

Per risolvere il problema in maniera naturale è nato "**Bio-Vegetal**", fertilizzante completo, totalmente organico, che contiene in quantità bilanciate tutti gli elementi necessari al nutrimento della pianta e a favorire le reazioni biochimiche nel prodotto e nel suolo.

"**Bio-Vegetal**" agisce direttamente sulla nutrizione delle piante.

Dopo lo spandimento, i microrganismi in esso contenuti avviano la loro azione, mineralizzano la sostanza organica e sbloccano Azoto, Fosforo e Potassa presenti nel terreno in forme non assimilabili, mettendo a disposizione della pianta le sostanze nutritive e i microelementi di cui essa abbisogna. Grazie a questi processi, l'assimilazione degli elementi è totale.

Oltre che fornire elementi nutritivi alle colture, "**Bio-Vegetal**" contribuisce notevolmente a migliorare le caratteristiche del suolo.

La sostanza organica in esso contenuta, infatti, corregge l'eccessiva permeabilità dei terreni sciolti e sabbiosi favorendo la formazione di grumi; rende soffici i terreni compatti, regolando macro e micro porosità del suolo.

Tali miglioramenti fisici danno al terreno una maggiore capacità di imbibizione, rendendo ottimali le condizioni di traspirazione e di ossigenazione dell'apparato radicale delle colture. La sostanza organica, infatti, aumen-

ta la capacità di scambio del suolo, fattore determinante per giudicarne la fertilità. Infatti i terreni con alta capacità di scambio sono i migliori, poiché sono in grado di cedere alle piante più elementi nutritivi.

Nei terreni limosi, spesso il contenuto di sostanza organica è troppo basso. Per consentire la formazione di aggregati di particelle, è necessario somministrare una opportuna quantità di sostanza organica che renda stabili i menischi di acqua. Nei terreni sabbiosi si osserva comunemente la formazione di croste superficiali, a seguito dell'azione di agenti atmosferici.

Tali croste rappresentano un grave problema per gli agricoltori e per il suolo, in quanto impediscono l'emergenza delle piante dal terreno, l'infiltrazione dell'acqua e gli scambi di aria tra suolo ed atmosfera. Aumentando il contenuto di sostanza organica, si evitano tali inconvenienti.

Nei terreni argillosi, il problema più comune deriva dalla formazione di crepe dovute a fenomeni di concentrazione e rigonfiamento dei fillosilicati. Le grosse crepe possono modificare in modo negativo il comportamento della soluzione circolante nel terreno e nell'aria e possono danneggiare le radici. La sostanza organica, anche in questo caso riduce la gravità di questi fenomeni, rimediando ai loro effetti dannosi.

Un problema sempre più attuale è quello del recupero biologico dei suoli inquinati. Nell'ambito dello sfruttamento delle biotecnologie del suolo e del potenziamento di processi biologici naturali per degradare e detossificare contaminanti industriali ed ambientali, l'aggiunta di sostanza organica, infatti, viene utilizzata in misura sempre maggiore, per contribuire a ridurre gli effetti negativi dovuti all'inquinamento da composti chimici di diversa origine.

Sono diversi gli esempi di recupero biologico di suoli inquinati da idrocarburi aromatici mono e policiclici, presenti un po' ovunque ma, specialmente in quelle attività legate a processi di produzione dei derivati del petrolio. Di notevole interesse sono gli interventi relativi al recupero biologico di terreni inquinati da prodotti organici di sintesi (fitofarmaci).

Le ricerche in questo settore hanno ormai ampiamente dimostrato che la principale via di degradazione dei principi attivi dei presidi fitosanitari è quella microbica, pertanto, sulla base di queste conoscenze, si è pensato di stimolare l'attività microbica dei suoli contaminati per accelerare tali processi catabolici.

L'aggiunta della sostanza organica in opportune dosi può stimolare la biomassa microbica del suolo e la sua attività metabolica contribuendo quindi al recupero biologico del suolo.

La pratica della fertilizzazione organica dei suoli dunque dovrebbe essere imprescindibile nella ottimizzazione della gestione di una azienda agraria che voglia conservare la propria risorsa suolo.

“**Bio-Vegetal**” e **Tersan Puglia** guardano oggi con orgoglio al risultato raggiunto: favorire la rinascita e la rivitalizzazione dei suoli agricoli.

Riferimenti bibliografici

Documentazione Studi & Ricerche Tersan Puglia & Sud Italia Spa

F. Tittarelli, A. Benedetti, P. Sequi, 1998, cap. X.2, I Fertilizzanti Organici, ed. L'Informatore Agrario.

*LE AZIENDE INFORMANO**3,4 DMPP, FERTILIZZANTI STABILIZZATI
PER UN'AGRICOLTURA SOSTENIBILE*

Donato Tesi

BASF Italia Spa - Divisione Agricoltura

Cesano Maderno MI

Wolfram Zerulla

BASF AG - Centro Sperimentale per l'Agricoltura

Limburgerhof

Premessa

I fertilizzanti stabilizzati sono concimi a base prevalentemente di azoto nitrificabile sotto forma di ammonio e differiscono dai concimi azotati tradizionali in quanto contengono una sostanza che inibisce la nitrificazione (inibitore della nitrificazione). L'inibitore della nitrificazione rallenta la trasformazione naturale dell'azoto ammoniacale ($N-NH_4$) ad azoto nitrico ($N-NO_3$) con un'azione selettiva sull'attività dei batteri nitrificanti (*Nitrosomonas*) (Zacherl e Amberger, 1990; Farm Chemicals Handbook, 1995; Sturm *et al.*, 1994) per un periodo di tempo di 4-8 settimane.

L'inibitore della nitrificazione consente all'azoto ammoniacale, contenuto nel concime minerale, di permanere sotto questa forma per alcune settimane senza venire nitrificato, ovvero viene stabilizzato.

Si sfruttano pertanto le caratteristiche dell'azoto ammoniacale, il quale dopo l'applicazione, viene difficilmente dilavato dal terreno (Front *et al.*, 1996 b; Watson *et al.*, 1994) anche dopo abbondanti precipitazioni e rimane a disposizione delle colture.

Nei concimi non stabilizzati l'azoto ammoniacale si trasforma invece velocemente in azoto nitrico e quest'ultimo può venire dilavato facilmente

Tabella 1 – Caratteristiche fisico-chimiche

Stato fisico	solido (polvere)
Colore	grigio/bianco
Odore	debole odore proprio
Punto di fusione	ca. 165°C
Infiammabilità	non facilmente infiammabile
Temperatura d'autocombustione	non infiammabile
Densità (20°C)	1,51 g/cm ³
Densità apparente	440 kg/m ³
Solubilità in acqua (25°C)	132 g/l
Valore pH (a 132 g/l, 25°C)	2,5-3,0
Coefficiente di ripartizione (n-Ottanolo/acqua/log Pow)	1,26

Efficacia d'azione e concentrazione d'impiego del DMPP

Per determinare l'attività del DMPP e le quantità da aggiungere ai fertilizzanti per stabilizzare l'ammonio sono state effettuate delle simulazioni in laboratorio e delle applicazioni in campo. In entrambi i casi come base azotata si è impiegato il Solfonitrato d'ammonio (26% N totale di cui 19% N-NH₄ e 7% N-NO₃) alla dose di 10 mg/N per recipiente nelle simulazioni di laboratorio e di 80 kg/ha N nelle applicazioni di campo.

Al Solfonitrato d'ammonio si è aggiunto il DMPP a diverse concentrazioni, riferite al contenuto di ammonio, e successivamente si è controllato il contenuto di ammonio nel terreno. I risultati sono riportati nelle tab. 2 e 3.

Tabella 2 - Simulazione dell'efficacia del DMPP a diverse concentrazioni e relativo effetto stabilizzante sull'N-NH₄ in prove di laboratorio.

Concime	Inibitore della nitrificazione	Concentrazione % DMPP riferita a N-NH ₄	N-NH ₄ (mg/100 g terreno) settimane dopo l'applicazione				
			1	2	4	8	9
Solfonitrato ammonico	-	-	3	0	0	0	0
Solfonitrato ammonico	DMPP	0,033	4,3	1,4	0	0	0
Solfonitrato ammonico	DMPP	0,33	5,9	5,5	5,8	2,8	2,5
Solfonitrato ammonico	DMPP	1,63	5,7	5,4	6,0	2,6	2,4
Solfonitrato ammonico	DMPP	3,3	5,9	5,8	5,9	2,8	2,6

I risultati delle simulazioni di laboratorio evidenziano l'efficacia del DMPP nella stabilizzazione dell'azoto ammoniacale, ad una concentrazione

dello 0,33%, riferita alla quantità di azoto nitrificabile contenuto nel concime. Concentrazioni maggiori non migliorano l'azione inibente.

Tabella 3 - Efficacia d'azione del DMPP a diverse concentrazioni e relativo effetto stabilizzante sull'azoto ammoniacale nelle prove di campo.

Concime	Inibitore della nitrificazione	Concentrazione % DMPP riferita a N-NH ₄	N-NH ₄ (kg/ha) settimane dopo l'applicazione			
			2	4	6	8
Solfonitrato ammonico	-	-	39	36	14	8
Solfonitrato ammonico	DMPP	0,33	54	61	28	20
Solfonitrato ammonico	DMPP	0,97	54	59	27	29
Solfonitrato ammonico	DMPP	1,63	61	65	28	26

Nelle prove di campo soggette all'andamento climatico e condizionate dalla natura dei terreni ecc., il DMPP ha un effetto stabilizzante sull'azoto ammoniacale ad una concentrazione di ca. l'1%, sempre riferita alla quantità di azoto nitrificabile contenuto nel concime.

Miglioramento della tecnica colturale con l'impiego di DMPP

Dopo le esperienze preliminari di laboratorio si è passati alle applicazioni in campo su diverse colture modificando sia le epoche di applicazione che le dosi di azoto apportate. L'inibitore della nitrificazione è stato impiegato alla concentrazione di 1% dell'azoto nitrificabile.

Si riportano i risultati di prove effettuate su cereali autunno-vernini con una riduzione del numero delle applicazioni e su mais da granella con riduzione sia del numero delle applicazioni che delle quantità unitarie di azoto apportate (tab. 4 e 5).

Tabella 4 - Effetto dell'inibitore della nitrificazione DMPP sulla produzione di frumento tenero con riduzione delle applicazioni fertilizzanti.

Prodotti	Numero applicazioni	Dose kg/ha N	Produzione q/ha media di 8 prove
1 Testimone non concimato	-	0	48.9 a*
2 Nitrato ammonico	3	160	78.08 b
3 Solfonitrato ammonico DMPP	2	160	84.32 c

* A lettere diverse corrispondono differenze significative per P = 0,05

Tabella 5 - Effetto dell'inibitore della nitrificazione DMPP sulla produzione di una coltura di mais da granella in coltura irrigua con riduzione delle quantità di azoto apportate e delle applicazioni fertilizzanti.

	Prodotti	Numero applicazioni	Dose kg/ha N	Granella t/ha	Efficacia *
1	Testimone non concimato	-	0	5.08 c	-
2	Solfonitrato ammonico	2	250	12.02 b	2.78 c
3	Solfonitrato ammonico DMPP	2	200	12.22 b	3.57 b
4	Solfonitrato ammonico DMPP	1	200	14.28 a	4.60 a

A lettere diverse corrispondono differenze significative per P= 0,05.

* Per efficacia o efficienza produttiva (Er) si intende il rapporto tra l'incremento di resa (Rn - Ro) conseguente all'impiego della dose Dn di elemento nutritivo e la dose stessa:

$$Er = \frac{Rn - Ro}{Dn}$$

Conclusioni

Sulla base delle prove di laboratorio e di campo eseguite con l'inibitore della nitrificazione DMPP ed i risultati ottenuti, si è verificato che questo è efficace alla concentrazione di 1% dell'azoto nitrificabile (azoto ammoniacale, carbamidico e cianamidico) presente nei fertilizzanti, i quali devono contenere almeno il 40% dell'azoto totale sotto forma di azoto nitrificabile.

L'azione dell'inibitore consente di ridurre le quantità di azoto immesse nell'ambiente per dilavamento e gassificazione. Le caratteristiche chimiche, tossicologiche ed ecotossicologiche del DMPP rispettano i più rigidi criteri delle norme previste a livello CE per l'immissione in commercio di nuove sostanze chimiche, e le quantità impiegate per indurre l'inibizione sono assai ridotte (concentrazione dell'1% dell'azoto nitrificabile contenuto nel fertilizzante).

Dal punto di vista agronomico, infine l'inibitore consente: di migliorare la tecnica colturale riducendo il numero delle applicazioni fertilizzanti, modificare le tradizionali epoche d'applicazione e diminuire le quantità unitarie di azoto da apportare.

Bibliografia

- BASF (1993): Basammon stabil bringt mehr Gewinn (Basammon stabil gives better profit). German. Publisher: BASF Aktiengesellschaft, Limburgerhof, Germany.
- Bayrakli F., Gezgin S. (1996): Controlling ammonia volatilization from urea surface applied to sugar beet on a calcareous soil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 27 (9&10).
- Bronson K.F., Mosier A.R. (1994): Suppression of methane oxidation in aerobic soil by nitrogen fertilizers, nitrification inhibitors, and urease inhibitors. *Biol. Fertil. Soils*, 17(4), 263-8. Springer-Verlag, Berlin.
- Bronson K.F., Mosier A.R. (1993): Effect of Nitrogen Fertilizer and Nitrification Inhibitors on Methane and Nitrous Oxide Fluxes in Irrigated Corn. *Biochemistry of Global Change. Radiatively Active Trace Gases*. Chapman & Hall. New York / London.
- Bronson K.F., Mosier A.R., Bishnoi S.R. (1992): Nitrous Oxide Emissions in Irrigated Corn as Affected by Nitrification Inhibitors. *Soil Sci. Soc. Am. J.* (56, No. 1, 161-65).
- Bundesrat, Drucksache 239/96 (1996): Stellungnahme der Bundesregierung zu der Entschliessung des Bundesrates zur Verordnung zur Änderung düngemittelrechtlicher Vorschriften. German. Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Bonn.
- Delgado J. A., Mosier A.R. (1996): Mitigation alternatives to decrease nitrous oxides emissions and urea-nitrogen loss and their effect on methane flux. *J. Environ. Qual.* 25 (5). CodeN: JEVQAA; ISSN: 0047-2425.
- Grant C.A., Jia S., Brown K.R., Baily L.D. (1996b): Volatile losses of NH₃ from surface-applied urea and urea ammonium nitrate with and without the urease inhibitors NBPT or ammonium thiosulphate. *Canadian Journal of Soil Science*, Vol. 76, No. 3.
- Hamman G.Y. (1995): Effect of nitrification inhibitor (nitrapyrin) and nitrogen level on growth and yield of maize (*Zea mays* L.). *Annals of Agricultural Science*, Moshtohor, Vol. 33, No. 2.
- Klasse H.-J. (1991): Versuchsergebnisse zur Wirkung stabilisierter Stickstoffdünger auf die Nitratverlagerung bzw. -auswaschung. Nmin-Gehalte im Boden nach der Düngung bzw. nach der Ernte (Results from trials investigating the effect of stabilized N-fertilizers on movement and losses of nitrogen. N-min-contents in the soil after fertilizer use and harvest, respectively). German. Proceedings: Stabilisierte Stickstoffdünger - ein Beitrag zur Verminderung des Nitratproblems. Fachtagung: 15./16. Oktober 1991, Würzburg. Publisher: BASF Aktiengesellschaft, Limburgerhof, SKW Trostberg AG, Germany.
- Trenkel M.E. (1997): Controlled release and stabilized fertilizers in agriculture. International Fertilizer Industry Association (IFA).
- Wang Z.P., Cleemput O. van, Baert L. (1994): Movement of urea and its hydrolysis products as influenced by moisture content and urease inhibitors. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 22, No. 1/2.
- Wang Z. P.; Cleemput, O. van; Demeyer, P.; Baert, L. (1991a): Effect of urease inhibitors on urea hydrolysis and ammonia volatilization. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 11, No. 1, pp. 43-47.
- Wang Z.P., Li L.T., Cleemput O. van, Baert L. (1991b): Effect of urease inhibitors on denitrification in soil. *Soil Use and Management*, Vol. 7, No. 4, pp. 230-233.
- Watson C.J., Miller H., Poland P., Kilpatrick D.J., Allen M.D.B., Garret M.K., Christianson C.B. (1994): Soil properties and the ability of the urease inhibitor N-(n-butyl) thiophosphoric triamide (nBTPT) to reduce ammonia volatilization from surface-applied urea. *Soil Biology & Biochemistry*, Vol. 26, No. 9, pp. 1165-1171.
- Xiaobin W., Jingfeng X., Grant C.A., Bailey L.D. (1994): Effects of placement of urea with a urease inhibitor on seedling emergence, N uptake and dry matter yield of wheat. *Canadian Journal of Soil Science*, November 1994, 449-452.
- Zerulla W., BASF Aktiengesellschaft (1996): Reply to the request on nitrification inhibitors. Personal communication.

*LE AZIENDE INFORMANO**LA METODOLOGIA CIFO PER UN'AGRICOLTURA RAGIONATA*

CIFO S.p.A.

Via Oradur, 6 - 40016 S. Giorgio di Piano (Bologna)

Premessa

La produzione delle piante è determinata da diversi fattori, vale a dire acqua, aria, luce, temperatura, terreno ed elementi nutritivi, tra loro interdipendenti.

Tale concetto è stato da tempo dimostrato con la Legge del Minimo o di Liebig (1840), secondo la quale il livello produttivo di una pianta è condizionato del fattore presente in minor quantità.

La CIFO, fin dall'inizio, si è ricollegata al concetto basilare del Liebig per impostare la propria metodologia nutrizionale, basata su apporti mirati alla coltura in funzione delle reali esigenze, attuando una fertilizzazione a BASSO IMPATTO AMBIENTALE che evita inutili sprechi e migliora il rendimento produttivo.

I parametri che caratterizzano la metodologia CIFO sono i seguenti:

- Analisi del terreno
- Diagnostica fogliare
- Interpretazione analisi
- Piani nutrizionali specifici
- Fertirrigazione
- Integrazioni fogliari

CONOSCENZA DELLE CONDIZIONI INIZIALI

Per concimare in modo razionale è molto importante conoscere le condizioni iniziali del terreno e delle piante coltivate.

Le analisi del terreno forniscono i dati precisi sulle caratteristiche fisico-chimiche e la fertilità del suolo.

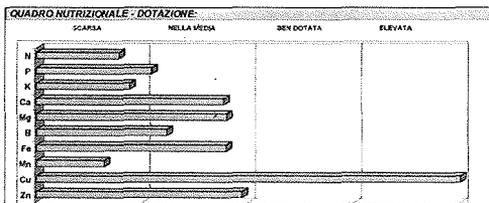
ATTESTATO DI ANALISI

svolto utilizzando le attrezzature del laboratorio



San Giorgio di Piano (Bologna) - Via Ortolana, 6/9 - Tel. 0511 948 22 11 - Telex 922074 CIFO I - Telefax 051 94 04 93

CERTIFICATO		DIAGNOSTICA FOGLIARE	
Spett. Cliente:	N° 13-F-88	ELEMENTI:	
Indirizzo:		Azoto N %	2,81 SCARSO
Città:		Fosforo P %	0,29 NELLA MEDIA
Az. Agricola:		Potassio K %	2,03 SCARSO
Appuntamento:		Calcio Ca %	1,27 NELLA MEDIA
Spazio:	BARBABIETOLA	Magnesio Mg %	0,44 NELLA MEDIA
Varietà:		Boro B ppm	114,81 NELLA MEDIA
Prelevato dal Sig.:		Ferro Fe ppm	323,00 NELLA MEDIA
In data:	06/05/93	Manganese Mn ppm	55,00 SCARSO
Arrivò a CIFO il:	06/05/93	Rame Cu ppm	176,00 ELEVATO
		Zinco Zn ppm	78,50 NELLA MEDIA



GIUDIZI SULLA DOTAZIONE DEGLI ELEMENTI E CONSIGLI AGRONOMICI

In base al quadro nutrizionale e all'esito dell'analisi chimica delle foglie di **BARBABIETOLA**

si consiglia di fare applicazioni fogliari con:

GRAVVERDE SUPER

MANGANESE FAST

per ripristinare l'equilibrio nutrizionale

(Nota: la tecnica Commerciale di zolfo è a disposizione per personalizzare l'inferto e per fornire tutti i chiarimenti del caso.)

San Giorgio di Piano (Bologna) - 12095/9

L'ANALISTA

L'AGRONOMO

La **diagnostica fogliare**, tecnica analitica piuttosto recente, fornisce importanti indicazioni sul reale contenuto quantitativo e qualitativo degli elementi nutritivi.

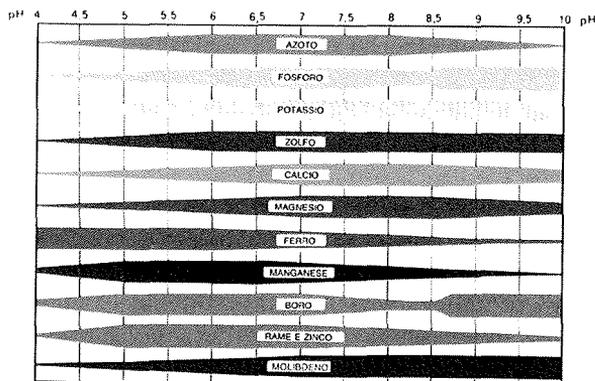
Un certificato di analisi deve essere di facile interpretazione e contenere la maggior quantità di informazioni possibili. Inoltre è indispensabile che si faccia un preciso prelievo del campione di terreno o di foglie e che i singoli esami siano eseguiti nel rispetto delle metodiche ufficiali.

ESEMPIO DI REFERATO DI DIAGNOSTICA FOGLIARE

REFERATO DEL TECNICO

Una corretta interpretazione delle analisi del terreno o fogliari da parte del tecnico è molto importante perchè oltre alla quantità di elemento nutritivo nel terreno, bisogna considerarne la disponibilità in funzione del pH e le interazioni, sinergiche ed antagoniste, tra i vari elementi.

Ad esempio l'elemento Ferro può essere presente nel terreno, ma la pianta può manifestarne la carenza a causa del pH alcalino, associato ad elevati contenuti di calcare e di fosforo che ne impediscono l'assorbimento.



DISPONIBILITA' ELEMENTI

SOLUZIONI

Tenendo ben presente tutti i fattori che caratterizzano la metodologia CIFO e considerando altri aspetti quali il clima, il tipo di coltura e le asportazioni medie, si esegue il programma di concimazione che meglio risponde alle specifiche esigenze aziendali. Il programma di concimazione deve avere i seguenti obiettivi:

- fornire alle piante gli elementi nutritivi nella qualità e quantità necessarie;

- rendere disponibili questi elementi nei momenti in cui la pianta ne ha effettivamente bisogno;

- adottare il metodo di concimazione più idoneo a garantire alle piante i fertilizzanti nelle forme più accessibili ed efficaci. (Fertirrigazione ed integrazione fogliare).

AZIONE NUTRIZIONALE

FERTIRRIGAZIONE

I principali vantaggi della fertirrigazione:

- Assoluta prontezza di azione del fertilizzante, che consente di fare gli interventi nel periodo di effettiva necessità della coltura.
- Completo assorbimento degli elementi nutritivi apportati.
- Minor impiego di concimi ed unità fertilizzanti.
- Evita dilavamenti, inquinamenti delle falde e sprechi di elementi nutritivi confermandosi tecnica a basso impatto ambientale.

INTEGRAZIONE FOGLIARE

Sintetizzando brevemente i benefici che offre la concimazione fogliare si può dire che:

- Completa razionalmente il processo della nutrizione delle piante.
- Consente di prevenire o curare tempestivamente meso e microcarenze.
- Esercita un'azione stimolante per piante bloccate da fenomeni fisiologici e ambientali avversi.



TRATTAMENTI FONDAMENTALI

FASE	PRODOTTO	DOSSAGGIO Kg o l/ha	MOTIVAZIONE
LOCALIZZATO ALLA SEMINA O CON DISERBO DI PRE-EMERGENZA	FOXTER + SUPERNAT 93	60 60 - 90	Si apporta fosforo e sostanza organica per migliorare la germinazione. Effetto starter.
CON I DISERBI DI POST-EMERGENZA	AZOTO 30 + SINERGON 2000	30 2	Si favorisce lo sviluppo delle piante e l'accostimento.
INIZIO LEVATA	AZOTO 30 + BIOLIGHT	30 0,2	Si aumenta la produzione e si migliorano le caratteristiche qualitative (proteine).

TRATTAMENTI SPECIFICI

MOTIVAZIONE	PRODOTTO	DOSSAGGIO Kg o l/ha	APPLICAZIONE
CARENZA DI RAME	COPPERFAST	1	In post-emergenza
MICROCARENZE SPECIFICHE	LINEA FAST o LINEA E.U.	VARIO	Ai manifestarsi dei sintomi

LEGENDA PER LE APPLICAZIONI

FOGLIARE

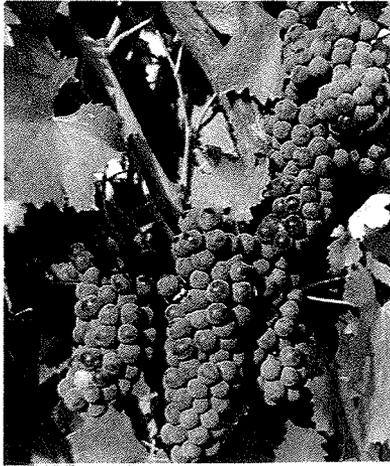
FERTIRRIGAZIONE



CIFO s.p.a. DIVISIONE AGRICOLTURA
Via Dandolo 4 - 31043 Pozzo di Piave (TV) 0429/944
Telefono (0423) 665811 - Telefax (0423) 665019
e-mail: cifo@divisione.agr.cifo.it

PER INFORMAZIONI

PROGRAMMI DI CONCIMAZIONE SPECIFICI

RISULTATI**OTTIMI LIVELLI PRODUTTIVI E QUALITATIVI****CIFO.**

La **qualità** dello Specialista, certificata dagli Specialisti della **Qualità**.



Cifo da sempre produce qualità. Ed ora lo certifica DaimlerChrysler Aerospace Dasa-Zert, l'Ente Tedesco tra i più autorevoli in fatto di qualità internazionale. Il Sistema Qualità Cifo ha ottenuto la certificazione EN ISO 9001 perché soddisfa pienamente le norme internazionali sotto tutti i profili: progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza nel settore dei prodotti chimici per giardinaggio e agricoltura. Con questa certificazione internazionale, la qualità Cifo si conferma ai vertici della qualità internazionale. Da sempre i clienti Cifo scelgono la qualità. Oggi ne sono certificati.



LE AZIENDE INFORMANO

DAL 1970 NEL CAMPO DELLE ANALISI AGRARIE E AGROINDUSTRIALI

Modugno Agrochimica
Via G. Fortunato, 2/E
85024 Lavello (Potenza)

I PIÙ IMPORTANTI SETTORI DI NOSTRA SPECIALIZZAZIONE:

- Analisi dei suoli
- Analisi delle acque irrigue e potabili
- Diagnostica fogliare
- Ricerca dei nematodi
- Diagnostica fitopatologica
- Analisi dei fertilizzanti

◇ Le metodiche sono quelle ufficiali o raccomandate dai maggiori organismi di normazione.

◇ Le tecniche utilizzate sono senz'altro le più avanzate.

SIAMO STATI I PRIMI AD INTRODURRE LA "SPETTROMETRIA AL PLASMA" COME TECNICA DI ROUTINE NELL'ANALISI DEI SUOLI E NELLA DIAGNOSTICA FOGLIARE. ELEMENTI DI PARTICOLARE INTERESSE AGRARIO QUALI FOSFORO E BORO, PRECEDENTEMENTE DOSABILI SOLO CON LUNGHE E COSTOSE TECNICHE COLORIMETRICHE, VENGONO ORA DOSATI, GRAZIE AL PLASMA, IN POCHI SECONDI.

LA PIÙ RECENTE INTRODUZIONE DELLA "CROMATOGRAFIA IONICA" HA PERMESSO DI ESTENDERE L'ANALISI ROUTINARIA AD ELEMENTI NON METALLICI QUALI NITRATI, SOLFATI, CLORURI.

Le nostre referenze:

- ◇ CNR Istituto di Ecologia ed Idrologia Forestale
- ◇ MIPA - Corpo Forestale dello Stato
- ◇ Ferrovie dello Stato
- ◇ Aziende Sperimentali - Regione Basilicata
- ◇ Moltissime aziende private

FORTI DELLA TRENTENNALE ESPERIENZA MONTIAMO
LABORATORI "CHIAVI IN MANO" PER:

- Industrie agroalimentari
- Produttori di fertilizzanti
- Organizzazioni che intendono ampliare il servizio di assistenza tecnica
- Liberi professionisti

COSA SIGNIFICA "LABORATORIO CHIAVI IN MANO"?

che non ci limitiamo alla semplice fornitura delle apparecchiature ma garantiamo tutta una serie di servizi sia prima che dopo l'installazione:

- studio di fattibilità
- progettazione della struttura ex novo o adeguamento di quella esistente alla normativa vigente
- analisi dei costi
- lay-out
- formazione del personale
- collaudo e avviamento
- tutoraggio
- gestione coordinata

MOLTA IMPORTANZA ASSUME L'INSTALLAZIONE DEL LABORATORIO DI ANALISI AZIENDALE PER I **PRODUTTORI, INSACCATORI E DISTRIBUTORI DI PRODOTTI FERTILIZZANTI** CHE IN SEGUITO AL D.M. 7 maggio 1997 (*TOLLERANZE E INDICE DI QUALITÀ NELLA PRODUZIONE DEI FERTILIZZANTI*) SONO TENUTI AD UN ATTENTO CONTROLLO DI QUALITÀ DELLE MATERIE PRIME E DEI PRODOTTI COMMERCIALIZZATI. MOLTE AZIENDE DEL SETTORE SONO INFATTI GIÀ RICORSE AI SERVIZI DA NOI OFFERTI.

MODUGNO
AGROCHIMICA

Via G. Fortunato, 2/E
85024 LAVELLO (PZ)
tel. 0972 85889 fax 0972 877684
email: modagro@tiscalinet.it

Indice Generale Volume 48, 1999

Numero 1

Editoriale

P. Sequi 3 Il protocollo di Kyoto

**Atti del Convegno "Un programma di valorizzazione per il meridione d'Italia",
Castello di Lagopesole (Potenza) 15-16 luglio 1997**

P. Sequi 9 Introduzione ai lavori

L. Di Vito 13 Saluto del Consiglio dell'Ordine Nazionale dei
Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali

Prospettive di realizzazione di un'area pilota meridionale per il progetto della cartografia nazionale dei suoli

L. Montanarella 19 Il Sistema Informativo Geografico dei Suoli Europei
a scala 1:1,000,000 e la creazione di un nuovo
database

L. Lulli 25 Per una cartografia dei suoli d'Italia al 250mila

D. Tosco, A. D'Antonio 29 Verso l'utilizzazione dei Servizi Pedologici Regionali

M. Lovelli 37 Programma della Regione Basilicata nel settore
dell'agrometeorologia

M. Totada 43 I programmi dell'ARSSA nel settore pedologico

T. Reale, A. Cocchiarella 57 Informazione pedologica nella Regione Molise

F. Bellino 63 La pedologia nella Regione Puglia

A. Paladino 67 L'attività dell'Unità Operativa Pedologica della
Regione Sicilia

Basi scientifiche per la conoscenza e lo sviluppo del territorio

P. Scandella 75 Ricerca nel settore della sensibilità delle aree

E.A.C. Costantini, A. Cali, 87 Individuazione dei principali regimi pedoclimatici
italiani: risultanze sperimentali e confronto con le
regioni climatiche europee

F. Castelli, P. Lorenzoni, R. Napoli, 99 Sistema Informativo della Montagna (S.I.M.)

L. Perini, S. Raimondi 115 Sensibilità e vulnerabilità del suolo: la domanda
delle autorità ambientali ed il ruolo della pedologia

F. Martinelli, C. Muscaritoli 121 Lo studio del vulcanico e la sua importanza per le
aree mediterranee

G. Vianello 125 Il progetto MONCAPRI e l'itinerario per la costituzione
di servizi pedologici regionali

Sviluppo dell'irrigazione sostenibile nel mezzogiorno: elementi per un progetto di ricerca

B. Piras 135 Definizione della "risorsa acqua". Inventario sotto
il profilo qualitativo e quantitativo delle acque uti-
lizzate per l'irrigazione

P. Baldaccini 149 Definizione della risorsa "suolo" ai fini della sensi-
bilità dei territori all'irrigazione

A. Caliendo 159 Metodi irrigui e tecniche di adattamento. Deter-
minazione dell'efficienza idrologica dell'irrigazione
e metodologie per una irrigazione ecocompatibile

A. Alvino 165 Stress ambientali nelle Regioni meridionali

G. Fierotti 179 I suoli di fronte all'irrigazione con acque anomale

E. Tarantino	201	L'irrigazione delle colture erbacee: problemi di sostenibilità
C. Xiloyannis, G. Celano	213	L'irrigazione sostenibile in frutticoltura
S. Indelicato, S. Barbagallo	229	Utilizzo irriguo di acque reflue urbane: problematiche agronomiche, sanitarie, ambientali e normative
M. Mastrorilli	245	Modellizzazione. Sviluppo di modelli idrologici per ambienti mediterranei
P. Tedeschi	251	Irrigazione sostenibile e qualità delle acque in relazione alle tecniche agronomiche
P. Corona, F. Sisti, R. Monaco	261	L'irrigazione in funzione della vulnerabilità del suolo, come strumento del piano di bacino
Ufficializzazione dei metodi di analisi del suolo		
M. Pagliai	271	Metodi di analisi fisica del suolo
P. Violante	275	Metodi di analisi chimica del suolo
G. Mecella	279	Metodi analitici delle acque
A. Benedetti	283	Metodi di analisi microbiologica e biochimica del suolo
P. Sequi	291	Una futura collana di manuali di analisi chimico-agrarie
Informazioni della S.I.S.S.	295	

Numero 2

Editoriale

P. Sequi	301	L'uomo senza suolo
----------	-----	--------------------

Contributi dei Soci

R. Aringhieri	305	Salinità e struttura del terreno
A. D'Antonio, M.R. Ingenito, G. Marseglia, L. Toderico	315	Confronto tra alcuni metodi per la stima dell'evapotraspirazione di riferimento in ambienti dell'Italia centro-meridionale ai fini della caratterizzazione del regime idrico dei suoli secondo la <i>Soil Taxonomy</i>
G. Ollesch, A. Vacca	329	Turnover dei fosfati e dei processi di degradazione in un ecosistema a pascolo in Sardegna

Relazioni della escursione pedologica del Convegno Annuale SISS, Roma 1997

G. Mecella, P. Scandella, A. Tinelli, A. De Michelis	349	Descrizione dei principali aspetti storici ed ambientali della Tenuta Presidenziale di Castelporziano
P. Scandella, G. Mecella, F. Fricano, M. Bucci, M.C. Pizzoferrato	359	Ambiente idrico della Tenuta Presidenziale di Castelporziano
M. Badali, S. Socciarelli, F.A. Biondi, R. Gorga	369	Tenuta Presidenziale di Castelporziano: caratteristiche geologiche
F.A. Biondi, G. Dowgiallo, C. Di Dio	383	Tenuta Presidenziale di Castelporziano: caratteristiche pedologiche
A. Trincherà, F. Pinzari, F. Fiorelli, M. Marchionni, A. Benedetti	399	Duna Antica e Duna Recente: due ecosistemi a confronto

16° Convegno Mondiale della Scienza del Suolo

P. Sequi	417	16° Convegno Mondiale della Scienza del Suolo: temi dei Simposi e contributi italiani
P. Nannipieri	427	Attività del Consiglio della Società Internazionale della Scienza del Suolo
C. Dazzi	439	Environment and Soilsapes in Southwest Germany (Post Congress Tour B-6)

- 443 Proposal for a "Convention on Sustainable Use of Soil" (Soil Convention)
- Nuovi Organismi della Società**
- A. Benedetti, P. Sequi, 475 Osservatorio nazionale Permanente per i fertilizzanti
P. Nannipieri, C. Ciavatta, S. Greco
- M.T. Dell'Abate, F. Pinzari, 481 Proposta di istituzione di un Comitato Permanente per
A. Benedetti l'Educazione e la Divulgazione della Scienza del Suolo
- Attività Sociale**
- P.G. Arcara 489 L'Assemblea Ordinaria del 3 giugno 1998
R. Francaviglia 493 Riunioni del Consiglio Direttivo
- I Soci informano**
- A. Benedetti 503 Un manuale di metodi di analisi per i fertilizzanti

Numero 3

Atti del Workshop "Toward a Network of Regional Soil Surveys in the Frame of EU: the Cooperation Among the European, national and Local Levels", Firenze, 5 novembre 1998
Sponsored by European Union, D.G. JRC - Space Research Institute

Session 1. The experience from Germany (chairman: F. Mancini)

- R. Francaviglia, R. Rasio, P. Sequi 511 Preface
W. Blum 513 Address of the Secretary-General of the IUSS
W. Eckelmann 515 The BGR Federal Soil Information System, a link between state soil surveys and BGR's European partners; aspects of the new German Soil Protection Act
- H.J. Heineke, J. Kues, 529 The Soil Information System of Lower Saxony and its use for land use and soil protection properties
K. Erdmann, U. Müller
R. Schweizer 549 The BIS of Baden-Württemberg and a general view on its conception, structure and use at land level
- D. Kühn 569 Soil survey in a Land of the former GDR: the case of Brandenburg
- R. Hartwich 579 The 1:200,000 soil map of Germany and the related Soil Information System (SIS)

Session 2. International, European, regional issues (chairman: W. Blum)

- L. Montanarella 591 The role of European Soil Bureau and the perspective of a "nested" soil database
- F. Nachtergaele 607 New developments in Soil Classification and implications for the European Soil Survey Programme with special reference to WBR
- R. Rasio, G. Loffredo 619 Guidelines for establishing Soil Services (Surveys) at regional level
- N. Filippi, A. Giapponesi, L. Rubbi 629 Demands and problems for a Region skilled in Soil Info
M. Toteda 639 Perspectives for a Region at the kick-off of its Soil Survey Program: the case of Calabria
- L. Gardin, L. Lulli 647 Soil map monitoring of Italian regions
E.A.C. Costantini 655 Preparing the soil survey of Italy at scale 1:250,000
G. Urbano 667 Operation "Soil Inventory, Management and Conservation"
J. Boixadera 675 The future of soil survey in Italy: some thoughts about its context
- A. Ajmar, R. Rasio 687 Minutes of Atelier "Toward a database of alpine soils at scale 1:250,000

Numero 4

Atti Giornata di Studio "Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti",

Pietrasanta (Lucca) 19 marzo 1999

P. Sequi	697	Introduzione ai lavori
A. Benedetti	701	Cento anni di fertilizzazione e problematiche attuali
C. Puccioni	713	Il ruolo dell'industria italiana dei fertilizzanti nello sviluppo dell'agricoltura nazionale
S. de Bertoldi	723	Analisi dell'andamento del mercato dei fertilizzanti nell'Unione Europea e censimento dei concimi minerali presenti sul mercato italiano
S. Silva	735	Produzione e consumo di concimi nazionali
G. Menin	753	Il controllo della qualità dei fertilizzanti
A. Minguzzi	761	Le analisi dei fertilizzanti
C. Ciavatta, C. Gessa	769	Biomasse trasformabili in fertilizzanti
L. Leita, C. Mondini, P. Cartone	783	Problemi del controllo degli elementi indesiderati
S. Canali	793	Analisi del suolo e fabbisogno di fertilizzanti azotati
M. Perelli	805	Analisi del suolo e fabbisogno di fertilizzanti
F. Intrigliolo	813	Analisi fogliari e fabbisogno di fertilizzanti in agrumicoltura
D. Scudellari, M. Toselli,	829	La diagnostica fogliare nelle piante arboree da frutto a foglia caduca

Attività IV Commissione

A. Benedetti	843	Fertilità del Suolo e Nutrizione delle Piante (giugno 1998 - giugno 1999)
--------------	-----	---

Attività Sociale

P.G. Arcara	849	L'Assemblea Ordinaria del 22 giugno 1999
-------------	-----	--

Le Aziende informano

A. Satanassi, D. Bartolini (SCAM)	855	Concimazione e agricoltura sostenibile
TERSAN PUGLIA & SUD ITALIA	863	Bio-Vegetal a difesa del suolo
D. Tesi, W. Zerulla (BASF)	867	3,4 DMPP, fertilizzanti stabilizzati per un'agricoltura sostenibile
CIFO	873	La Metodologia CIFO per un'agricoltura ragionata
MODUGNO Agrochimica	877	Dal 1970 nel campo delle analisi agrarie e agroindustriali

Indice Generale Volume 48, 1999 I

Indice degli Autori V

Indice degli Autori

(in parentesi il numero del fascicolo)

Ajmar A.	687 (3)	Indelicato S.	229 (1)	Sisti F.	261 (1)
Alvino A.	165 (1)	Ingenito M.R.	315 (2)	Socciarelli S.	369 (2)
Arcara P.G.	489 (2), 849 (4)	Intrigliolo F.	813 (4)	Tagliavini M.	829 (4)
Aringhieri R.	305 (2)	Kues J.	529 (3)	Tarantino E.	201 (1)
Badali M.	369 (2)	Kühn D.	569 (3)	Tedeschi P.	251 (1)
Baldaccini P.	149 (1)	Leita L.	783 (4)	TERSAN PUGLIA & SUD	
Barbagallo S.	229 (1)	Loffredo G.	619 (3)	ITALIA	863 (4)
Bartolini D.	855 (4)	Lorenzoni P.	87 (1)	Tesi D.	867 (4)
BASF	867 (4)	Lovelli M.	37 (1)	Tinelli A.	349 (2)
Bellino F.	63 (1)	Lulli L.	25 (1), 121 (1), 647 (3)	Toderico L.	315 (2)
Benedetti A.	283 (1), 399 (2), 475 (2), 481 (2), 503 (2), 701 (4), 843 (4)	Marangoni B.	829 (4)	Tosco D.	29 (1)
Biondi F.A.	369 (2), 383 (2)	Marchionni M.	399 (2)	Toselli M.	829 (4)
Blum W.	513 (3)	Marseglia G.	315 (2)	Toteda M.	43 (1), 639 (3)
Boixadera J.	675 (3)	Martinelli F.	99 (1)	Trinchera A.	399 (2)
Bucci M.	359 (2)	Mastrorilli M.	245 (1)	Urbano G.	667 (3)
Calì A.	87 (1)	Mecella G.	279 (1), 349 (2), 359 (2)	Vacca A.	329 (2)
Caliandro A.	159 (1)	Menin G.	753 (4)	Vianello G.	115 (1)
Canali S.	793 (4)	Minguzzi A.	761 (4)	Violante P.	275 (1)
Cantone P.	783 (4)	MODUGNO Agrochimica	877 (4)	Xiloyannis C.	213 (1)
Castelli F.	87 (1)	Monaco R.	261 (1)	Zerulla W.	867 (4)
Celano G.	213 (1)	Mondini C.	783 (4)		
Ciavatta C.	475 (2), 769 (4)	Montanarella L.	19 (1), 591 (3)		
CIFO	873 (4)	Müller U.	529 (3)		
Cocchiarella A.	57 (1)	Muscaritoli C.	99 (1)		
Corona P.	261 (1)	Nachtergaele F.	607 (3)		
Costantini E.A.C.	87 (1), 655 (3)	Nannipieri P.	427 (2), 475 (2)		
D'Antonio A.	29 (1), 315 (2)	Napoli R.	87 (1)		
Dazzi C.	439 (2)	Ollesch G.	329 (2)		
de Bertoldi S.	723 (4)	Pagliai M.	125 (1), 271 (1)		
De Michelis A.	349 (2)	Paladino A.	67 (1)		
Dell'Abate M.T.	481 (2)	Perelli M.	805 (4)		
Di Dio C.	383 (2)	Perini L.	87 (1)		
Di Vito L.	13 (1)	Pinzari F.	399 (2), 481 (2)		
Dowgiallo G.	383 (2)	Piras B.	135 (1)		
Eckelmann W.	515 (3)	Pizzoferrato M.C.	359 (2)		
Erdmann K.	529 (3)	Puccioni C.	713 (4)		
Fierotti G.	179 (1)	Raimondi S.	87 (1)		
Filippi N.	629 (3)	Rasio R.	511 (3), 619 (3), 687 (3)		
Fiorelli F.	399 (2)	Reale T.	57 (1)		
Francaviglia R.	493 (2), 511 (3)	Rubbi L.	629 (3)		
Fricano F.	359 (2)	Satanassi A.	855 (4)		
Gardin L.	647 (3)	SCAM	855 (4)		
Gessa C.	769 (4)	Scandella P.	75 (1), 349 (2), 359 (2)		
Giapponesi A.	629 (3)	Schweizer R.	549 (3)		
Gorga R.	369 (2)	Scudellari D.	829 (4)		
Grego S.	475 (2)	Sequi P.	3 (1), 291 (1), 301 (2), 417 (2), 475 (2), 511 (3), 697 (4)		
Hartwich R.	579 (3)	Silva S.	735 (4)		
Heineke H.J.	529 (3)				

