



# Bollettino

## della Società Italiana della Scienza del Suolo

Volume 51, 2002

No. 4

€ 21

Giornata di Studio

Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti

“La fertilizzazione organica: elementi nutritivi a lenta cessione”

Roma, 18 - 19 marzo 2002

Attualità della fertilizzazione organica - <i>P. Sequi</i>	911
<b>Attività dei gruppi di lavoro dell'Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti</b>	
Attività dell'Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti, marzo 2001 - marzo 2002	
<i>A. Benedetti</i>	919
Gruppo 1: Censimento - <i>S. de Bertoldi, S. Dell'Orco</i>	921
Gruppo 2: Monitoraggio - <i>M. Adua</i>	923
Gruppo 3: Qualità di prodotti e processi - <i>S. Silva</i>	927
Gruppo 4: Biomasse - <i>F. Tittarelli</i>	929
Gruppo 5: Elementi indesiderati - <i>C. Nigro</i>	931
Gruppo 6: Patogeni - <i>M. de Bertoldi</i>	933
Gruppo 7: Legislazione - <i>A. Benedetti</i>	935
Gruppo 8: Razionalizzazione dell'uso dei fertilizzanti e disciplinari di produzione - <i>F. Intrigliolo</i>	937
Gruppo 9: Agricoltura biologica - <i>S. Canali</i>	939
Gruppo 10: Pubblicazioni scientifiche - <i>C. Ciavatta, P. Nannipieri</i>	941
Gruppo 11: Metodi di analisi - <i>F. Alianiello, L. Leita</i>	943
Gruppo 12: Collegamento con altre Società Internazionali - <i>P. Sequi</i>	945
<b>Relazioni</b>	
La fertilità biologica del suolo e la concimazione con cuoio - <i>A. Benedetti, S. Mocali</i>	949
Dinamica dell'azoto nitrico e ammoniacale in suoli trattati con concimi azotati a lenta cessione o contenenti inibitori della nitrificazione - <i>C. Marzadori, N. Ramieri, D. Montecchio, P. Gioacchini, C. Ciavatta</i>	963
Riconoscimento e proprietà fertilizzanti della pollina: risultati di ricerche promosse da Assofertilizzanti - <i>A. Trinchera, A.M. Sinopoli, A. Benedetti</i>	977
Lento rilascio: paradigma del principio di fertilizzazione del metodo di agricoltura biologica - <i>V. Vizioli</i>	989
Riconoscimento delle matrici organiche nei fertilizzanti - <i>M. Govi</i>	999
Importanza dei concimi organici nell'agricoltura italiana - <i>F. Tettamanzi</i>	1007
Il compost nella fertilizzazione organica - <i>M. de Bertoldi</i>	1015
Produzione commercio dei fertilizzanti organici - <i>M. Adua</i>	1019
L'impiego dei concimi a lenta cessione per incrementare l'efficienza di utilizzazione dell'azoto - <i>A. Caruso, F. Ferrotti, L. Cristina, I. Poma, S. Saladino</i>	1039
<b>Tavola rotonda: la filiera dei fertilizzanti organici</b> - Rapporteur: <i>S. de Bertoldi</i>	1051

continua in II di copertina

## Convegno

Presentazione dei Manuali dei Metodi di Analisi di Microbiologia e Biochimica del Suolo  
Viterbo, 19 aprile 2002**Presentazione**

Presentazione dei Manuali di Metodi di Analisi di Microbiologia e Biochimica del Suolo - <i>A. Benedetti</i>	1061
Metodi standardizzati di analisi di biochimica del suolo: una necessità per gli studiosi di scienza del suolo - <i>L. Gianfreda, M.A. Rao</i>	1071
Sinergie di competenze intraspecifiche - <i>L. Allievi</i>	1083

**Convegno****Utilizzo e riciclo dei sottoprodotti dell'industria agrumaria  
Acireale, 21 maggio 2002**

Problematiche e sviluppo delle attività nel settore del compostaggio - Progetto finalizzato MiPAF - <i>F. Tittarelli</i>	1091
Sostanze ad alto valore aggiunto dai sottoprodotti dell'industria agrumaria - <i>P. Rapisarda</i>	1095
Sottoprodotti dell'industria agrumaria: possibili applicazioni nel campo nutraceutico - <i>A. Saija, G. Tringali, E. Insirello, F.P. Bonina, P. Rapisarda</i>	1105
Stabilizzazione della sostanza organica di compost da residui dell'industria agrumaria - <i>F. Tittarelli, A. Trinchera, A. Benedetti</i>	1111
Utilizzo zootecnico del pastazzo - <i>A. Lanza, L. Biondi</i>	1119
Tecniche di campo per l'essiccazione del pastazzo di arancia - <i>V. Tamburino, S.M. Zimbone</i>	1133
Produzione di compost dai residui dell'industria agrumaria - <i>M.L. Calabretta</i>	1147
Fito e genotossicità del pastazzo di agrumi - <i>C. De Simone, M. Marchionni, S. Selvi</i>	1155
Residui compostati dei processi di trasformazione degli agrumi: possibilità di utilizzo nell'allevamento di piante in condizioni di fuori suolo - <i>F. Pierandrei, M. Tullio, A. Salerno, E. Rea</i>	1163
Soluzioni tecnologiche e impiantistiche per il compostaggio dei residui dell'industria agrumaria - <i>M. de Bertoldi</i>	1169
Aspetti economici relativi all'utilizzo dei sottoprodotti dell'industria agrumaria - <i>G. Gulisano, C. Sturiale</i>	1177
Indice generale volume 51 (2002)	I
Indice degli autori	VII

C.B.



# **Bollettino**

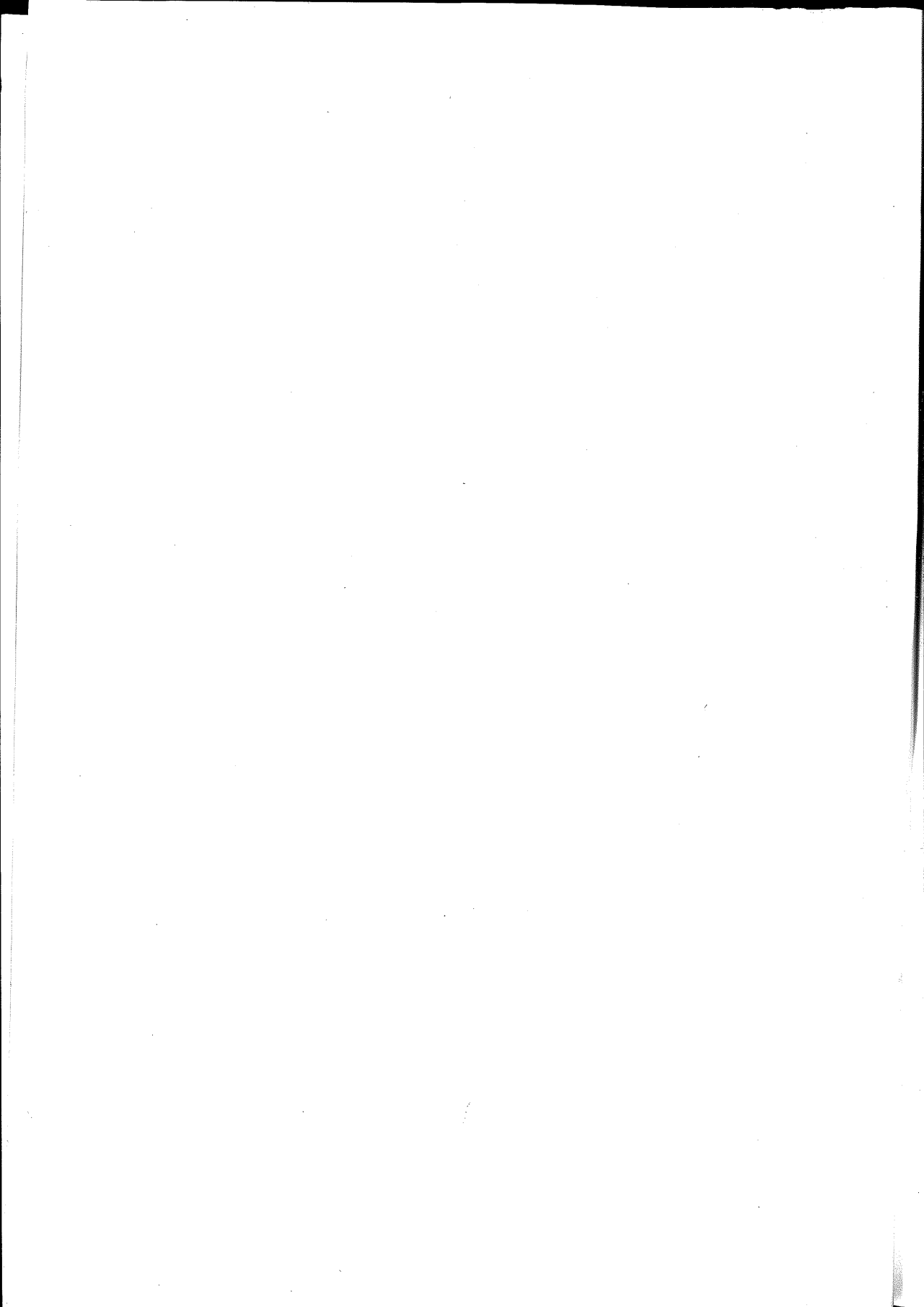
## **della Società Italiana**

### **della Scienza del Suolo**

Volume 51

**No. 4 2002**

---





**Ministero delle Politiche Agricole e Forestali**



**Società Italiana della  
Scienza del Suolo**

**Giornata di Studio**

**Osservatorio Nazionale Permanente  
per i Fertilizzanti**

**La fertilizzazione organica:  
elementi nutritivi a lenta cessione**

**ROMA**

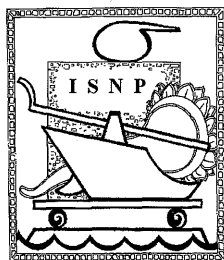
18 - 19 marzo 2002

Ufficio Centrale di Ecologia Agraria

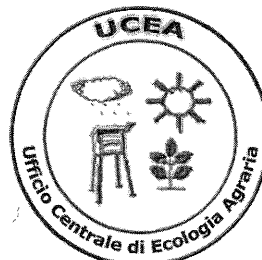
(U.C.E.A.)

*Via del Caravita, 7/A*

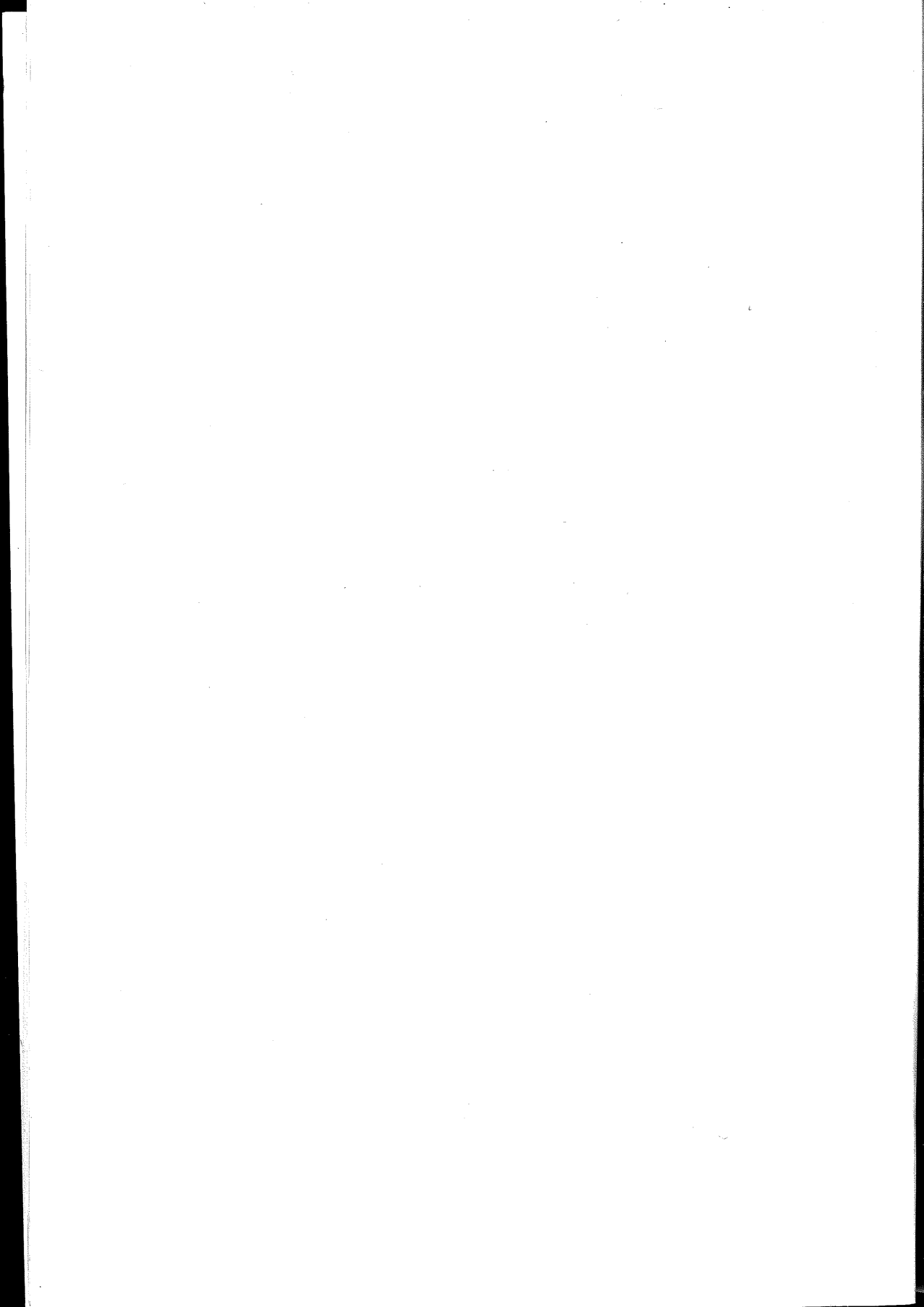
**PROGETTO FINALIZZATO PANDA**



**Istituto Sperimentale per la  
Nutrizione delle Piante**



**Ufficio Centrale di  
Ecologia Agraria**



## ATTUALITÀ DELLA FERTILIZZAZIONE ORGANICA

Paolo Sequi

Presidente della Società Italiana della Scienza del Suolo

Direttore dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma

L'importanza di una fertilizzazione organica rispetto ad una fertilizzazione minerale è stata un tempo questione di dibattito fra umisti e mineralisti, e non c'è dubbio che senza elementi chimici minerali la nutrizione delle piante non avrebbe potuto provocare e poi accompagnare positivamente gli avanzamenti della produzione agricola, causati dalle conquiste della meccanizzazione prima e del miglioramento genetico in epoca più recente.

E' curioso notare come tutte e tre queste conquiste risalgano al XIX Secolo, legate ai nomi di Liebig, di Barsanti e Matteucci, di Mendel e come abbiano trovato uno sviluppo applicativo di tipo esplosivo nel XX Secolo. Ancora più curioso forse è notare che nel 1798 era stato pubblicato il primo famoso saggio che presentava le teorie di Malthus sull'impossibilità di crescita della popolazione terrestre a causa dell'impossibilità di un'adeguata crescita dei mezzi di sostentamento, ossia di una sufficiente crescita delle produzioni alimentari, e che queste teorie furono elaborate e sviluppate soprattutto dai neo-malthusiani contemporaneamente alle conquiste di quelle stesse tre discipline che ne avrebbero clamorosamente dimostrato la non validità.

Esempi dei progressi dell'agricoltura e delle scienze collegate all'agricoltura non difettano certo e chi ha oggi più di cinquanta-sessant'anni può fare agevolmente il confronto fra la sua stessa alimentazione da ragazzo, povera se non priva di proteine di origine animale e in tutto modesta se non inadeguata, nonostante l'impegno della collettività nelle attività primarie, e quella di oggi, ricca se non eccessiva a costi relativamente ridotti nonostante la ridottissima percentuale della popolazione oggi impegnata nei campi.

Il caso della produzione di mais negli ultimi cento anni in Italia può essere emblematico ed è riportata nella Fig. 1. Vi si notano due linee di tendenza di estrema importanza. La prima è che la produzione è cresciuta di un ordine di grandezza del 1000% negli ultimi decenni. La seconda sarebbe apparsa incredibile anche in epoca relativamente recente: l'estensione della superficie investita a mais è fortemente diminuita!

Questi tipi di dati statistici spiegano anche perché e come la civiltà umana si va evolvendo nella storia moderna. Spiegano perché le attività dell'uomo si vanno rapidamente spostando dall'agricoltura verso i servizi. Spiegano anche il perché del consumo progressivo di suolo e la sua sottrazione alle attività agricole per destinarlo ad altre attività (industriali, commercia-

li, residenziali e fortunatamente talora anche ricreative) senz'altra conseguenza che quelle di offendere a volte il nostro senso estetico, almeno apparentemente, dimenticandoci dei problemi di difesa del suolo e di difesa dalle acque.

Come sempre, quando si verificano grandi conquiste si possono registrare eccessi nel loro sfruttamento e nell'applicazione delle nuove scoperte. Gli eccessi provocano reazioni emotive nella popolazione comune che a loro volta possono essere eccessive, e sempre lo sono di fatto. Basterebbe pensare al terrore della gente di oggi per la chimica, quasi che tutte le sostanze nutritive non fossero costituite da elementi e piccole specie chimiche (con l'eccezione dei composti organici nel caso degli animali), e per la genetica nel suo complesso, quasi che qualunque evoluzione degli organismi viventi fosse di per sé un morbo incipiente di nuovi Frankenstein. Meno paura fa la meccanizzazione, che pure dovrebbe essere considerata. La lavorazione spinta del suolo può avere parecchie controindicazioni, fra le quali quella che ci interessa oggi è la diminuzione del contenuto di carbonio organico del suolo (Fig. 2).

Di fatto il suolo oggi ha bisogno di carbonio. Il suolo che con la sua ridotta superficie produce dieci volte più mais di cento anni fa ha un bilancio degli elementi nutritivi completamente alterato, prima di tutto per la notevole diminuzione del contenuto di sostanza organica. Va da sé che tutte le proprietà agronomiche del suolo influenzate dalla sostanza organica sono alterate e possono essere esaltate da aggiunte relativamente ridotte di fertilizzanti organici. Si tratta di una piccola rivincita di quegli umisti che avevano subito una clamorosa sconfessione scientifica un secolo e mezzo fa.

Dopo le grandi conquiste della chimica, insomma, il ritorno all'organico è d'obbligo. Il ritorno all'organico non va inteso come ritorno all'agricoltura di due secoli fa: nella maggior parte dei casi la fertilizzazione organica non può essere che considerata complementare rispetto a quella minerale. Ma non può più essere trascurata come si è fatto per qualche decennio. Iniziata timidamente un'opera di riconquista della fiducia dell'agricoltore con l'avvento dei concimi organo-minerali (è emblematico il nome di "misti organici" ad essi dato per qualche tempo e che qualcuno ancora oggi non dimentica), la rivalutazione dei fertilizzanti è proseguita con la valorizzazione delle loro fonti più importanti e dei meccanismi di azione da loro svolti, ossia dalle proprietà fertilizzanti spesso uniche che essi svolgevano nel terreno. Alcune di queste proprietà riguardano come è noto aspetti utili alla crescita vegetale ma di per sé indipendenti dalla nutrizione delle piante.

Per quanto riguarda l'origine dei fertilizzanti organici, ossia come è ben noto è molto varia. Quelli più importanti sono residui di organi e

tessuti animali e vegetali: poiché nei due regni del mondo vivente prevale la concentrazione, rispettivamente, di proteine e carboidrati, ci si può aspettare che la situazione si riproponga nello stesso modo nei fertilizzanti di origine animale e vegetale, e così è. Altri fertilizzanti sono costituiti dalle deiezioni, la cui composizione risente prima di tutto dell'alimentazione della specie considerata: gli animali d'allevamento sono erbivori, o per lo meno sono allevati con una nutrizione a base vegetale, e le popolazioni umane onnivore, e questo si riflette ovviamente sulle caratteristiche chimiche delle deiezioni. La situazione non cambia se si passa ad altre tipologie di rifiuti organici, o di rifiuti con una componente organica importante, che possono essere trasformati in fertilizzanti. Ma su questo argomento è opportuno rinviare ad un'opera specializzata apparsa piuttosto recentemente (MIPAF, 1999).

Altrettanto importante è considerare il comportamento dei fertilizzanti organici nel suolo. I singoli fertilizzanti organici (oggi divisi in concimi e in ammendanti in funzione del loro titolo in elementi nutritivi: un concetto di per sé non scevro da pecche) mediante l'apporto di carbonio possono migliorare molte proprietà del suolo, come la capacità di ritenzione idrica, l'assimilabilità degli stessi elementi nutritivi, lo sviluppo della microflora della rizosfera e dell'ambiente dove si sviluppano le radici, la permeabilità del suolo, e così via, nell'intorno del punto di applicazione. Migliorano in altre parole le proprietà fisiche, chimiche, biologiche e meccaniche del suolo o, se si vuole, manifestano proprietà ammendanti, ai termini dell'attuale legge, nel punto della loro somministrazione. Può davvero essere non poco, oggi che si vede un futuro delle tecniche della fertilizzazione nella concimazione localizzata.

E' ovvio che l'azione del fertilizzante organico dipende dalla qualità della componente organica più che da ogni altro fattore. Ed è altrettanto ovvio che nel miglioramento delle qualità della componente organica e nell'individuazione dei suoi meccanismi di azione sta il futuro della ricerca e sperimentazione agraria del settore.

Un discorso a parte è quello del bilancio generale del carbonio in termini nutrizionali ed energetici. I fertilizzanti organici aiutano a razionalizzare e a migliorare il bilancio del carbonio nel suolo e, quanto al bilancio energetico e ambientale, anche ai sensi degli accordi di Marrakech, vanno nel senso giusto, certo più che se utilizzati indiscriminatamente per produrre energia in processi di combustione. Rispetto a questi ultimi, il loro contributo è notevolmente superiore, anche se pur sempre minimale a livello globale, a meno che la loro azione non sia di stimolo e di sinergia con i processi di sviluppo delle radici. Ancora una volta si tratta qui di qualità della sostanza organica: e di una sfida affascinante per la ricerca e la sperimentazione di oggi.

Per quanto riguarda infine il ruolo fondamentale di ogni concime e la funzione primaria, se non sempre principale, di ogni ammendante, quella di contribuire alla nutrizione delle piante, i fertilizzanti organici hanno prima di tutto un comportamento caratteristico, quello di un lento rilascio degli elementi nutritivi. Anche molti concimi minerali sono oggi concepiti per dare luogo ad una lenta cessione degli elementi contenuti, spesso senza molto successo pratico, e paradossalmente ad avviso di chi scrive le modalità di lento rilascio dell'azoto possono essere assicurate conformemente ad una base previsionale, ossia con una completa efficacia, solo ricorrendo ad un concime oggi non disponibile, l'ossammide. Ancora paradossalmente, forse, i migliori risultati nel campo del lento rilascio possono essere ottenuti con un'applicazione scientificamente corretta dei vecchi e nuovi fertilizzanti organici.

Ma parlare di questo tema è compito dei relatori che seguono.

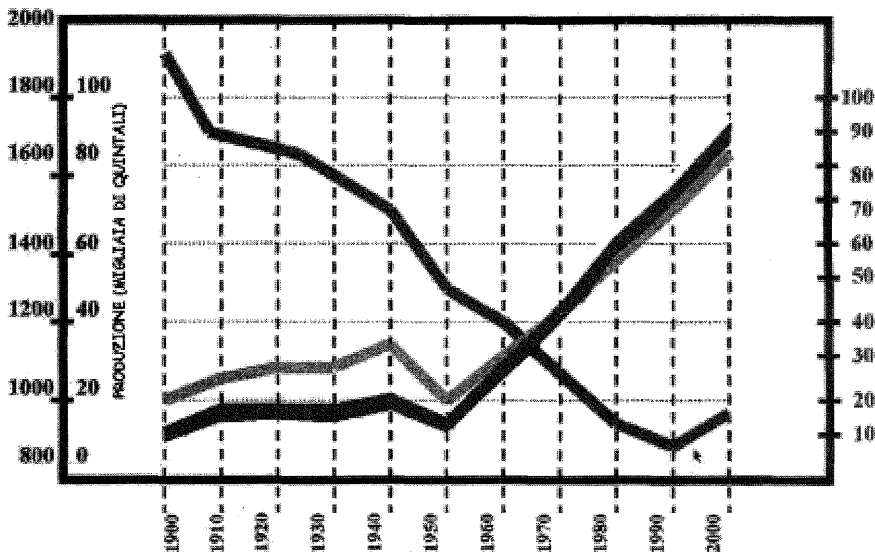


Figura 1. Superficie investita a mais e produzione totale e per unità di superficie in Italia dal 1900 al 2000. Da Casati e Maggiore (2001).

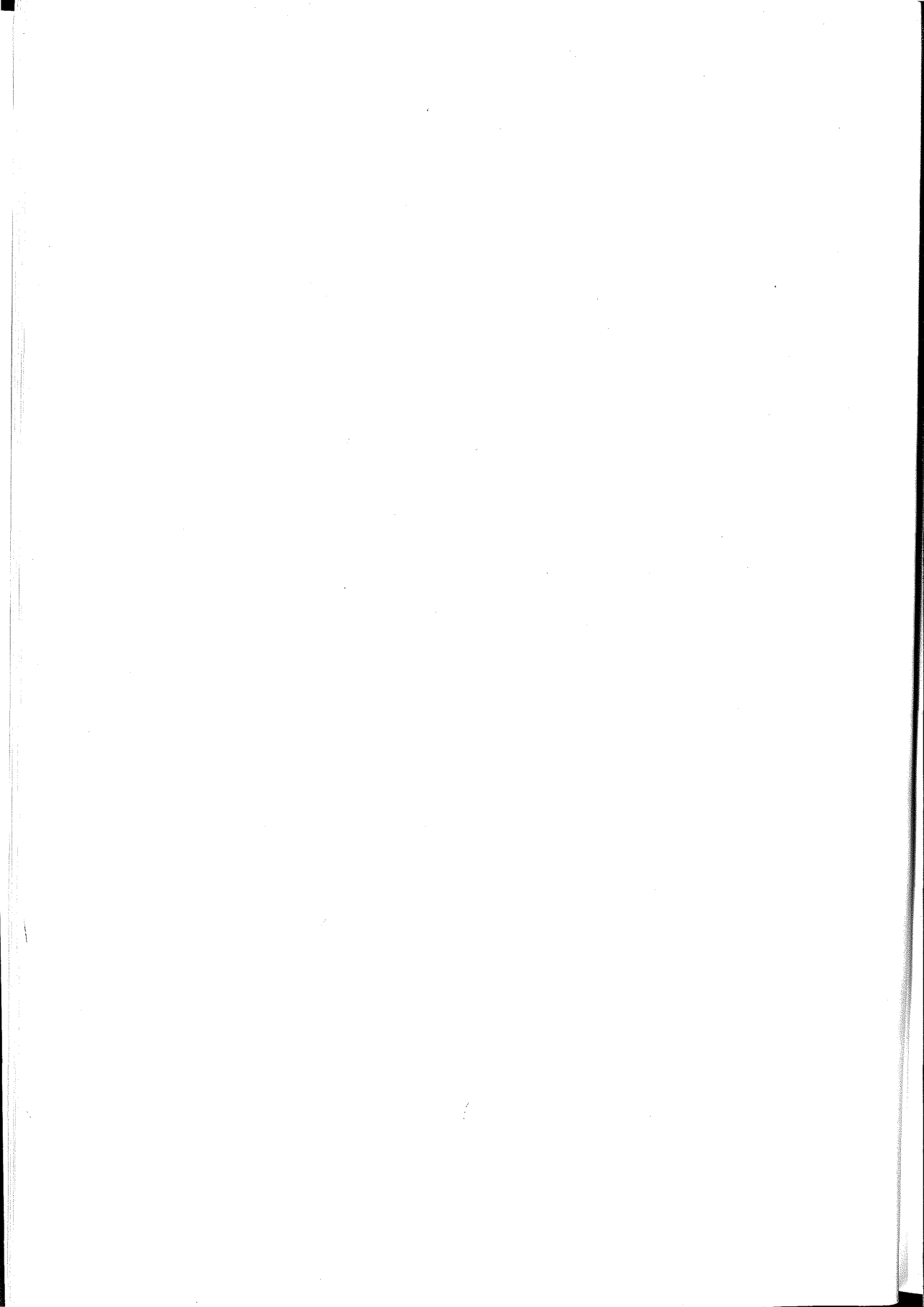


Figura 2. Variazione del contenuto in sostanza organica con la lavorazione del terreno. Così si può presentare, tipicamente, la situazione in un terreno a prato-pascolo che venga investito a mais:

- 1, situazione preesistente;
- 2, dopo la prima lavorazione; 3, dopo cinque anni di lavorazione;
- 4, dopo dieci anni di lavorazione;
- 5, dopo quindici anni di lavorazione (da Sequi, 1979)

### **Bibliografia**

- CASATI, D. e MAGGIORE, T. (2001). Agricoltura multifunzionale: aspetti tecnici ed economici. Bollettino dell'Agricoltura, 140 (3-4): 7-25.
- MIPAF (1998). I fertilizzanti organici, a cura di P. Sequi e A. Benedetti. Progetto Editoriale Panda, vol. 1. Edizioni L'Informatore Agrario, 368 pp.
- SEQUI, P. (1979). Lavorazioni e struttura del terreno. L'Italia agricola, 11 (2): 135-159.

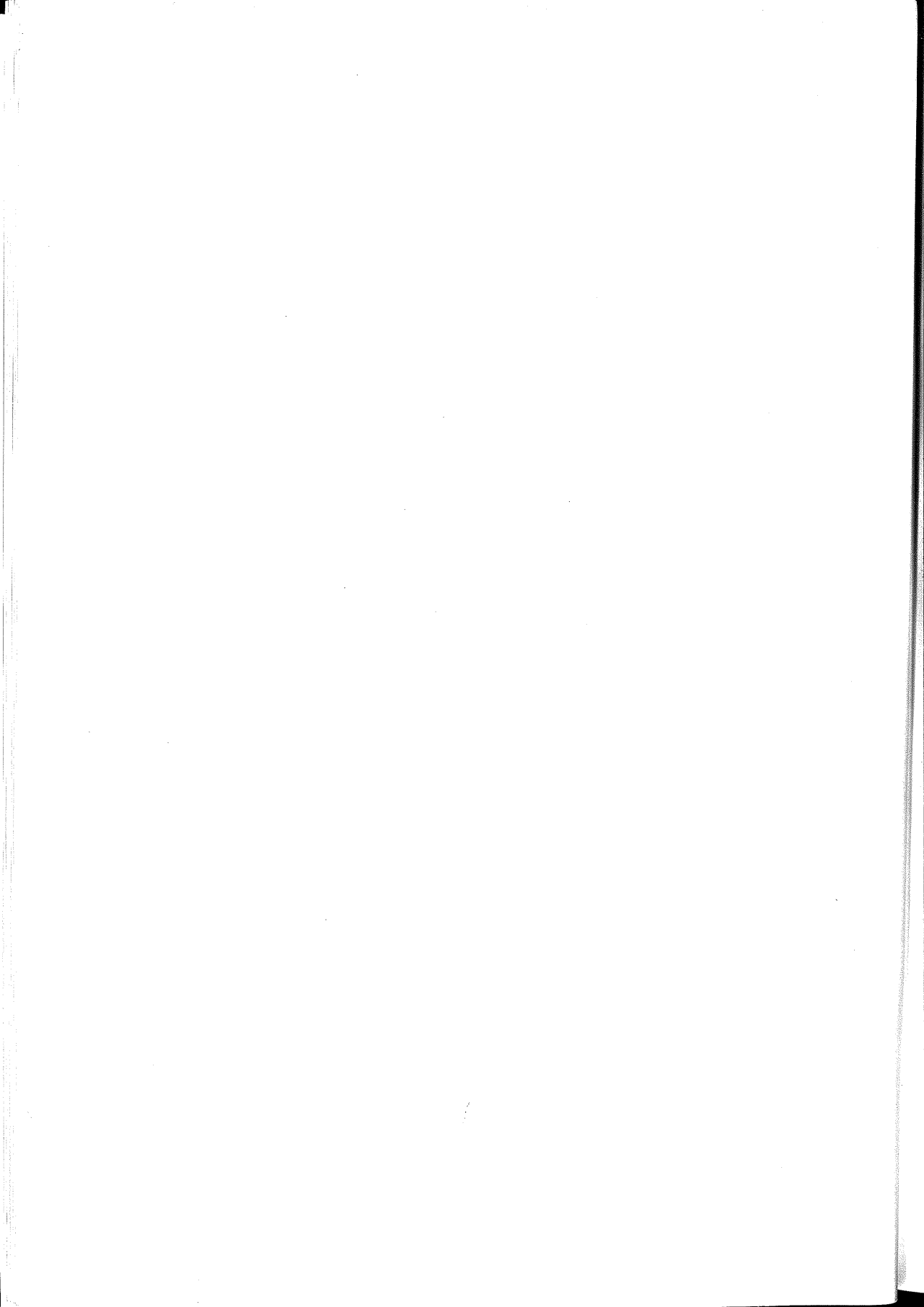




**Attività dei  
gruppi di lavoro  
dell'Osservatorio Nazionale  
Permanente per i Fertilizzanti**

**Marzo 2001- marzo 2002**

---



*ATTIVITÀ DELL'OSSERVATORIO NAZIONALE  
PERMANENTE PER I FERTILIZZANTI  
MARZO 2001 - MARZO 2002*

Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 4 - 00184 Roma

Nel corso del 2001 numerose sono state le iniziative intraprese dai singoli gruppi di lavoro. Alcuni dei quali sono già arrivati ad un buon livello di funzionalità, mentre altri necessitano ancora di un migliore sforzo organizzativo.

Come si evincerà dalle singole relazioni dei coordinatori di GdL alcune attività sono ormai diventate quasi routinarie è questo ad esempio il caso dei GdL "Censimento" che prosegue con gli aggiornamenti annuali dei diversi censimenti, (che con cadenza annuale l'Informatore Agrario pubblica secondo le due tipologie "concimi minerali CE" e "concimi organici ed organo minerali") e "Monitoraggio" ove ormai si è raggiunto un alto livello di interfaccia tra i soggetti interessati a questo tipo di attività per fini istituzionali.

Quest'anno si è aggiunta una nuova tipologia di censimento che riguarda i prodotti ammessi in agricoltura biologica condotta coordinatamente dai GdL 1 e 5 e che potrà vantaggiosamente incrementare l'indirizzo utilizzato per il monitoraggio.

Relativamente alle altre attività condotte dall'Osservatorio si sottolinea la pubblicazione del terzo Bollettino tematico con gli atti del convegno annuale tenutosi a Pisa il 6 e 7 aprile 2001 sul tema dei nitrati nel suolo, nelle acque e nelle colture. Nel medesimo Bollettino verranno altresì riportate alcune relazioni del seminario scientifico sul riciclo delle biomasse in agricoltura tenutosi nell'ambito di Ricicla 2000.

È il terzo bollettino tematico sui fertilizzanti ed inizia ad essere una voce di informazione scientifica molto interessante.

Pietrasanta (Lucca) "Cento anni di fertilizzazione" 19 marzo 1999

Bollettino SISS 49, n. 4 (1999).

Pisa "Nuovi indirizzi per la produzione" 24 marzo 1999

Bollettino SISS 49, n. 4 (2000).

Pisa "Nitrati nel suolo, nelle acque e nelle colture" 5-6 aprile 2001

Bollettino SISS 50, n. 4 (2001).

L'Osservatorio ha altresì partecipato al Convegno organizzato da Assofertilizzanti "Le statistiche e la normativa" tenutosi a Milano il 19 aprile 2001.

Nel corso del 2001 si sono tenute riunioni dei singoli GdL e di coordinamento generale del Consiglio Scientifico nel suo insieme.

L'Osservatorio sta collaborando con il Comitato per la Divulgazione della Scienza del suolo della SISS nella predisposizione di schede didattiche sui fertilizzanti, la fertilizzazione ed i nuovi modelli di agricoltura al fine di diffondere partendo dai primi fruitori delle informazioni ossia allievi delle scuole medie inferiori e superiori nozioni corrette sulla materia, dato che alla domanda "come si inquina il suolo" per oltre il 90% rispondono: CONCIMANDO!

Prossimi appuntamenti dell'Osservatorio

GdL 4 "Biomasse"

In collaborazione con l'Istituto Sperimentale di Agrumicoltura si terrà ad Acireale (CT) il giorno 21 maggio 2002 un seminario sull'utilizzo e riciclo dei sottoprodotti dell'industria agrumaria.

Sono previste prima della fine dell'anno altri momenti congressuali il GdL 3 vorrebbe organizzare un incontro-dibattito sulle problematiche legate ai substrati colturali probabilmente a Piacenza nel prossimo autunno. Sempre in autunno inoltrato o primi mesi del 2003 si dovrebbe tenere a Bologna una giornata sul tema specifico della concimazione della barbabietola da zucchero (GdL 8).

L'Osservatorio infine parteciperà anche quest'anno alla manifestazione di Ricicla con la presentazione di due progetti di ricerca finalizzati e finanziati dal MiPAF, ma che impattano profondamente sul mondo dei fertilizzanti e precisamente il PARSIFAL "biomasse da rifiuto: procedure avanzate di recupero sostenibile per l'impiego fertilizzante e di analisi di laboratorio" ed il MISA "Metodi innovativi per la tracciabilità di OGM per la tutela della biosicurezza e della sicurezza alimentare".

Come coordinatore dell'Osservatorio tengo comunque a rinnovare a tutti l'invito a collaborare alle nostre iniziative, a segnalarci eventuali disfunzionamenti, attese e suggerimenti che saremo lieti di accogliere ed attuare. Colgo comunque l'occasione per ribadire che il lavoro dell'Osservatorio viene svolto su base volontaria all'interno dei diversi gruppi e l'occasione del Convegno annuale vuole essere unicamente una vetrina delle nostre attività. Chi desidera intervenire e collaborare ad esse dovrà contattare i diversi responsabili dei GdL.

## GRUPPO 1: CENSIMENTO

Silvia de Bertoldi <sup>1</sup>, Silvia Dell'Orco <sup>2</sup>

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

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 4 - 00184 Roma

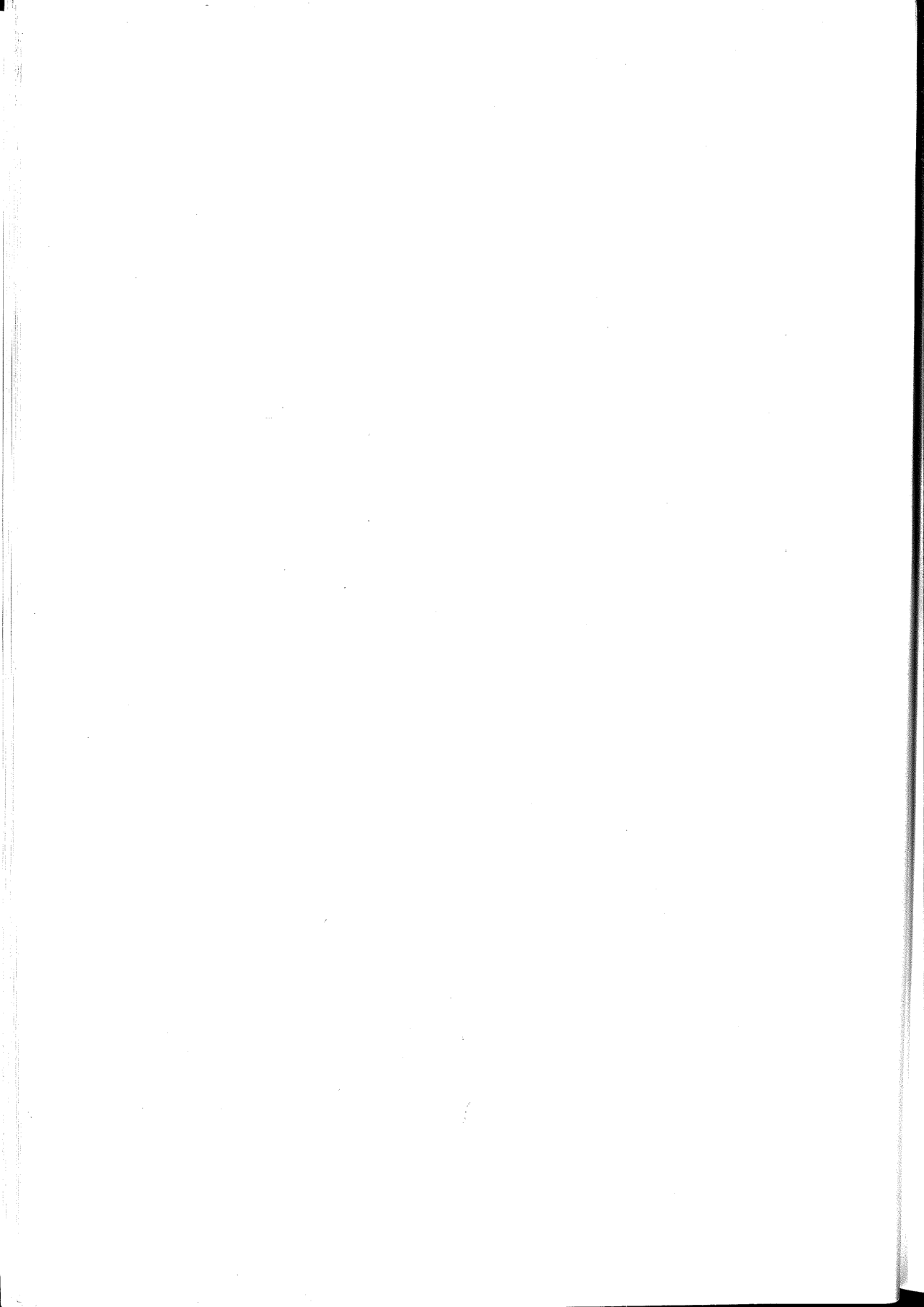
Nell'anno 2002 l'attività del gruppo di lavoro "Censimento", GDL 1 dell'Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti, prevede l'aggiornamento al primo censimento dei concimi organici ed organo-minerali ai sensi della Legge 748/84, pubblicato precedentemente sul supplemento al n. 47 del 26 novembre - 2 dicembre 1999. La fine del lavoro di aggiornamento e la pubblicazione è prevista per il mese di ottobre.

Per quanto riguarda i concimi minerali CE, si sta lavorando al secondo aggiornamento del censimento. Il primo aggiornamento al censimento dei concimi minerali CE ai sensi della Legge 748/84, pubblicato precedentemente sul supplemento al n. 14 del 26 Marzo-1 Aprile 1999 dell'Informatore Agrario, è apparso sul supplemento n. 11 del 9-15 marzo 2001.

Parallelamente, con il GDL 9 "Agricoltura Biologica", si è lavorato alla pubblicazione di un elenco dei fertilizzanti "consentiti" in Agricoltura Biologica ai sensi della Circolare n.8 (G.U. della Repubblica Italiana n.258 del 3 novembre 1999) del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Tale elenco, denominato "Registro dei fertilizzanti per l'agricoltura biologica" sarà illustrato dal coordinatore del GDL 9.

Il "Registro dei fertilizzanti per l'agricoltura biologica" si è dimostrato un valido aiuto per il proseguo dell'attività del GDL 1. Infatti, il citato lavoro ha reso possibile la conoscenza di ditte che non sono state inserite nei precedenti censimenti, poiché non risultano negli archivi ufficiali (ISTAT, MIPAF, Assofertilizzanti, ISNP) e perché, nonostante i ripetuti appelli apparsi anche in coda agli altri censimenti già pubblicati, non hanno mai contattato l'Informatore Agrario e tantomeno l'Istituto.

In conclusione, l'obiettivo principale del GDL 1 permane quello di contattare il maggior numero possibile di ditte produttrici di fertilizzanti che si affacciano sul mercato Italiano, allo scopo di fornire una guida il più esaustiva possibile dei prodotti in commercio catalogati secondo le tipologie previste dalla Legge 748/84 e di facilitare il reperimento da parte del consumatore.



## GRUPPO 2: MONITORAGGIO

Mario Adua

Istituto Nazionale di Statistica  
Via A. Ravà, 150 - 00142 Roma

Nell'ambito delle varie azioni espletate dall'Osservatorio nazionale permanente per i fertilizzanti, il Gruppo di lavoro 2 "Monitoraggio" ha continuato il proprio programma di ricerca già avviato dall'anno precedente.

Il Gruppo si è confermato, nell'ambito delle rilevazioni ed analisi dei dati statistici relativi a tutti gli aspetti inerenti i fertilizzanti, quale luogo di incontro scientifico e tecnico preferenziale fra le varie componenti istituzionali, pubbliche, associative e private coinvolte nella "filiera fertilizzanti"; infatti, l'interazione, la collaborazione e l'apporto di professionalità diverse (dirigenti delle imprese produttrici e distributrici, rappresentanti dell'associazione di categoria Assofertilizzanti, esperti del settore, funzionari del Ministero delle politiche agricole e forestali, ricercatori dell'Istituto nazionale di statistica e dell'Istituto sperimentale per la nutrizione delle piante) hanno consentito significativi passi avanti sia nel miglioramento della qualità delle informazioni rilevate che nella razionalizzazione delle tempistiche per le indagini statistiche ufficiali sul settore.

In particolare il Gruppo di lavoro ha:

- contribuito sul piano tecnico-scientifico a ottimizzare la rilevazione dell'Istituto nazionale di statistica (Istat) sulla distribuzione, per uso agricolo, dei fertilizzanti ed a ristrutturare l'indagine del Ministero delle politiche agricole e forestali (Mipaf) sulla produzione, importazione e movimento dei concimi, ammendanti e correttivi;

- approvato definitivamente la "Classificazione Istat sui fertilizzanti" ed auspicato che tale ripartizione venga utilizzata nello svolgimento di tutte le rilevazioni statistiche ufficiali;

- promosso una capillare campagna informativa presso le imprese del settore per aumentare la tempestività e la correttezza dei dati statistici da trasmettere all'Istat ed al Mipaf.;

- approvato e diffuso un codice di autoregolamentazione per le imprese sul comportamento da tenere in occasione delle indagini statistiche;

- consentito all'Istat di diminuire notevolmente i tempi occorrenti tra la rilevazione e la diffusione dei risultati;

- proposto l'integrazione fra la rilevazione Istat sulla distribu-

zione per uso agricolo dei fertilizzanti e l'indagine Mipaf sulla produzione, importazione e movimento dei concimi, ammendanti e correttivi;

- esaminato i dati sui fertilizzanti rilevati nell'ambito delle indagini Istat su produzione industriale, prezzi e commercio estero;

- avviato uno studio per migliorare la rilevazione dei dati sulla distribuzione degli ammendanti;

- proposto la costituzione di un albo ufficiale dei produttori e distributori dei fertilizzanti che comprenda anche i compostatori e quanti producono e distribuiscono ammendanti e correttivi;

- espresso l'importanza di rilevare dati di produzione anche sugli ammendanti, in considerazione del crescente peso che tali formulati vanno assumendo fra i fertilizzanti attualmente prodotti e commercializzati in Italia;

- sostenuto la necessità di accelerare e facilitare la disponibilità dei dati regionali e provinciali sulla distribuzione delle singole tipologie di concimi minerali, organici ed organo-minerali nonché degli ammendanti e correttivi mediante l'immissione periodica delle informazioni disponibili sul sito web dell'Istat;

- ha suggerito di ripetere nel prossimo biennio 2002-2003 i censimenti dei prodotti minerali, organici ed organo-minerali commercializzati in Italia e di espletare nuovi censimenti su concimi a base di meso e microelementi, prodotti specialistici, ammendanti e correttivi;

Sempre nel corso del 2001, il Gruppo di lavoro "Monitoraggio" ha organizzato a Milano, insieme ad Assofertilizzanti ed in collaborazione con l'Istat, il Mipaf e l'Istituto sperimentale per la nutrizione delle piante (Isnp), un apposito Convegno nazionale sui fertilizzanti intitolato "Le statistiche e la normativa" suddiviso in due sessioni di lavoro ("Le statistiche dei concimi in Italia" e la "Legge 748/84: Una norma da rivedere?"). In tale convegno, a cui ha partecipato una numerosa rappresentanza delle imprese e della stampa specializzata nonché numerosi esperti del settore, è stato approfondito lo stato dell'arte delle statistiche sui fertilizzanti e le principali problematiche inerenti la legislazione sul settore. In particolare, per quanto concerne le rilevazioni statistiche, sono state approfondite le principali tematiche relative alla rilevazione Istat sui fertilizzanti ed all'indagine Mipaf sulla produzione, importazione e movimento dei concimi; inoltre, sono stati illustrati i censimenti dei prodotti minerali, organici ed organo-minerali svolti dall'Osservatorio nazionale permanente per i fertilizzanti in collaborazione con i ricercatori dell'Isnp e pubblicati sull'"Informatore agrario". Nella seconda parte del Convegno è stato affrontato lo stato di attuazione della Legge



748/84 evidenziandone sia le ombre che le luci e soffermandosi sulle lacune ed imprecisioni dell'articolato per avanzare proposte di integrazione, modifica e miglioramento della normativa vigente.

Per il 2002, il Gruppo di lavoro intende svolgere le seguenti attività:

- impegnarsi nella collaborazione con Assofertilizzanti ed altri esperti per la realizzazione di uno specifico "Studio di settore sui fertilizzanti in Italia" promossa dall'Osservatorio Nazionale per il Settore Chimico sotto l'egida del Ministero delle Attività Produttive;

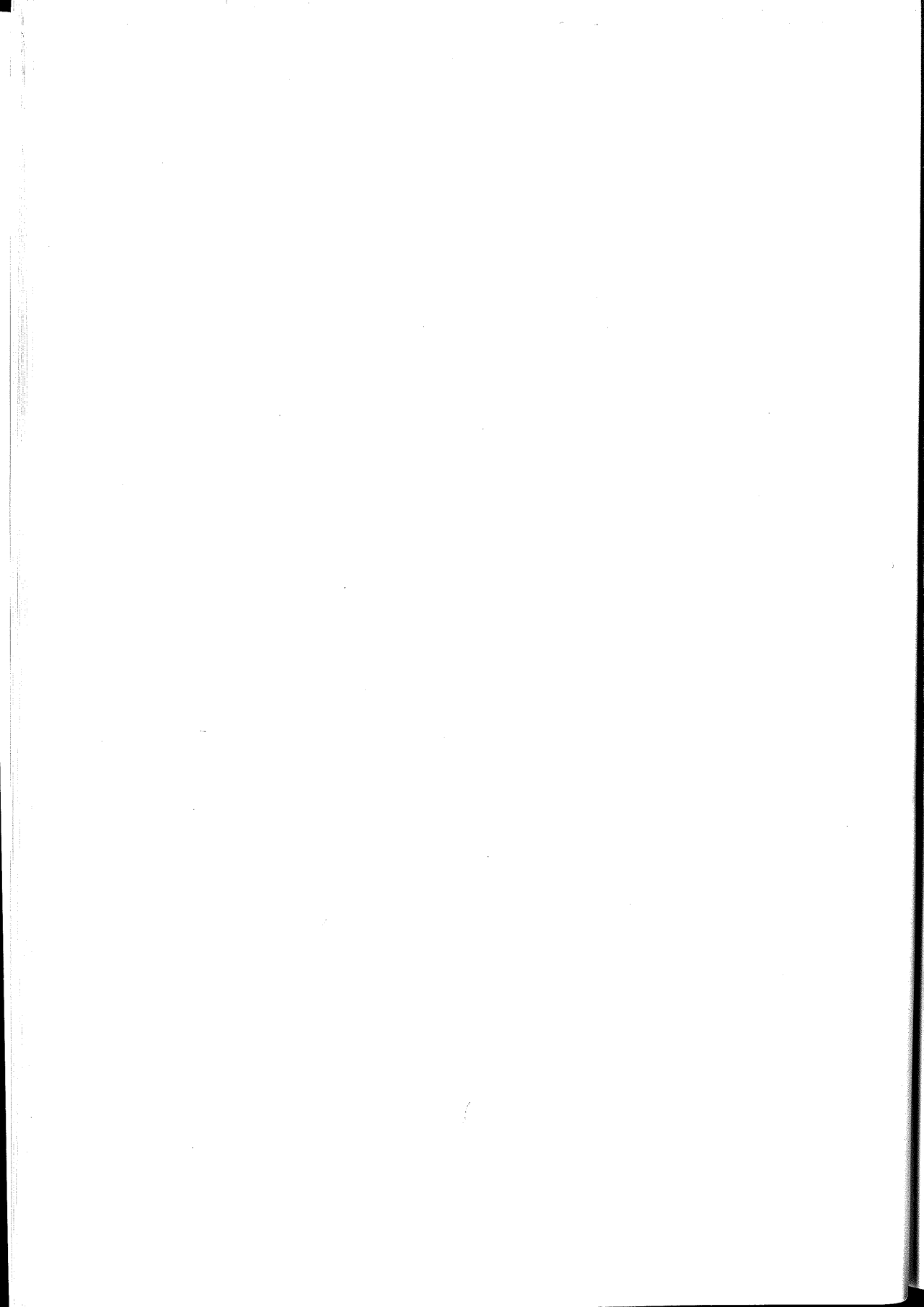
- continuare la collaborazione con l'Istat per consentire di rendere disponibili i risultati finali della rilevazione sulla distribuzione dei fertilizzanti nel corso del medesimo anno di rilevazione;

- di cooperare con l'Ufficio di statistica del Mipaf per conseguire il risultato della pubblicazione dei dati relativi all'indagine sulla produzione, importazione e movimento di concimi, ammendanti e correttivi;

- di promuovere i prossimi censimenti sui prodotti minerali, organici, organo-minerali, ammendanti e correttivi attualmente immessi al consumo in Italia;

- di esaminare la veridicità dei dati internazionali, con particolare attenzione a quelli annualmente pubblicati dalla Fao, sulla produzione, distribuzione ed impiego dei fertilizzanti nei paesi europei ed extraeuropei;

- di incrementare le occasioni d'incontro e di collaborazione con i componenti degli altri Gruppi di lavoro operanti nell'ambito dell'Osservatorio nazionale sui fertilizzanti.



### *GRUPPO 3: QUALITÀ DI PRODOTTI E PROCESSI*

Sandro Silva

Nell'ambito di un'attività volta a meglio individuare la qualità dei prodotti è opportuno che per alcuni concimi già normati dalla Legge 748/84 vi sia una maggiore chiarezza e completezza di informazioni a tutela della qualità stessa e a difesa dell'interesse dei consumatori.

È il caso dei concimi organici azotati solidi per la maggior parte dei quali (vedansi i prodotti dal n. 1 al n. 10 del paragrafo 5.1 dell'All. B) viene indicato solo il titolo minimo di azoto valutato come azoto organico, mentre viene omissa il titolo in carbonio organico che per questi prodotti è certamente un parametro importante sia sotto il profilo qualitativo che qualificativo.

Forse anche per i concimi organici NP sarebbe utile indicare, accanto ai titoli di azoto e fosforo, anche il titolo in carbonio, anche se questi materiali sono già meglio individuati dei concimi organici azotati avendo una duplice chiave di lettura.

È pur vero che molti concimi organici esistevano già prima di introdurre il metodo del carbonio organico ideato da Springer e Klee e inserito in Legge nel 1984, ma sembra ormai tempo di pervenire ad una ricognizione per questa categoria di fertilizzanti, la più razionale possibile. Tale esigenza si è fatta via via più pressante ove si consideri che per i concimi organo-minerali uno dei parametri che deve essere rispettato per legge è proprio il titolo in carbonio organico di origine biologica.

Nel tentativo di colmare le lacune dinanzi citate si propongono per alcuni concimi organici azotati di cui al par. 5.1 della Legge 748, titoli minimi in carbonio come da tab. allegata, con l'impegno di completare l'indagine estendendola anche ai concimi organici NP.

Sempre all'interno di queste categorie di concimi e in particolare per il tipo denominato "miscela di concimi organici azotati" e il tipo denominato "miscela di concimi organici NP" è necessario che siano indicati i componenti presenti e la loro percentuale, altrimenti grande sarebbe il rischio di immettere sul mercato prodotti di scarsa qualità per non dire di peggio.

Tra le attività programmatiche proposte dal G.d.L. n. 3 per il 2002 vi è quella relativa ai substrati colturali, materiali noti fin dalla più remota antichità e che in passato sono stati indicati con il nome di "terricciati". Rispondono essi alla definizione di fertilizzanti? Qual è la loro funzione essenziale? È giustificata la direttiva CEN/TC 223 che vieta l'aggiunta di concimi? Per dibattere questa importante problematica si rilancia la propo-

sta di verificare attraverso una giornata di studio e di confronto, aperta a tutte le componenti interessate e da tenersi a Piacenza presso la Facoltà di Agraria dell'Università Cattolica, se le conoscenze attualmente disponibili sui substrati sono sufficienti per fare chiarezza su questo importante argomento nei suoi molteplici aspetti (tecnologici, legislativi, economici, etici).

Se le proposte che verranno presentate saranno ampiamente condivise, un passo avanti sarà fatto nella risoluzione di questo spinoso problema.

## GRUPPO 4: BIOMASSE

Fabio Tittarelli

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 4 - 00184 Roma

Il G.d.L. "Biomasse" ha continuato anche questo anno a monitorare le quantità di biomasse di rifiuto prodotte annualmente sul territorio nazionale, in quanto quest'attività è ritenuta uno dei punti chiave per poter successivamente intraprendere delle iniziative specifiche riguardanti la loro potenziale utilizzazione come fertilizzanti. Come già riportato l'anno scorso, nell'individuazione di tali biomasse, si è fatto riferimento ai "Rifiuti compostabili" così come sono elencati al punto 16 dell'Allegato 1, suballegato 1 del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 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". Una priorità è stata attribuita ai rifiuti derivanti da attività agro-industriale con particolare riferimento agli scarti prodotti dal settore vitivinicolo, dalla lavorazione dei prodotti ortofrutticoli, dall'industria olearia, dall'industria casearia e di lavorazione della carne e dalla lavorazione del pomodoro. A tale proposito sono stati invitati a presentare i primi dati disponibili, nel corso della riunione del G.L. Biomasse che si è tenuta lo scorso 26 febbraio presso l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, i seguenti soci dell'Osservatorio che avevano preso un impegno in tal senso:

Dr. C. Beni (biomasse residue della lavorazione degli ortaggi con l'esclusione del pomodoro);

Dr. C. De Simone (biomasse residue della lavorazione del latte e delle carni);

Dr. D. Ferri (biomasse residue della lavorazione delle olive);

Dr. C. Mondini (biomasse residue della lavorazione dell'uva);

Dr. F. Tittarelli (biomasse residue della lavorazione del pomodoro).

Nel corso della riunione è stato inoltre presentata la bozza del convegno dal titolo "Utilizzo e riciclo dei sottoprodotti dell'industria agrumaria" che, come annunciato l'anno scorso a Pisa nel corso del convegno annuale dell'Osservatorio, si terrà presso l'Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura di Acireale (CT) il prossimo 21 maggio 2002.

Nell'ambito di questo convegno tutti gli aspetti e le tecnologie relativi all'utilizzo e riciclo dei sottoprodotti dell'industria agrumaria saranno sviluppati. In particolare, saranno presentati i risultati e le future prospettive delle attività di ricerca e sperimentazione, finanziate dal MiPAF, riguar-

danti il riciclo delle biomasse organiche di qualità in agricoltura per consentire un ritorno al suolo di ciò che nel suolo è stato prodotto.

## GRUPPO 5: ELEMENTI INDESIDERATI

Corrado Nigro

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 4 - 00184 Roma

Il Gruppo 5 Elementi indesiderati dell'Osservatorio per i Fertilizzanti, costituito da un ristrettissimo numero di persone, ha proseguito anche nello scorso anno la sua attività con particolare riferimento allo studio del rame, nell'intento di pervenire per i fertilizzanti ad una ridefinizione di un limite compatibile sotto l'aspetto sanitario ed ambientale. Si ritiene infatti che l'attuale limite fissato dalla legge 748 in 230 mg/kg potrebbe essere aumentato a 300 senza effetti nocivi di alcun genere; specie in considerazione dei fondati timori per i gravi danni causati da una possibile carenza che non di rado si manifesta nelle colture foraggere, il cui contenuto medio è di 8-9 mg/kg.

Nel terreno il tenore in Cu è molto variabile ed oscilla tra 3 e 100 mg/kg. La frazione assimilabile è piuttosto bassa, causa il potere assorbente, particolarmente elevato nei suoli calcarei e in quelli ricchi di sostanza organica.

Nelle piante i valori più frequenti si trovano fra 5 e 20 mg/kg (Tab. 1).

**Tabella 1.** Concentrazione del Cu in diversi vegetali

Prodotto	Valore medio (mg/kg)
Frumento	5-10
Mais	4-16
Orzo (granella)	4
Patata	11-20
Fagiolo	15-30
Piselli	5-6
Carota (foglia)	7
Erba medica	3-4

La carenza si manifesta per valori inferiori a 5 mg/kg, la tossicità per valori maggiori di 25-30 mg/kg.

Tra le numerosi funzioni del Cu va ricordato il suo intervento in diversi processi fisiologici, quali fotosintesi, respirazione, metabolismo delle proteine, riduzione e fissazione dell'azoto. In carenza di Cu le piante mostrano alterazioni della sintesi proteica con accumulo di composti azotati, un rallentamento del metabolismo dei carboidrati ed un'alterazione dei livelli di acidi organici (Mengel e Kinby, 1987). Il Cu controlla altresì la formazione

di DNA e RNA, stimola l'attività ossidasica di alcuni batteri, entra nella composizione di diversi enzimi, influenza la permeabilità dell'acqua nello xilema ed interviene quindi nel metabolismo idrico; accentua inoltre la resistenza ad attacchi fungini.

Infine occorre ricordare che il Cu è soggetto a numerose interazioni con altri microelementi; in particolare il Mo spiega un'azione antagonista sull'assorbimento del Cu.

Il dichiarato obiettivo del Gruppo è quello di pervenire ad una misura del bilancio di questo elemento nell'ambiente italiano. Misure effettuate in altri Paesi (ad es. in Svezia) non sono evidentemente trasferibili nel nostro Paese, per le differenti condizioni pedoclimatiche.



## GRUPPO 6: PATOGENI

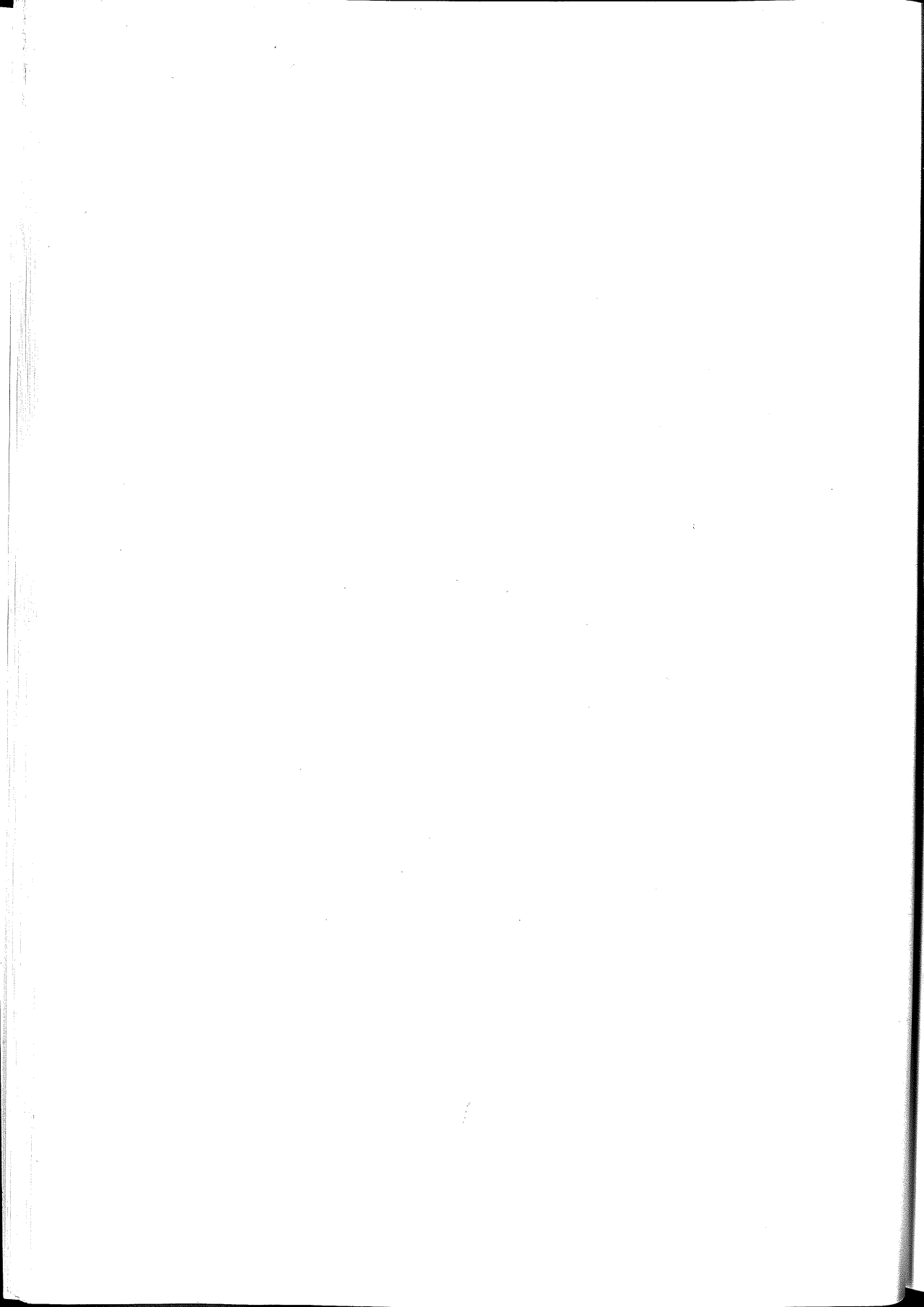
Marco de Bertoldi

Molti agenti patogeni per l'uomo e gli animali possono essere presenti nelle matrici di partenza del compost: Virus, batteri, funghi, parassiti. Alcuni di questi, come virus e parassiti possono solo sopravvivere in questi substrati, ma non replicarsi. Altri, batteri e funghi non solo sopravvivono ma possono anche replicarsi in substrati organici. Alcuni batteri patogeni, come Salmonella necessitano però sostanza organica solubile come zuccheri, acidi organici per crescere.

La riduzione di questi agenti patogeni, onde evitare che entrino nella catena alimentare, deve avvenire durante il processo. Non esistono ancora normative chiare sugli agenti da monitorizzare e sulle procedure processuali da operare per igienizzare un compost. Secondo le ultime proposte della Commissione Europea "Biological Treatment od Biodegradabile wastes" queste sono le procedure da effettuare. Un test di validazione del processo: inoculo nel materiale di partenza di un microrganismo indicatore (Salmonella senftenberg W775, H<sub>2</sub>S negativo. Il processo deve garantire la sua scomparsa. Il processo deve inoltre essere condotto in modo tale da avere una fase termofila di 55°C per almeno due settimane o 65°C per almeno una settimana (60° C in caso di processo svolto in reattori chiusi). Nel prodotto finito, Salmonella sp. Deve essere assente in un campione di 50 g di compost e Clostridium perfringens assente in un campione di 1 g di compost.

L'opinione del gruppo "Patogeni" è discordante.: il processo deve garantire la permanenza a 60-65°C per 3-4 giorni in tutta la massa. Il processo inoltre deve garantire una completa stabilizzazione biologica del materiale, cioè mineralizzazione delle molecole più semplici, parziale degradazione e umificazione delle molecole più complesse. Questo evita il rischio di ricrescita di microrganismi patogeni sul materiale finito, anche se precedentemente eliminati dal processo. Si può fare uso di microorganismi indicatori marcati (Salmonella, Enterobatteriacee, Coliformi fecali, Streptococchi fecali), ma solo nella fase di messa a punto del processo. Il compost maturo non deve avere presenza di Salmonella sp e di uova vitali di parassiti in 50 g di campione.

A questo punto sarebbe auspicabile un workshop di esperti a livello dell'Unione Europea per definire una volta per sempre l'adozione di parametri comuni sia di processo che di prodotto. Questi parametri dovrebbero essere poi introdotti nella certificazione di qualità per il compost o fertilizzanti organici (ISO 9002, ISO 14000, EMAS, ECOLABEL).



## GRUPPO 7: *LEGISLAZIONE*

Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 4 - 00184 Roma

Il GdL 7 "Legislazione" nel corso dell'anno 2001 non ha effettuato riunioni, ma il lavoro dei componenti e lo scambio di idee si è svolto soprattutto via posta elettronica o attraverso contatti telefonici. In estrema sintesi di seguito viene riportato cosa è stato fatto nel 2001 e cosa ci si propone di fare nel 2002.

### Lavoro fatto

Il primo impegno che il Gruppo si era ripromesso di assumere riguardava la raccolta e catalogazione della normativa inerente i fertilizzanti.

- a. nazionale
- b. dell'unione europea
- c. connessa (sia nazionale che europea)
- d. standard di riferimento nazionali ed internazionali

Questo lavoro è stato completato e l'elenco, secondo la catalogazione sopra riportata, è stato pubblicato sul Bollettino della SISS n. 4 Volume 49 anno 2000.

Il secondo obiettivo perseguito dal Gruppo era quello di raccogliere le normative sui fertilizzanti dei Paesi aderenti all'Unione Europea.

Pur avendo scritto alle diverse ambasciate si è entrati in possesso di sole 5 legislazioni e precisamente:

- spagnola (si dispone della traduzione in italiano dell'articolo)
- francese
- finlandese (si dispone del testo inglese della legge)
- tedesca (si dispone della traduzione in italiano dell'articolo)
- olandese

La maggior parte di esse sono arrivate tramite conoscenze personali pertanto si invitano tutti coloro che possono a farsi parte attiva per completare la collezione.

Grazie al contributo del Dottor Stefano Mocali, e del dottor Corrado Nigro si dispone rispettivamente della traduzione in italiano dell'articolo delle leggi spagnola e tedesca.

### Da fare

Raccolta e traduzione delle legislazioni

Il GdL ha concordato che il programma di lavoro per il 2002 potrebbe prevedere in primo luogo: Il proseguimento della raccolta delle normative mancanti e la successiva traduzione.

### Proposte di modifica alla L. 748/84

Raccogliendo l'istanza mossa dagli altri coordinatori di GdL, il Gruppo 7 si è incaricato di organizzare un tavolo comune di dibattito sulle proposte di modifica all'attuale legislazione italiana per l'elaborazione di un documento da proporre all'organo competente che raccolga le diverse istanze maturate nei differenti GdL. Ad esempio nuove idee provengono dai GdL "Patogeni", "Elementi indesiderati", "Biomasse", "Agricoltura biologica", "Razionalizzazione della fertilizzazione", "Metodi di analisi" ecc.

### Regolamento UE sui fertilizzanti

Poiché a livello comunitario sono praticamente terminati i lavori relativi all'esercizio SLIM che ha promosso uno snellimento a livello normativo in materia di fertilizzanti si vorrebbe organizzare una giornata di dibattito sulla proposta di regolamento del Parlamento europeo e del Consiglio relativo ai fertilizzanti che dovrebbe abrogare le diverse direttive antecedenti tra cui la capostipite 76/116/CEE.

### a.a.a. cercasi

Il GdL è composto da poche unità e molte di esse coinvolte nell'attività di altri gruppi, per realizzare qualcosa in più si invitano altri soci ad aderire al GdL 7 soprattutto forze giovani desiderose di imparare tante belle cose sui fertilizzanti. Ad esempio potrebbe essere interessante per qualche giovane studente in giurisprudenza, scienze economiche, agraria, chimica industriale, ecc. poter proporre qualche argomento connesso con la legislazione sui fertilizzanti per la propria tesi di laurea. L'Osservatorio, ed il GdL 7 danno in tal senso la loro massima disponibilità.

## *GRUPPO 8: RAZIONALIZZAZIONE DELL'USO DEI FERTILIZZANTI E DISCIPLINARI DI PRODUZIONE*

Francesco Intrigliolo

Nell'agricoltura italiana gli obiettivi primari da perseguire con gli interventi colturali sono: il miglioramento della qualità globale dei frutti e, per la sua valenza sociale, la riduzione dell'inquinamento ambientale. Tutto ciò anche nell'ottica delle attuali tendenze dei consumatori che prestano sempre maggiore attenzione alla sanità dei prodotti agricoli.

Nella gestione aziendale è indispensabile un buon coordinamento di tutte le tecniche colturali, fra queste, gli interventi nutrizionali devono considerarsi una pratica di rilevanza primaria, per il miglioramento delle risposte produttive della coltura. Accanto alle ripercussioni sulla produzione non bisogna sottovalutare le interferenze causate dagli interventi fertilizzanti sul terreno e in generale sull'ambiente. Nella gestione della fertilizzazione non si deve perdere di vista l'importanza del suolo, come fattore produttivo, per cui una sua sostenibilità diventa un elemento prioritario specie negli ambienti a clima mediterraneo, particolarmente a rischio per la velocità con cui avvengono i processi di mineralizzazione della sostanza organica. I livelli, le modalità e l'epoca di somministrazione dei fertilizzanti, per la complessità e diversità delle situazioni di campo e delle condizioni pedoclimatiche risultano difficilmente codificabili. In conseguenza nell'impostare i piani di fertilizzazione di una coltura sono importanti accurati bilanci dei nutrienti nella pianta e nel terreno, per reintegrare gli elementi nutritivi asportati e/o migliorarne la dotazione nel terreno. E', quindi, indispensabile disporre di manuali di analisi del suolo e delle foglie, con i relativi valori analitici di riferimento, tarati per le differenti colture.

Il gruppo di lavoro 8° intende dare un contributo alla razionalizzazione della fertilizzazione attraverso una mirata revisione dei disciplinari al fine di considerare il concetto di nutrizione delle piante, come mezzo per soddisfare le esigenze nutritive della coltura, aumentarne la redditività, integrando la validità agronomica con il rispetto dell'ambiente.

Il gruppo 8° ha già iniziato la raccolta dei disciplinari riguardanti la fertilizzazione delle diverse colture nelle differenti aree geografiche. La rilevante quantità di materiale già elaborato nelle varie Regioni, dovrà essere collazionato, ma soprattutto, coordinato. Si dovrà trovare un elemento di normalizzazione e di uniformità di tutto il materiale già esistente al fine di invidiare il binomio "qualità della produzione - rispetto dell'ambiente".

E' in fase di realizzazione un'organica stesura dei protocolli di analisi del suolo e delle foglie per gli agrumi e per altre colture in ambiente meridionale.

Il gruppo è sempre pronto ad accogliere nuovi componenti (alcuni hanno già aderito) in modo da interessarsi capillarmente a tutte le colture nelle diverse aree geografiche. Ciò comporterà per la collegialità delle scelte e dei successivi interventi operativi, incontri di lavoro, per gruppi ristretti e sedute plenarie.

## GRUPPO 9: AGRICOLTURA BIOLOGICA

Stefano Canali

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 4 - 00184 Roma

La Circolare MiPAF n. 8 del 13 settembre 1999 (G.U. n. 258 del 3 novembre 1999) chiede a chi produce e/o commercializza fertilizzanti per agricoltura biologica di depositare presso l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione della Pianta di Roma, preventivamente alla messa in commercio di uno specifico mezzo tecnico, un dossier (comunicazione) contenente indicazioni relative alla gestione ed alla verifica della qualità del processo produttivo e del prodotto nonché un facsimile dell'etichetta del fertilizzante.

L'ISNP, effettuate le opportune verifiche, deve pubblicare periodicamente l'elenco delle Ditte e dei fertilizzanti per i quali è stata depositata la documentazione sopra riportata.

L'elenco, definito "Registro dei fertilizzanti per l'agricoltura biologica", è stato pubblicato per la prima volta nel gennaio 2001 e dal allora costantemente aggiornato.

Il Registro dei fertilizzanti per l'Agricoltura Biologica può essere consultato sul sito dell'ISNP, all'indirizzo [www.isnp.it](http://www.isnp.it), scegliendo il "link" fertilizzanti per agricoltura biologica. Si apre una sezione dedicata del sito (di nuovissima realizzazione) contenente oltre al Registro un insieme di informazioni utili per gli operatori e diversi documenti "scaricabili"

Dalla data della sua prima pubblicazione il Registro è costantemente cresciuto in termini di numero di formulati commerciali presenti (ad oggi, circa 1600) riflettendo l'importanza del settore bio nazionale. Maggiori incertezze sussistono, invece, sui volumi di fertilizzanti ausiliari effettivamente impiegati per la gestione dei suoli condotti con il metodo organico, tanto da rendere auspicabili specifiche indagini volte a raccogliere informazioni su tale aspetto.

Per quanto sopra esposto il programma delle attività da svolgere nell'immediato futuro potrebbe considerare:

- l'individuazione di criteri generali per l'ammissibilità dei mezzi tecnici per la fertilizzazione in agricoltura biologica;
- la definizione di linee guida per la corretta utilizzazione dei fertilizzanti ausiliari (extra aziendali) per l'agricoltura biologica mediterranea;

- la stima e valutazione delle quantità di fertilizzanti ausiliari utilizzati in agricoltura biologica in Italia.



## GRUPPO 10: PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE

Claudio Ciavatta e Paolo Nannipieri

Il Gruppo "Pubblicazioni scientifiche" dell'Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti della SISS nel corso del 2001 ha proseguito nelle attività programmate e presentate alla III Giornata di Studio dell'Osservatorio (Pisa, 5-6 aprile 2001).

In relazione alla crescente e diffusa possibilità di consultare materiale bibliografico in rete, anche quest'anno è stato preparato un aggiornamento dell'elenco dei siti WEB (All. 1) sui quali è possibile reperire e consultare pubblicazioni riguardanti il settore dei fertilizzanti.

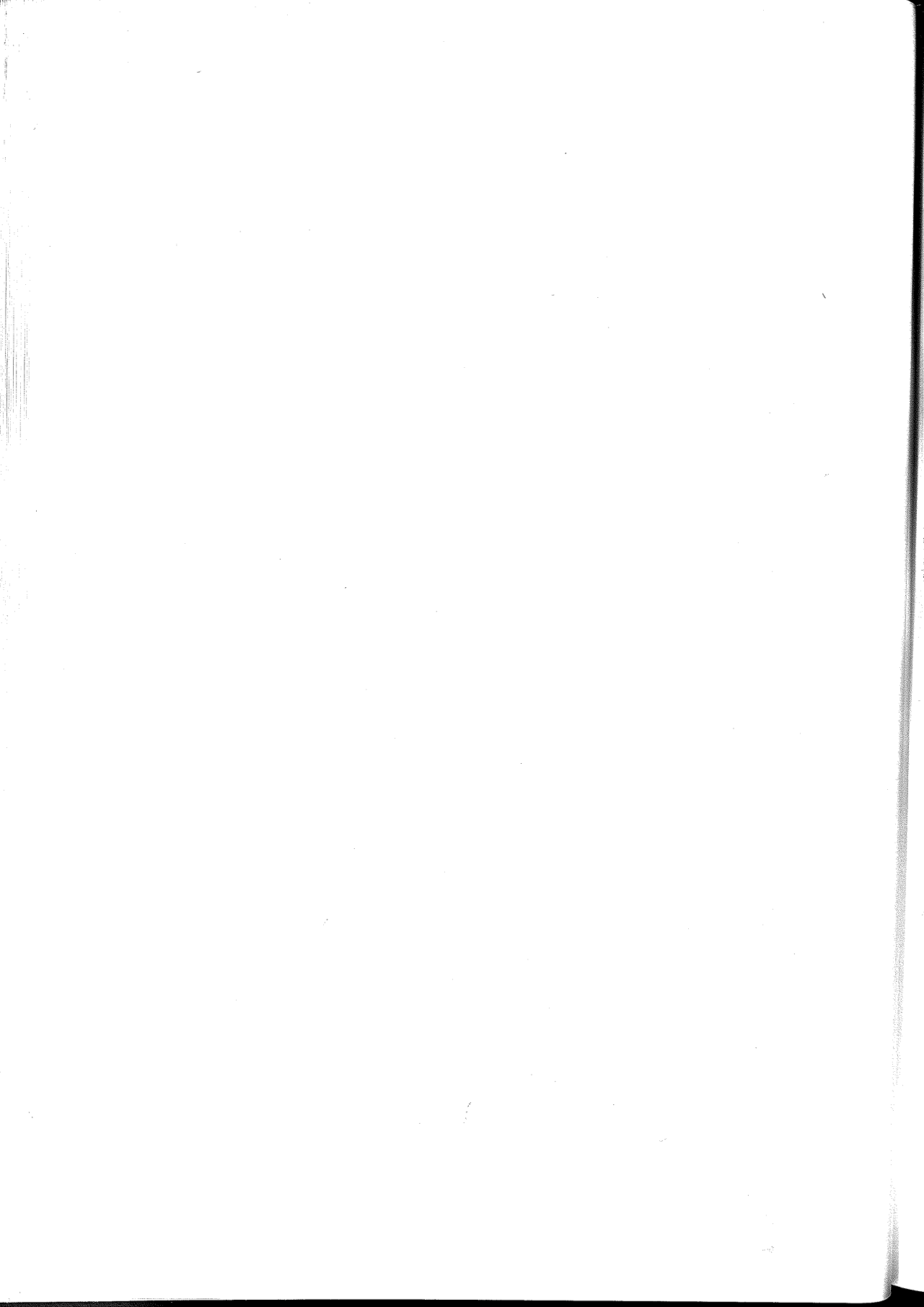
Come già ricordato nel passato, nel caso non fosse possibile la consultazione in rete della Rivista, ovvero non fosse disponibile l'articolo richiesto, è possibile sapere, ad esempio, quale biblioteca possiede l'articolo in Italia. Si tratta semplicemente di collegarsi e consultare il sito WEB del Catalogo Italiano dei Periodici (ACNP) all'indirizzo: <http://acnp.cib.unibo.it/cgi-ser/start/it/cnr/fp.html>.

La raccolta e la catalogazione delle pubblicazioni riguardanti il settore dei fertilizzanti, nella sua accezione più completa del termine (concimi, ammendanti, correttivi, ecc.), si ritiene vada proseguito e possibilmente potenziato. Tuttavia, alla luce della forte espansione di disponibilità in rete della oramai quasi totalità delle riviste che interessano questo settore, si suggerisce che la raccolta e la messa a disposizione degli utenti dei siti WEB sia di fatto ciò che si dovrà fare. In questo senso ciascun utente potrà cercare ciò che desidera associando alla libertà totale di ricerca, massima efficienza, tempi rapidi e costi molto contenuti.

Ecco allora il rinnovato invito in primo luogo agli aderenti a questo Gruppo, ma anche e soprattutto a tutti coloro che leggeranno questa breve nota, a segnalare gli indirizzi dei siti WEB nei quali hanno verificato la presenza di informazioni che riguardano i fertilizzanti.

In considerazione della ridotta dimensione del file realizzato, si ritiene che la migliore modalità di diffusione delle informazioni raccolte sia quella sul Sito WEB dell'Osservatorio.

I coordinatori, a nome degli aderenti al Gruppo 10, ringraziano tutti coloro che hanno collaborato e soprattutto le persone che intenderanno dare il loro contributo fattivo con suggerimenti e vorranno prestare la loro esperienza per lo sviluppo delle attività dell'Osservatorio.



## GRUPPO 11: METODI DI ANALISI

Francesco Alianiello e Liviana Leita

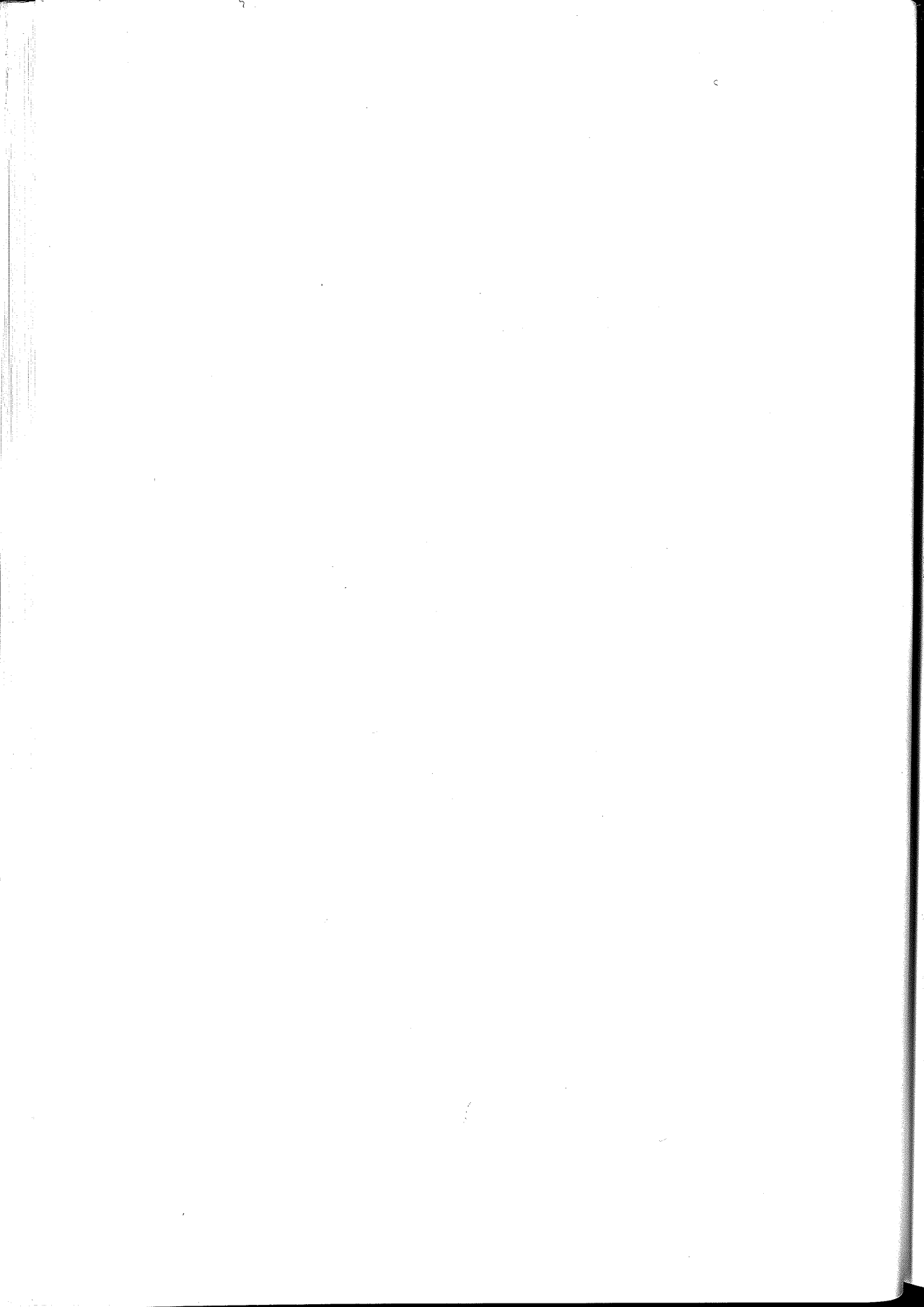
Il gruppo si è riunito l'8 maggio per riflettere sulla propria collocazione all'interno dell'Osservatorio, per chiarirne i compiti e per valutare i rapporti con altre strutture, come la Commissione Metodi di Analisi del MIPA, per cui il gruppo avrebbe la presunzione di dover rappresentare un riferimento. Si è anche ritenuto necessario un collegamento con gli autori previsti per la compilazione del manuale di metodi dei fertilizzanti proposto dalla IV Commissione, i cui autori peraltro coincidono in gran parte con i componenti del Gruppo di lavoro 11. Questi dovrebbero essere stimolati alla revisione, ormai necessaria, dei contenuti del manuale ancora in fase di progettazione, visto che le esigenze di nuove metodiche e le nuove problematiche di quelle considerate acquisite hanno subito una decisa evoluzione.

È stata mandata un lettera a tutti i componenti del gruppo e anche ai capofila degli altri gruppi per sollecitare suggerimenti e osservazioni anche da parte loro, considerando che oltre ai nuovi metodi, in gran parte da definire, anche metodi di analisi già sperimentati ed ufficializzati o in via di ufficializzazione presentano aspetti controversi che richiederebbero, da parte degli esperti del settore, incontri di chiarimento ed approfondimento. Rinnoviamo l'invito agli altri gruppi per proposte e suggerimenti.

Nell'ottica di rivedere gli aspetti controversi riguardanti numerosi metodi di analisi è stata organizzata una giornata di studio su focalizzazione isoelettrica e parametri di umificazione, che si è tenuta a Roma il 10/12/2001. La discussione ha messo in evidenza nuovamente come, anche all'interno di queste tecniche, già in legge, le differenziazioni fra gruppi di lavoro e anche all'interno di gruppi siano rilevanti, comportando ciò una serie di problemi di incompatibilità soprattutto nella valutazione dei risultati. Inoltre il confronto ha messo in luce una serie di aspetti e di problematiche che sono ben presenti solo a singoli gruppi, e su cui una sperimentazione condotta in più laboratori si ritiene opportuna.

Altre giornate di studio su argomenti che i soci possano considerare utili sono decisamente auspicabili.

Il gruppo insiste a proporsi come punto di riferimento dell'intero Osservatorio, e spera di ricevere suggerimenti su nuove problematiche, su tematiche da approfondire, su metodiche da mettere a punto e standardizzare. Segnali dall'esterno, e anche dall'interno del gruppo, nonostante l'evidente interesse dimostrato dai partecipanti alla riunione, non sono ancora arrivati. Noi continuiamo a sollecitarli.



## *GRUPPO 12: COLLEGAMENTO CON ALTRE SOCIETÀ INTERNAZIONALI*

Paolo Sequi

Come annunciato nella Giornata di Studio di Pisa di Aprile 2001, sono in corso di perfezionamento i contatti per l'organizzazione di due Simposi nell'ambito del Convegno Mondiale della Scienza del Suolo della IUSS, che si terrà a Bangkok dal 14 al 20 Agosto 2002, sul tema Soil Science: Confronting New Realities in the 21st Century.

I Simposi sono il n. 57 – Soil properties as influenced by the addition of organic fertilizers and amendments – Convenor Tom Sims del Department of Plant and Soil Sciences, University of Delaware, Newark, Delaware, USA ed il n. 58 – Soil organic fertilizers and amendments: an outlook on key environmental and sanitary issues – Convenor Paolo Sequi dell'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante di Roma.

Si segnalano anche altri due Simposi che vedono la presidenza di Soci della SISS, il n. 7 – Effects of soil chemical and biochemical processes on soil global climate change – Convenor Alessandro Piccolo e il n. 35 – Soil micromorphology to quantify soil structures qualities, Convenor Fabio Terribile, entrambi dell'Università degli Studi Federico II di Portici.



# Relazioni







## *LA FERTILITÀ BIOLOGICA DEL SUOLO E LA CONCIMAZIONE CON CUIOIO*

Anna Benedetti, Stefano Mocali

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante

Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma

### **Introduzione**

L'utilizzazione in Italia del cuoio torrefatto e/o idrolizzato in agricoltura è abitudine consolidata e le origini di questo prodotto risalgono agli anni '30.

Il cuoio idrolizzato in Italia appartiene alla categoria dei concimi organici azotati secondo le disposizioni della legge nazionale sui fertilizzanti (MAF - Legge n. 748/84 e successive integrazioni e modificazioni). Esso rappresenta uno dei prodotti più utilizzati nella fertilizzazione organica. Ogni anno mediamente ne vengono prodotte oltre 80.000 t di cui 30.000 per l'esportazione. Il tipo di concime che ne deriva è caratterizzato da un'elevata presenza di carbonio organico (C 38-44% con un valore medio del 40÷42%) e soprattutto da una cospicua quantità di azoto organico (N 10÷13% con un valore medio intorno all'11÷12%). Principale componente del cuoio, come è noto, è il collagene, un'insieme di proteine fibrose tipiche delle pelli animali, caratterizzate da una elevata presenza di amminoacidi (in genere glicina, prolina, alanina, acido glutammico ed idrossiprolina) con un rapporto C/N generalmente inferiore a 5. Il prodotto contiene anche altri elementi della fertilità, quali fosforo ( $P_2O_5$ ), potassio ( $K_2O$ ), zolfo ( $SO_3$ ) e microelementi ferro, rame, zinco).

L'azoto del cuoio idrolizzato è pertanto di natura prevalentemente proteica e il contenuto nel concime è decisamente elevato. La frazione maggiormente rappresentata è quella dell'N organico, ben strutturato nel collagene e non idrosolubile. Tuttavia, da un punto strettamente agronomico, sia la forma di N organico solubile, sia quella ammoniacale sono estremamente importanti perché possono considerarsi prontamente disponibili per l'assorbimento radicale. La frazione di N preponderante che si trova nelle strutture complesse del collagene può rendersi disponibile all'assorbimento dei vegetali esclusivamente in seguito a processi di mineralizzazione della sostanza organica. Quest'ultima frazione di N è pertanto nel terreno a lenta cessione naturale (slow-release) il cui rilascio è strettamente collegato ai processi di mineralizzazione del carbonio organico.

Con il presente lavoro si intende esporre una breve rassegna degli studi condotti dall'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante dagli anni ottanta ad oggi sulla fertilizzazione con cuoio. Negli ultimi vent'anni il cuoio è stato oggetto di molta attenzione da parte dei ricercatori dovuta più che alla valorizzazione delle sue caratteristiche agronomiche alle problematiche sottese alla presenza di cromo derivante dai processi di concia con questo lavoro non si vuole trattare di questi aspetti che sono stati oggetto di numerosi lavori e convegni, basti citare uno per tutti il volume "*Chromium environmental issue*" (Canali, Tittarelli, Sequi Eds. 1996) nel quale è stata definitivamente chiarita la questione, la trattazione verrà invece dedicato agli studi volti alla qualificazione agronomica del prodotto.

I primi studi sulle proprietà a lento rilascio del cuoio furono condotti mettendo a confronto cuoio in polvere con concimi di sintesi chimica del tipo delle uree-formaldeidi, concimi minerali semplici quali ad esempio il solfato ammonico ed una matrice di origine proteica quale la caseina lattica in suoli a differente fertilità fisico-chimica e biologica. Da essi emerse che il cuoio, benché in polvere si comportava come un fertilizzante a lento rilascio vero e proprio e la sua attività era pesantemente condizionata dalla fertilità biologica del suolo (Benedetti 1983, Benedetti 1989) Fig. 1 e 2. Successivamente questi studi vennero ripresi e su suoli a differente fertilità biologica vennero testati diversi formulati. Anche in questo caso si osservò che il medesimo formulato veniva mineralizzato con velocità differenti in funzione della fertilità del suolo (Benedetti, 1992). Inoltre venne evidenziato che tutti i formulati mostravano lo stesso tipo di comportamento e sembravano essere costituiti da due diverse frazioni una a rapida cessione ed una seconda a cessione molto più lenta, tanto che si poteva ipotizzare che essa potesse andare a contribuire al bilancio umico del suolo (Fig. 3).

### **Caratterizzazione della matrice organica con tecniche strumentali**

Negli anni a seguire sono state operate caratterizzazioni della matrice organica mediante focalizzazione isoelettrica, soprattutto al fine di evidenziare la presenza di cuoio nella coformulazione dei concimi organo-minerali. Il cuoio fornisce profili anche se (non in tutti i casi) piuttosto tipici in realtà essi si diversificano da altre matrici come la pollina, la torba, il letame suino ecc. (Alianiello et al. 1999) e la comparsa del picco 8 a pH 3.8 sembra caratterizzare la frazione umica del cuoio, nel quale mancano completamente i picchi 9 e 10 tipici di altre matrici organiche.

L'elettrofocalizzazione eseguita sulle sostanze umiche estratte dal suolo trattato con concimi organo-minerali a base di cuoio ha altresì permesso di riconoscere la componente proveniente dal cuoio nonostante l'esiguità dell'apporto. Questi risultati del tutto preliminari lascerebbero ipotizzare che effettivamente la frazione e più lenta mineralizzazione possa realmente contribuire al bilancio umico del suolo (Dell'Orco *et al.* 1994).

Altre caratterizzazioni sono state effettuate mediante analisi termica differenziale (dati non ancora pubblicati-comunicazione personale di Dell'Abate) mostrano in differenti campioni di cuoio la presenza di due frazioni principali una che mostra un picco esotermico intorno ai 350°C ed un altro intorno ai 470-480°C. I campioni differiscono tra loro non tanto nel comportamento termico quanto piuttosto nella quantità di sostanza organica reagente per ciascuna frazione che varia dal 30 al 60% rispetto al totale.

### **Cinetiche di mineralizzazione dell'azoto e del carbonio**

Nel 1998-1999 è stata condotta una ricerca nella quale per caratterizzare agronomicamente di tre diversi formulati a base di cuoio idrolizzato con differente frazione granulometrica, mediante l'individuazione dei diversi pools azotati per evidenziare l'effettiva proprietà di lento rilascio. A tal scopo sono state studiate le cinetiche di mineralizzazione del carbonio e dell'azoto, valutate in base all'effetto esercitato sulle attività microbiologiche di due diversi terreni, evidenziando in tal modo anche il ruolo della fertilità biologica nei processi di mineralizzazione della sostanza organica presente nei campioni di cuoio utilizzati.

La valutazione dell'azoto solubile a rilascio veloce e lento delle diverse classi granulometriche di cuoio, le cui analisi chimiche sono riportate in Tabella I, è stata effettuata attraverso prove di solubilità in diverse condizioni estrattive. La frazione di azoto a rilascio veloce è stata determinata calcolando la percentuale di azoto solubile in acqua fredda mentre quella a rilascio lento è stata valutata calcolando la percentuale di azoto solubile in una soluzione tampone bollente ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$  e  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  a pH 7,5), chiamata per semplicità «acqua calda». Le frazioni a rilascio veloce e lento sono state calcolate per differenza tra le quantità di N totale e di N insolubile derivante dai lavaggi, determinate per combustione a secco mediante un analizzatore elementare per azoto LECO FP 228. L'azoto residuo corrispon-

de invece all'azoto insolubile ottenuto per differenza tra azoto totale e frazioni solubili.

Di seguito sono riportate le formule utilizzate:

$$N \text{ sol. Rilascio veloce} = [(N_{\text{tot}} - N \text{ ins H}_2\text{O fredda})/N_{\text{tot}}] \times 100$$

$$N \text{ sol. Rilascio lento} = [(N_{\text{tot}} - N \text{ ins H}_2\text{O})/N_{\text{tot}}] \times 100 - N \text{ sol. Rilascio veloce}$$

$$N \text{ residuo} = [(N_{\text{tot}} - (N \text{ sol. Rilascio veloce} + N \text{ sol. Rilascio lento})/N_{\text{tot}}] \times 100$$

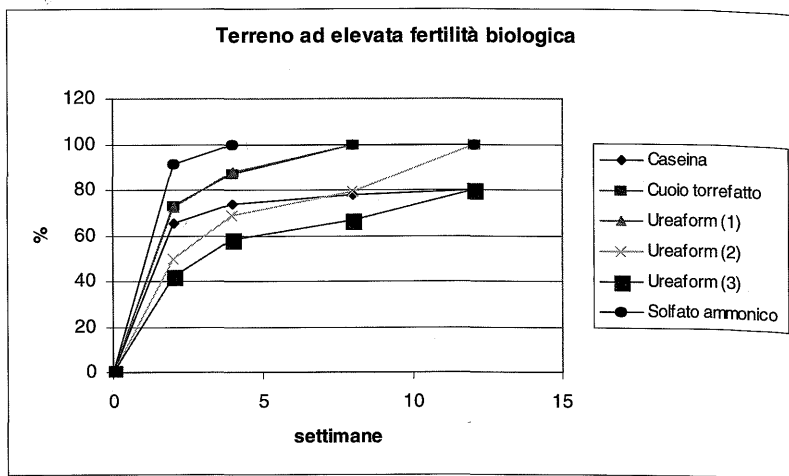
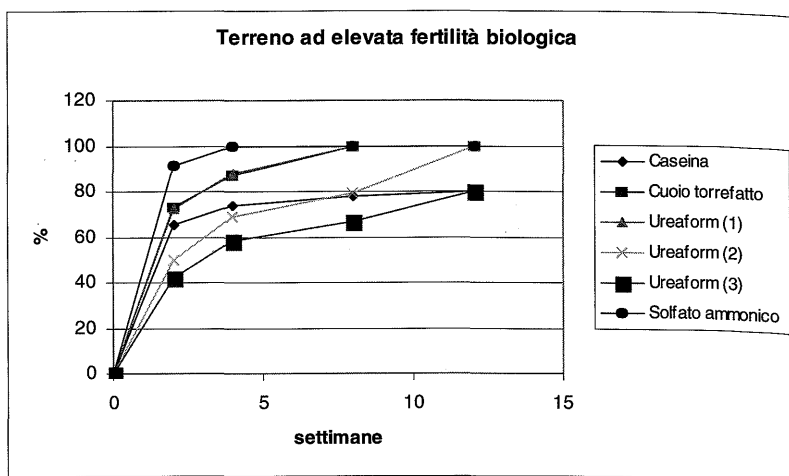
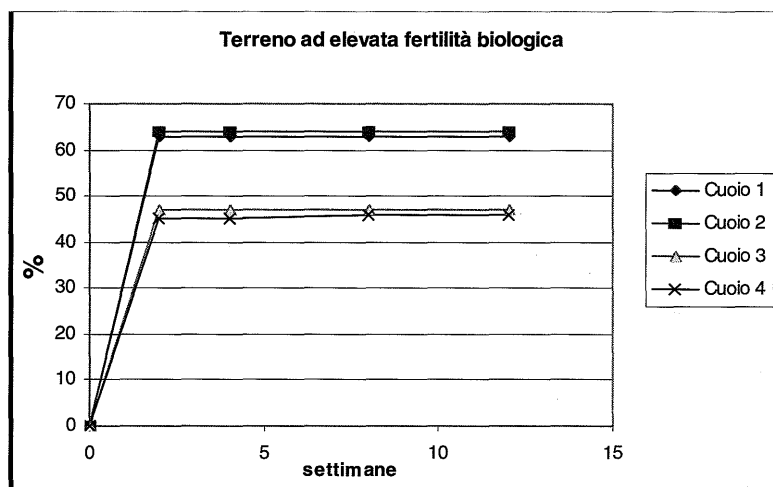


Figure 1 e 2. Mineralizzazione e nitrificazione percentuale dell'azoto del cuioio, della caseina, lattica, di concimi ad azoto lento e del solfato ammonico in terreni a diversa fertilità biologica



**Figura 3.** Mineralizzazione dell'azoto organico di 4 differenti campioni di cuoio idrolizzato in un terreno ad elevata fertilità biologica

**Tabella 1.** Valori di azoto a rilascio veloce e lento (i dati sono riferiti al t.q.)

	Cuoio polvere	Cuoio 2-4	Cuoio 4-6	Perfosfato azotato
N tot %	12,49	12,45	11,95	3,37
N ins H <sub>2</sub> O fredda %	12,31	12,29	11,28	1,00
N ins. H <sub>2</sub> O calda %	9,52	9,83	10,23	0,80
N sol. Rilascio veloce %	1,44	1,29	5,61	70,33
N sol. Rilascio lento %	22,34	19,75	8,78	5,93
N residuo %	76,22	78,96	85,61	23,74

Dai dati della tabella I si può notare che il lento rilascio, inteso esclusivamente in termini chimici, è proporzionale ( $r=0,94$ ) alla granulometria del cuoio: il cuoio con diametro 4-6 mm esplica una cessione più lenta rispetto al cuoio 2-4 mm che a sua volta è a più lento rilascio rispetto al cuoio in polvere. Per quanto riguarda l'azoto prontamente disponibile si osserva che il cuoio in polvere e il 2-4 hanno praticamente lo stesso valore, mentre il cuoio 4-6 presenta una percentuale quattro volte maggiore. Se si considera invece l'azoto residuo (NR), cioè la differenza tra azoto totale e la somma dell'azoto a rilascio lento e veloce, che teoricamente dovrebbe essere reso disponibile solo dopo un intervento da parte dei microrganismi terricoli, si nota che il cuoio in polvere ha una percentuale di NR pari al 76,22%, il cuoio 2-4 ha il 78,96%, mentre il 4-6 ha l'85,61%. Da tali risultati si enuclea che il cuoio a maggior granulometria dovrebbe esplicare un'azione residua di cessione dell'elemento nutritivo più intensa una volta che sia stato som-

ministrato al terreno. Dal confronto con il perfosfato azotato risulta che quest'ultimo ha un'elevata percentuale di azoto a pronto effetto, mentre quello residuo è pari al 23,7%. Appare chiaro dunque, al contrario del cuoio, che l'azione di lento rilascio sarà trascurabile.

Dai risultati mostrati in Fig. 4, che relativi all'andamento della mineralizzazione rispettivamente nel terreno ad alta e bassa fertilità biologica di campioni di cuoio e diverse granulometrie, si può notare che l'azoto totale, è proporzionale in entrambi i terreni alla granulometria dei diversi campioni di cuoio. Il cuoio 4-6 presenta infatti la percentuale minore di mineralizzazione, seguito poi dal cuoio 2-4 ed infine da quello in polvere.

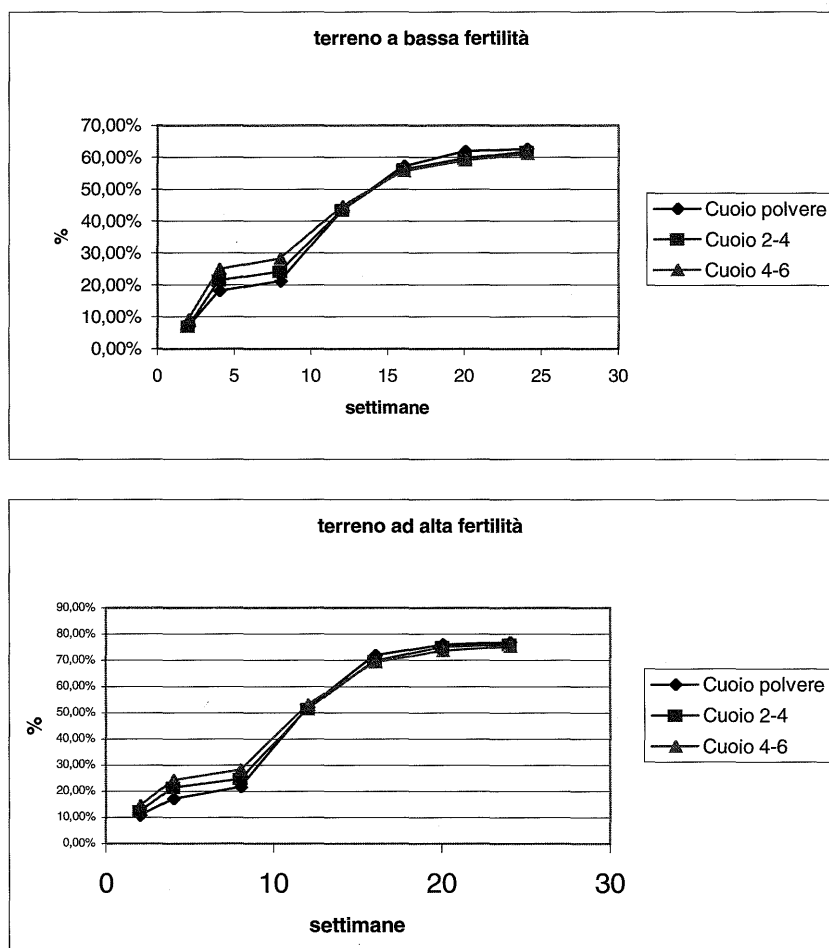


Figura 4. Valori dell'Azoto potenzialmente mineralizzabile di campioni di cuoio a diverse granulometrie in terreni a differente fertilità

La fertilità biologica influenza notevolmente il corso della mineralizzazione: nel terreno ad alta fertilità l'attività è più intensa nella seconda settimana, mentre successivamente diminuisce; nel terreno a bassa fertilità invece si osserva la massima attività nella quarta settimana. Ciò potrebbe significare che nel terreno con minor fertilità biologica, i microrganismi inizialmente tenderanno ad immobilizzare la frazione azotata minerale per accrescere la loro biomassa, con conseguente mineralizzazione latente dei prodotti aggiunti (Galluzzo *et al.* 1999).

### **Fertilità biologica ed efficienza nutritiva**

Da quanto riportato sino ad ora potrebbero derivare diversi itinerari tecnici in funzione del diverso formulato, della diversa tipologia di suolo ed andamento climatico in alcuni casi infatti i formulati potrebbero assumere un ruolo di lento rilascio solo in terreni a bassa C media fertilità potrebbero vantaggiosamente essere utilizzati su colture a ciclo breve (Mocali *et al.* 2001). Al fine di individuare delle caratteristiche agronomiche a lento rilascio standardizzabili nel corso del biennio 2000-2001 è stato condotto un esperimento di mineralizzazione molto articolato su 13 terreni a differente utilizzo agronomico, provenienti dalle province di Rieti e Latina, le cui caratteristiche principali, determinate secondo i metodi ufficiali di analisi (gazzetta ufficiale n° 131 del 25 Maggio 1992) sono riportate nelle tabelle 2 e 3. In particolare di questi terreni, 6 provengono da aziende agricole della provincia di Latina con indirizzo maidicolo e 7 provengono da aziende della provincia di Rieti coltivate a vite.

Come concime organico è stato utilizzato del cuoio idrolizzato di granulometria 2-4 mm, le cui caratteristiche principali, rilevate anch'esse secondo i metodi ufficiali di analisi per fertilizzanti (gazzetta ufficiale n° 180 del 5 Agosto 1986), sono: U% 8.6, TOC 44.3% e N 11.72%.

Su ciascun terreno tal quale è stata determinata la *fertilità biologica* in base al parametro  $C_0$  espresso come carbonio potenzialmente mineralizzabile (mg  $\text{CO}_2/\text{Kg}$  di terreno in 29 giorni) e calcolato in base alla formula  $C = C_0 (1 - e^{-kt})$ .

Sui 13 terreni, sono stati rilevate un insieme di variabili che descrivono sia le caratteristiche chimico-fisiche che le proprietà respirometriche dei suoli. Da tale insieme sono state scelte la sostanza organica, l'azoto totale, la respirazione cumulativa (considerata come media aritmetica, per ogni terreno, rispetto ai giorni di rilevamento) e l'indice di fertilità biologica (indicato con  $C_0$ ). E' stata pertanto definita una matrice di dati A di di-

mensione (13 x 4), sulla quale è stato possibile applicare, per una prima analisi esplorativa, la tecnica dell'Analisi in Componenti Principali (ACP).

**Tabella 2.** Principali caratteristiche dei terreni delle aziende della provincia di Latina

Descrizione	Unità di misura	LT 1	LT 2	LT 3	LT 4	LT 5	LT 6
Sabbia	%	29	87	33	53	22	15
Limo	%	31	7	26	23	31	26
Argilla	%	40	6	41	24	47	59
Tessitura		FA	SF	A	FAS	A	A
pH (H <sub>2</sub> O 1:2,5)		6,6	7,1	7,4	6,2	7,2	6,6
S.O.	%	3,41	2,46	1,97	2,91	3,45	3,97
N totale	%	1,98	1,48	1,21	5,6	2	2,26
P ass.	ppm P	15	41	6	7	8	7
K scam.	ppm K	630	345	105	115	245	300
C.S.C.	meq/100 g	24,88	9,43	15,12	62,71	19,89	46,01
Umidità	% (105 °C)	10	7	8	19	10	12
Capacità di ritenzione capillare (pF 2,5)	60% di 50g di terreno	32,4	22,8	26,4	43,2	26,4	30
Fertilità biologica C <sub>0</sub>	mg CO <sub>2</sub> /Kg in 29 giorni	274	382	179	215	268	248

**Tabella 3.** Principali caratteristiche dei terreni delle aziende della provincia di Rieti

Descrizione	Unità di misura	RI 1	RI 2	RI 3	RI 4	RI 5	RI 6	RI 7
Sabbia	%	52	50	37	40	54	69	45,0
Limo	%	25	26	21	33	26	16	27
Argilla	%	23	24	42	27	20	15	28
Tessitura		FAS	FAS	A	F	FS	FS	FS
pH ( H <sub>2</sub> O 1:2,5)		7,8	7,8	6,6	7,9	7,8	7,8	7,8
S.O.	%	1,84	1,72	1,70	1,75	1,10	0,91	1,32
N totale	%	1,14	1,08	1,06	1,09	0,7	0,6	0,85
P ass.	ppm P	8	16	17	11	16	19	9
K scam.	ppm K	220	310	440	220	250	180	246
C.S.C.	meq/100 g	17,83	16,93	31,51	18,30	17,32	11,41	21,46
Umidità	% (105 °C)	3	3	8,5	3,3	3	1,5	4,5
Capacità di ritenzione capillare (pF 2,5)	60% di 50g di terreno	31,2	31,2	32,4	30	33,6	24	37,2
Fertilità biologica C <sub>0</sub>	mg CO <sub>2</sub> /Kg in 29 giorni	272	222	98	177	169	143	174



In base ai risultati della respirazione cumulativa dei campioni di suolo, sono stati ottenuti i valori di  $C_0$  come indice della loro fertilità biologica, espressa come carbonio potenzialmente mineralizzabile (mg  $CO_2$ /Kg di terreno in 29 giorni). In base al  $C_0$ , che varia da un minimo di 98 mg  $CO_2$ /Kg terreno (per il campione Ri3) ad un massimo di 382 (per il campione LT2), i terreni sono stati raggruppati in due diverse classi di fertilità: *medio-alta* (LT2, 382; LT1, 274; Ri1, 272; LT5, 268; LT6, 248; Ri2, 222; LT4, 215) e *medio-bassa* (LT3, 179; Ri4, 177; Ri7, 174; Ri5, 169; Ri6, 144; Ri3, 98). Appare evidente che, fatta eccezione per gli estremi, in realtà non si può fare una discriminazione netta tra i suoli, ma per la maggior parte di essi si può dire che mediamente presentano la stessa fertilità biologica. Nel caso invece della fertilità chimico-fisica è risultato nettamente più ricco il gruppo dei terreni di Latina rispetto a quelli di Rieti.

In seguito all'aggiunta di concime organico (1% di carbonio rispetto al peso del campione), dalle curve respirometriche sia giornaliere che cumulative dei terreni sono stati ottenuti risultati che non ci permettono di discriminare in modo netto il comportamento del concime nelle diverse tipologie di terreno in relazione alla loro fertilità biologica (fig. 5). E' possibile, tuttavia, riscontrare un andamento più costante nella curva di mineralizzazione nei terreni a medio-bassa fertilità rispetto a quelli a medio.

I risultati dell'ACP rappresentati in fig 6-7 sul piano principale hanno evidenziato nel secondo quadrante un cluster costituito da unità corrispondenti ai terreni a medio-bassa fertilità, e un altro gruppo di unità disperse rappresentanti tutti gli altri campioni.

L'andamento delle curve relative alle respirazioni cumulative dei suoli addizionati di fertilizzante mostrano che i terreni a medio-bassa fertilità hanno un comportamento piuttosto simile tra di loro attestandosi tutte attorno a valori che oscillano tra i 5000 e i 6000 mg C- $CO_2$ /Kg terreno in 29 giorni (fig 5c-d). Le curve respirometriche giornaliere indicano inoltre che esistono due frazioni di sostanza organica, una a rilascio più veloce, che presenta un picco massimo intorno al 9° giorno di incubazione, e una a più lento rilascio la cui attività continua anche dopo 29 giorni (fig.5a-b). Tra i terreni a medio-alta fertilità biologica invece si evidenzia una maggiore variabilità; anche in questo caso tuttavia si rileva una attività respiratoria giornaliera che inizia a decrescere intorno al 9°-10° giorno di incubazione. Dall'insieme dei dati ottenuti su tutti i terreni appare evidente che essi rispondano in modo differente a seconda della loro fertilità biologica. Tuttavia, nel caso di quelli a fertilità medio-alta tali differenze non sembrano essere sufficientemente nette per poter attribuire alla loro diversa fertili-

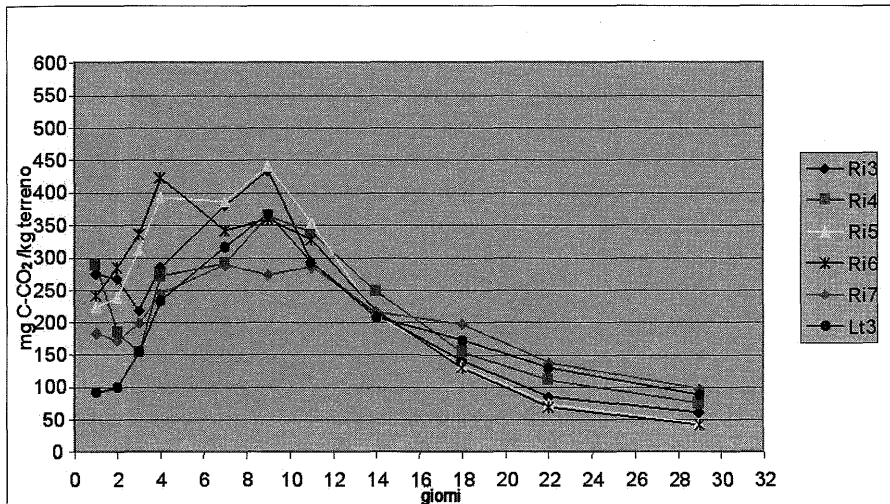
tà biologica una diversa risposta all'aggiunta di un concime organico a base di cuoio e questo probabilmente a causa del fatto che la maggior parte dei terreni presenta valori di  $C_0$  molto simili. Infatti, anche sulla base dell'analisi ACP non è stato possibile individuare sul piano principale un cluster per questi terreni i cui valori si trovano dispersi su tre quadranti; tale indicazione è stata poi confermata dalla successiva analisi basata su rappresentazioni scatter tra coppie di variabili. Sempre in base all'analisi ACP è stato invece possibile individuare un cluster ben preciso corrispondente ai campioni appartenenti al gruppo a medio-bassa fertilità. Questo dato è in parte sorprendente perché i loro valori di  $C_0$  non si discostano molto da quelli relativi ai terreni a fertilità medio-alta. Del resto l'analisi delle curve respirometriche medie lascia ipotizzare come sia molto probabile che la maggiore disponibilità di sostanza organica endogena dei terreni a maggiore fertilità abbia selezionato una flora microbica più eterogenea, capace quindi di aggredire e mineralizzare con maggior efficacia e velocità un eventuale nuovo substrato organico aggiunto. Tale eterogeneità comporta tuttavia anche una maggiore variabilità nella risposta del terreno rendendo difficile la scelta del miglior concime organico da apportare. I terreni a medio-bassa fertilità invece contengono presumibilmente una minore quantità di biomassa microbica, probabilmente più selezionata e quindi meno capace di utilizzare rapidamente un nuovo substrato organico come fonte energetica. La loro risposta nei confronti di un substrato organico risulterebbe quindi essere più lenta ma anche più costante. L'efficienza nutritiva di un concime organico a base di cuoio su terreni a diversa fertilità biologica sembrerebbe essere dunque molto variabile nel caso di terreni a medio-alta fertilità mentre per quelli a medio-bassa fertilità l'apporto di tale substrato organico sembrerebbe avere un maggior effetto a lento rilascio.

I risultati ottenuti confermano il fatto che terreni a diversa fertilità biologica, suddivisi in due gruppi a medio-bassa e a medio-alta fertilità in base ai rispettivi valori di  $C_0$ , rispondono in modo diverso all'aggiunta di un concime organico a base di cuoio idrolizzato. Solo in base all'analisi ACP è stato possibile discriminare un cluster di campioni contenenti valori in media più bassi di sostanza organica e  $C_0$ , corrispondenti esattamente al gruppo di terreni a medio-bassa fertilità precedentemente individuati. L'apporto del concime a questi terreni sembra dare un reale effetto a lento rilascio, mentre su tutti gli altri l'effetto è molto più variabile e perciò meno prevedibile. In generale quindi il parametro di fertilità  $C_0$  non sembrerebbe sufficiente, da solo, a prevedere l'effetto di un concime organico su terreni diversi ma dovrebbe essere affiancato da altri (Mocali *et al.* 2001).

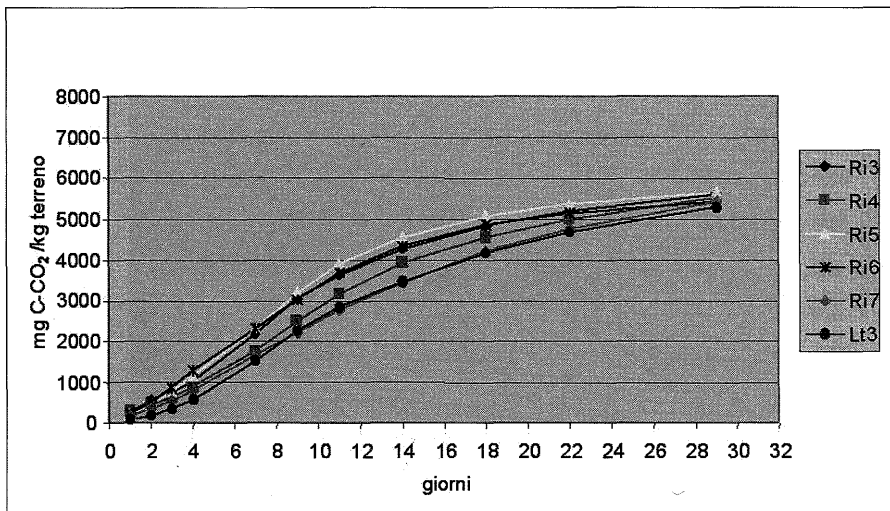
Figura 5. Curve giornaliere e cumulative di CO<sub>2</sub> in suoli fertilizzati con cuoio

Terreni a medio - bassa fertilità biologica

a) giornaliera

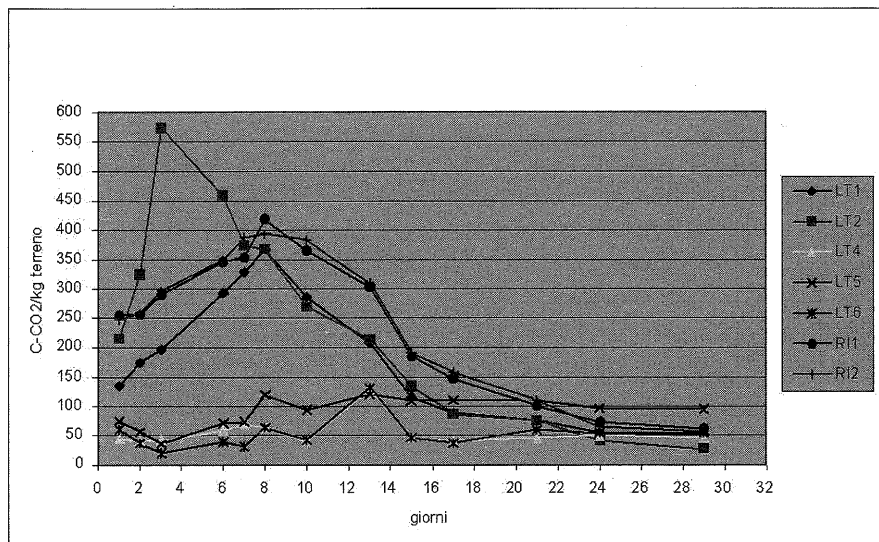


b) cumulativa

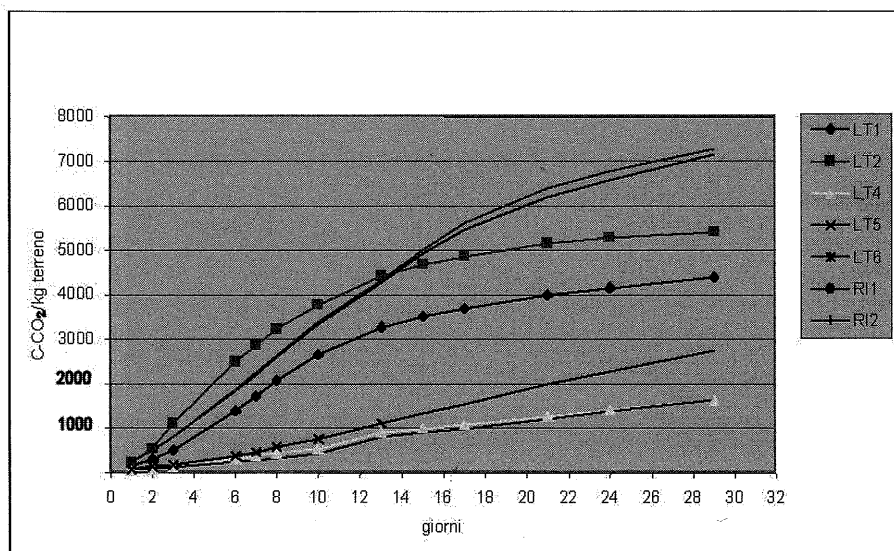


## Terreni a medio - alta fertilità biologica

### c) giornaliera



### d) cumulativa



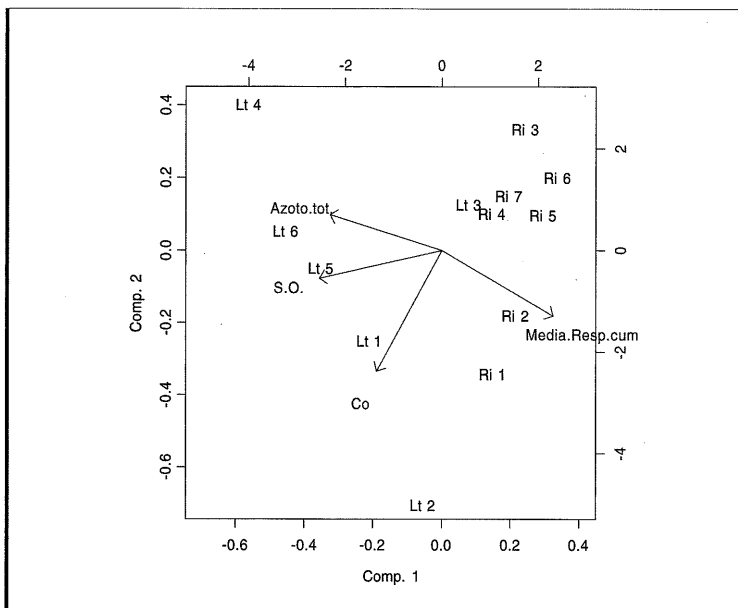


Figura 6. Rappresentazione grafica di unità e variabili sul 1° Piano Principale

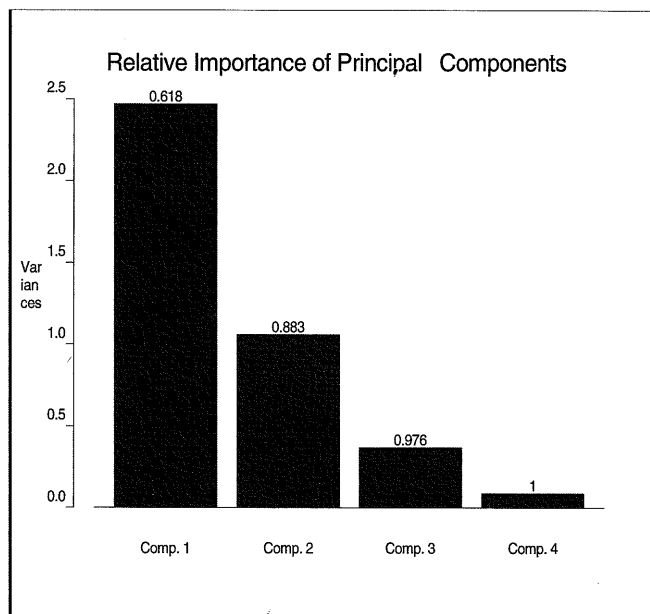


Figura 7. Proporzione della variabilità cumulata spiegata dalle componenti

## Conclusioni

Dall'insieme dei dati esposti in questa review emerge piuttosto chiaramente che il cuoio può effettivamente essere annoverato tra i concimi organici a lento rilascio azotato mostrando un comportamento simile a quello dei formulati di sintesi chimica definiti appunto ad azoto "slow-release". Inoltre è importante sottolineare come la fertilità biologica del suolo sia di fondamentale importanza nella modulazione della cinetica di rilascio della frazione azotata tanto da lasciar consigliare itinerari tecnici basati su questo parametro per la predisposizione di un piano di fertilizzazione.

Tutti questi studi sono stati realizzati nell'ambito di progetti di ricerca cofinanziate da ILSA, Organazoto, Idea Verde, LICOA.

Attualmente in collaborazione con l'Università degli studi di Firenze e le Società sopra menzionate presso l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante si sta svolgendo un dottorato di Ricerca in Scienza del Suolo e Climatologia – Ciclo XV sullo studio della biodiversità microbica in suoli concimati con cuoio torrefatto e/o idrolizzato.

## Bibliografia

- ALIANELLO F., DELL'ORCO S., BENEDETTI A. E P. SEQUI. (1999) Identification of primary substrates in organo-mineral fertilizers by means of isoelectric focusing. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 30 (15&16), 2169-2181.
- BENEDETTI A. (1983) Fertilità biologica del terreno e concimi ad azoto lento. *Annali Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante – Roma. Vol. XII Pubblicaz. n. 3.*
- BENEDETTI A., DELL'ORCO S. E ALIANIELLO F. Qualità della sostanza organica e proprietà fertilizzanti dei concimi organo-minerali. Atti Convegno SCAM "I concimi organo-minerali per gestire naturalmente la fertilità del terreno per produzioni di qualità. Chiusel del Fosso (FE) 8/11 (1993).
- BENEDETTI A., FIGLIOLIA A., INDIATI R., IZZA C., BIONDI F.A. (1991) Effetto del cuoio torrefatto sul turnover microbico e sul metabolismo della pianta. Interazione cromo-fosforo. *Agrochimica Vol. XXXV – n. 1-2-3.*
- BENEDETTI A., NIGRO C., ALIANIELLO F. (1990). Valutazione della validità agronomica dei fertilizzanti e classificazione delle matrici organiche. *Annali Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante – Roma. Vol. XV pubblicaz. n. 2.*
- CANALI, TITTARELLI, SEQUI EDS.: Chromium environmental issue. Franco Angeli Editore (1996).
- DELL'ORCO S., BENEDETTI A., ALIANIELLO F. (1994) Caratterizzazione della sostanza organica di alcune matrici organiche utilizzate nella formulazione di concimi organominerali: focalizzazione e mineralizzazione. *Atti XI Convegno Società Italiano di Chimica Agraria. Cremona 21-24 settembre 1993.* Padron Editore pp. 605-611.
- GALLUZZO D., DELL'ABATE M.T., BENEDETTI A. (1998). Valutazione delle caratteristiche agronomiche del cuoio idrolizzato a diversa granulometria. Atti XVI Convegno Nazionale della Società Italiana di Chimica Agraria. Ravello (SA), 30 settembre – 2 ottobre 1998. pp. 265-273.
- MOCALI S., DE BERTOLDI S., NISINI L., DELL'ABATE M.T. BENEDETTI A. Influenza della fertilità biologica del suolo sull'efficienza nutritiva del cuoio idrolizzato. In corso di stampa sugli atti del Convegno Annuale di Chimica agraria, Reggio Calabria, settembre 2001.

## *DINAMICA DELL'AZOTO NITRICO E AMMONIACALE IN SUOLI TRATTATI CON CONCIMI AZOTATI A LENTA CESSIONE O CONTENENTI INIBITORI DELLA NITRIFICAZIONE*

Claudio Marzadori, Nicola Ramieri, Daniela Montecchio,

Paola Gioacchini, Claudio Ciavatta

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali - Alma Mater Studiorum Università di  
Bologna  
Viale Fanin, 40 - 40127 Bologna

### **Riassunto**

Obiettivo di questo lavoro è stato quello di valutare la dinamica delle forme azotate assimilabili in due suoli (Typic Udochrept, franco-argilloso - FA e Aquic Xeropsamment, franco-sabbioso - FS) trattati con cuoio (concime azotato organico), End (miscela di concimi azotati organici), IBDU (concime minerale azotato a base di isobutilidendiurea) e Entec@ 26 (concime minerale azotato contenente 3,4DMPP, un inibitore della nitrificazione).

Entrambi i terreni trattati con IBDU ed Entec@ 26 hanno evidenziato il maggiore accumulo di N nitrico ed ammoniacale che, nel suolo FS in particolare, ha addirittura superato la quantità di N somministrata con i concimi, evidenziando un "priming effect" reale e positivo. I terreni trattati con End hanno mostrato il minore accumulo di N minerale, mentre i trattamenti a base di cuoio hanno determinato un accumulo di N intermedio tra l'End ed IBDU e ENTEC@ 26.

La dinamica delle forme azotate minerali è stata dunque condizionata sia dal tipo di prodotto, sia dalle caratteristiche del terreno. Quest'ultimo in particolare, ha fortemente influenzato l'efficacia dell'inibitore della nitrificazione (3,4DMPP) contenuto in Entec@ 26.

### **Introduzione**

La scarsa efficienza dei fertilizzanti è uno dei principali problemi connessi con la concimazione azotata. Finck (1992) ha stimato che questa varia in genere tra il 50 e il 70% e che, in certe condizioni pedo-climatiche, fin oltre la metà dell'azoto (N) somministrato può essere sottratto alla nutrizione delle piante e disperso nell'ambiente.

Per questo motivo uno dei principali obiettivi che l'industria dei concimi azotati cerca di perseguire è quello del miglioramento dell'efficienza dei suoi prodotti, con la duplice finalità di rendere la concimazione economicamente conveniente e di evitare gli sprechi ed i rischi ambientali connessi.

Uno degli strumenti utilizzabili per il raggiungimento di quest'obiettivo è quello di produrre fertilizzanti "intelligenti" capaci di modulare il rilascio di N, in forme assimilabili ( $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$ ), in funzione delle esigenze nutritive delle piante. In questa categoria possiamo ritrovare i concimi a cessione controllata dell'N e quelli contenenti inibitori della nitrificazione (Zerulla, 2000).

Le due citate tipologie di concimi hanno modalità d'azione completamente differenti. L'N contenuto nei concimi a lenta cessione, infatti, non è direttamente utilizzabile dalle piante, ma deve essere prima trasformato in forma assimilabile. I concimi con inibitori della nitrificazione, invece, generalmente contengono ammonio, una forma di N già di per sè assimilabile dalle piante. In questo caso è solo l'ossidazione dell'ammonio a nitrato ad essere rallentata dall'inibitore che blocca l'attività dei batteri *Nitrosomonas*.

L'impiego ottimale di questi prodotti può comunque essere raggiunto solamente se le caratteristiche tecnologiche, che devono garantire un rilascio dell'N modulato nel tempo, sono sostenute da protocolli d'utilizzo che tengano conto delle diverse caratteristiche dei concimi ed, evidentemente, delle esigenze nutritive delle piante. La stesura di questi protocolli non può inoltre prescindere dalla conoscenza della modalità e velocità di cessione dell'N nel terreno in forme assimilabili per le piante. D'altra parte la conoscenza di questi parametri è resa quanto mai complessa dall'elevato numero di variabili in gioco nel sistema suolo-pianta.

Obiettivo di questo lavoro è stato quello di valutare, in esperimenti di laboratorio, la dinamica delle forme azotate assimilabili ( $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$ ) in suoli trattati con: i) concimi organici azotati a lento rilascio naturale quali il cuoio idrolizzato/torrefatto in scaglie (CS) e in pellet (CP) e una miscela di concimi organici azotati (pelli e crini, letame essiccato, cuoio e pelli idrolizzati, cornunghia naturale) (End), ii) un concime minerale azotato contenente IBDU (isobutilidendiurea, N organico di sintesi) e iii) un concime minerale azotato (19%  $\text{NH}_4^+$  + 7%  $\text{NO}_3^-$ ), l'Entec@ 26 (E26), contenente il 3,4DMPP (3,4Dimetilpirazolofofosfato) un inibitore della nitrificazione. L'esperimento è stato condotto utilizzando due tipologie di suoli (Aquic Xeropsamment e Typic Udochrept) caratterizzati, rispettivamente, da tessitura franco-sabbiosa (FS) e franco-argillosa (FA).

## **Materiali e Metodi**

### **Descrizione delle prove d'incubazione**

I suoli utilizzati nelle prove sono stati rispettivamente prelevati:

1) il franco-argilloso (FA) nell'Azienda sperimentale della Facoltà d'Agraria dell'Università di Bologna sita in località Cadriano (BO);



2) il franco-sabbioso (FS) nell'Azienda Saponi in località Torre Pedrera di Rimini.

I campioni di terreno sono rappresentativi dell'orizzonte superficiale (Ap) di ciascun suolo. I suoli sono ascrivibili, in base ai criteri forniti dalla Soil Taxonomy (USDA, 1998), rispettivamente, ai Typic Udochrepts il (FA) e agli Aquic Xeropsamments il (FS).

I terreni dopo essiccazione sono stati privati di tutti i residui vegetali indecomposti e dello scheletro, utilizzando la metodologia riportata nei Metodi ufficiali d'analisi chimica del suolo (MiPAF, 1999).

Le principali caratteristiche chimico-fisiche dei due suoli sono mostrate nella tabella 1.

**Tabella 1.** Caratteristiche fisico-chimiche dei suoli franco-argilloso (FA, Typic Udochrept) e franco-sabbioso (FS, Aquic Xeropsamment) utilizzati nelle prove d'incubazione

Parametro	Unità di misura	Typic	Aquic
		Udochrept (FA)	Xeropsamment (FS)
		Valore analitico	
Tessitura: Sabbia	(%)	42	75
Limo	(%)	36	14
Argilla	(%)	22	11
pH (in acqua)	-	7,75	8,06
Carbonati totali (CaCO <sub>3</sub> )	(%)	1,2	62
Calcare attivo	(%)	1,0	16
Capacità di scambio cationico (CSC)	(cmolc/kg)	35	18
Carbonio (C) organico	(%)	0,95	1,27
Carbonio (C) umico (HA+FA)	(%)	0,21	0,46
Tasso di umificazione (HR) <sup>1</sup>	(%)	22	36
Grado di umificazione (DH) <sup>2</sup>	(%)	53	58
Indice di umificazione <sup>3</sup>	(%)	0,53	0,72
N (N) totale Kjeldahl	(mg/kg)	790	820
N nitrico (N-NO <sub>3</sub> )	(mg/kg)	15	19
N ammoniacale (N-NH <sub>4</sub> )	(mg/kg)	5	8
Fosfato assimilabile (P-Olsen)	(mg/kg)	40	114
Potassio (K) scambiabile	(mg/kg)	250	218
Sodio (Na) scambiabile	(mg/kg)	5	n.d.
Calcio (Ca) scambiabile	(mg/kg)	4160	n.d.
Magnesio (Mg) scambiabile	(mg/kg)	300	n.d.
Zolfo (S) totale	(mg/kg)	148	n.d.

1.  $HR = [(HA+FA)/TOC] \times 100$ , TOC = carbonio organico totale;

2.  $DH = [(HA+FA)/TEC] \times 100$ , carbonio organico estratto;

3.  $HI = NH/(HA+FA)$ , NH = carbonio organico estratti non umico.

I due terreni sono stati incubati con i seguenti concimi (MAF, 1984):

- a) concime organico azotato cuoio idrolizzato/torrefatto in pellet (CP);
- b) concime organico azotato cuoio idrolizzato/torrefatto in scaglie (CS);
- c) concime minerale azotato (19%  $\text{NH}_4^+$  + 7%  $\text{NO}_3^-$ ), l'Entec @ 26 (E26);
- d) concime minerale azotato contenente isobutilidendiurea (IBDU);
- e) miscela di concimi organici azotati (pelli, crini, letame essiccato, cuoio e pelli idrolizzati) (End);
- f) suoli FA e FS tal quali come controllo (C).

Le principali caratteristiche chimiche dei concimi impiegati sono riportate nella tabella 2.

**Tabella 2.** Caratteristiche dei concimi impiegati nelle prove d'incubazione

Parametro	Unità di misura	Miscela di concimi N (End)	Cuoio Pellet (CP)	Cuoio Scaglie (CS)	Concime minerale N (IBDU)*	Entec@ 26
N totale	(%)	8,6	12,1	11,3	31,9	26,1
N organico	(%)	8	12,0	11,2	---	---
N- $\text{NH}_4$	(%)	0,6	0,1	0,1	0,15	19,2
N- $\text{NO}_3$	(%)	---	---	---	---	6,9
N-ureico	(%)	---	---	---	4	---
N organico di sintesi IBDU (*)	(%)	---	---	---	28	---
C organico di origine biologica	(%)	34,2	42,1	40,5	---	---

(\*)IBDU = Isobutilidendiurea

Le prove sono state condotte in vaso utilizzando, per ogni trattamento, 1 kg di terra fine essiccata all'aria, accuratamente miscelata con ciascuna tipologia di concime. Questi sono stati addizionati ai terreni nella loro forma fisica originaria di granulo o di pellet in quantità pari a 300 mg di N per kg di terreno. L'acqua è stata aggiunta a più riprese per avere una distribuzione omogenea e un'umidità finale del terreno corrispondente al 25% (p/p), valore prossimo alla capacità idrica di campo.

L'incubazione è stata condotta in condizioni ambientali controllate alla temperatura media di 23 °C ed all'umidità media dell'aria del 70%. L'umidità del terreno è stata mantenuta costante mediante apporti settimanali d'acqua deionizzata.

I prelievi di terreno sono stati effettuati immediatamente dopo la preparazione (tempo zero) e dopo 15, 30, 60, 90 e 120 giorni d'incubazione (T0, T15, T30, T60, T90 e T120), svuotando completamente i contenitori e omogeneizzando accuratamente l'intera massa di terreno.

#### Determinazione dell'ammonio e nitrati ( $\text{NH}_4^+$ e $\text{NO}_3^-$ )

Ad ogni prelievo, è stata eseguita l'estrazione delle frazioni azotate  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NH}_4^+$  utilizzando una soluzione di cloruro di calcio diidrato ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 0,01 M (MiPAF, 1999). L'analisi è stata eseguita su 10 g di terreno ai quali sono stati aggiunti 100 mL della soluzione 0,01 M di  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  preconditionata alla temperatura di 20°C. I campioni sono stati posti, per due ore, su di un agitatore oscillante a 120-140 cicli  $\text{min}^{-1}$ .

Al termine dell'estrazione, il campione, lasciato decantare per qualche minuto, è stato filtrato utilizzando filtri di carta del tipo Wathman n. 42. Le concentrazioni degli ioni ammonio e nitrato sono state misurate utilizzando i rispettivi elettrodi selettivi (MiPAF, 1999). Tutte le analisi sono state ripetute in triplo.

#### Determinazione dell'N totale

Per la determinazione dell'N totale è stato utilizzato un CHN elemental analyzer. I campioni di terreno essiccato all'aria e macinato sono stati pesati in capsule di stagno in quantità corrispondenti a circa 13 e 18 mg rispettivamente per i suoli FA e FS.

### **Risultati e discussione**

I dati riportati nelle figure 1 e 2 mostrano che il contenuto in N totale dei due suoli è rimasto sostanzialmente invariato durante tutta la durata dell'esperimento e pari a circa 800  $\mu\text{g g}^{-1}$  e 1100  $\mu\text{g g}^{-1}$ , rispettivamente nei controlli e nei suoli trattati con i concimi. I 300  $\mu\text{g g}^{-1}$  di differenza corrispondono al quantitativo di N aggiunto con i diversi trattamenti. Il sistema studiato, quindi, non ha perso N durante l'incubazione, perciò la dinamica delle diverse forme azotate sarà commentata esclusivamente sulla base dei processi interni al suolo.

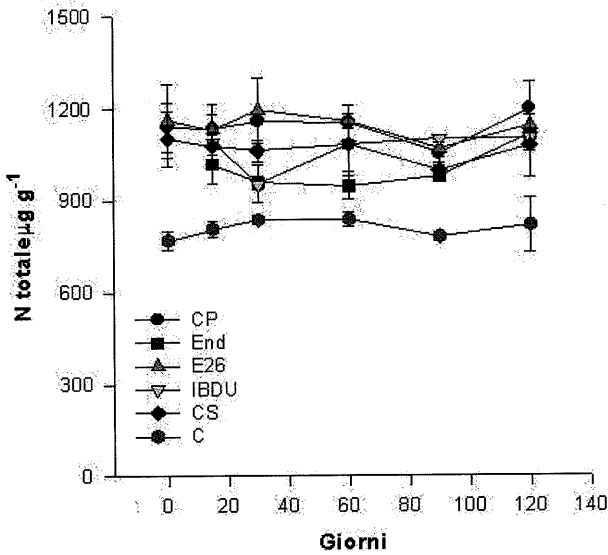


Figura 1. Dinamica N totale nel suolo FA

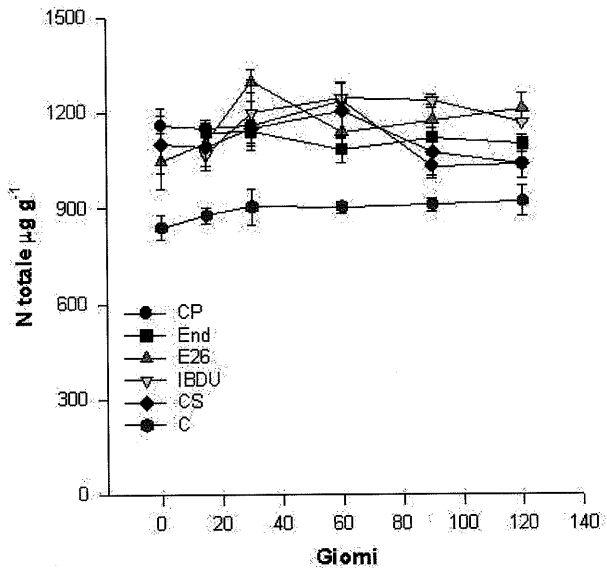


Figura 2. Dinamica N totale nel suolo FS

Nelle figure 3 e 4 è illustrata la dinamica dell' $\text{N-NH}_4^+$  nei due suoli studiati. I risultati indicano che l'accumulo dell' $\text{N-NH}_4^+$  è stato influenzato sia dal tipo di suolo sia dai trattamenti.

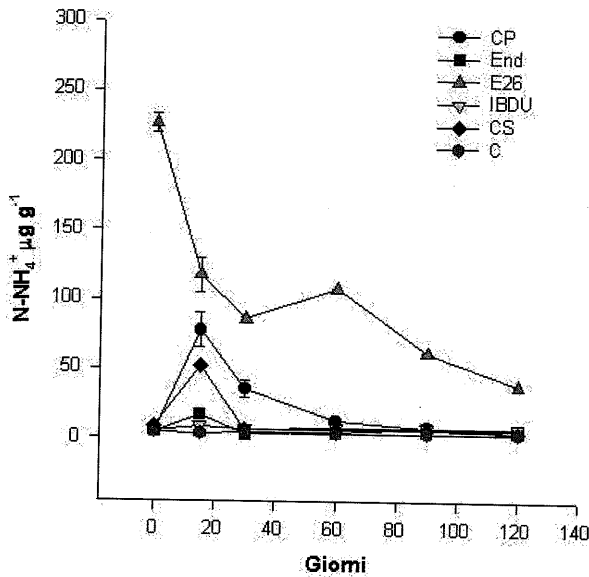


Figura 3. Dinamica N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nel suolo FA

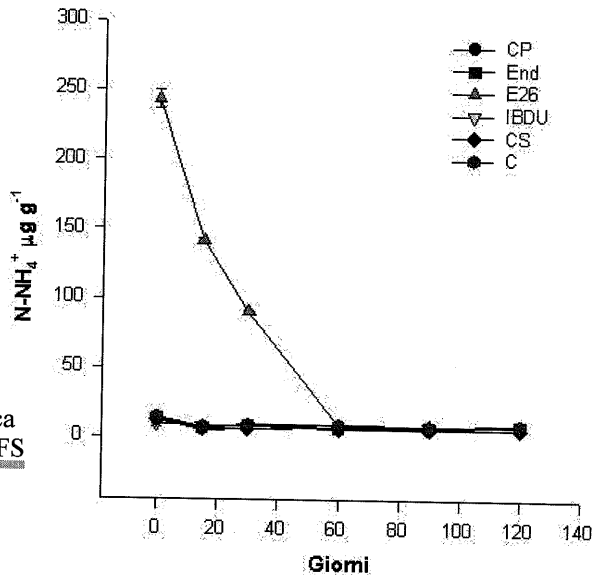


Figura 4. Dinamica N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nel suolo FS

Per quanto concerne il suolo FA possiamo osservare che End e IBDU non hanno mai determinato un accumulo di N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> i cui valori non sono variati rispetto al C. Nei trattamenti CP e CS si è avuto a 15 giorni un picco nella concentrazione di N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Il valore di N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> è tornato poi al

livello del C dopo 30 giorni con CS e dopo 60 giorni con CP. L'E26, invece, ha mantenuto una concentrazione di  $\text{N-NH}_4^+$  sempre superiore a quella del suolo C per tutto il periodo d'incubazione. In quest'ultimo caso la dinamica dell' $\text{N-NH}_4^+$  a differenza di CP e CS, è sempre calante con una percentuale di "scomparsa" pari a circa il 50% nei primi 15 giorni. L'andamento dell' $\text{N-NH}_4^+$  nel trattamento con E26 è determinato dalla composizione di questo concime che contiene un 19% di N ammoniacale. Dunque gli oltre  $200 \mu\text{g g}^{-1}$  di  $\text{N-NH}_4^+$  misurati all'inizio dell'incubazione derivavano interamente dal concime.

Nel suolo FS nessuno dei trattamenti, salvo E26, ha portato all'accumulo di  $\text{N-NH}_4^+$ , neanche nelle prime fasi dell'incubazione. Nel trattamento con E26 il livello di  $\text{N-NH}_4^+$  è diminuito a partire da T0 fino a raggiungere dopo 60 giorni i valori rilevati per il C.

Oltre l'effetto dei concimi questi dati mettono in rilievo il ruolo del suolo che ha influenzato pesantemente la dinamica dell' $\text{N-NH}_4^+$ . Nel suolo FS, infatti, l'entità dei processi che portano al consumo di  $\text{N-NH}_4^+$  risulta maggiore rispetto al suolo FA, portando ad una rapida scomparsa dell' $\text{N-NH}_4^+$ .

La nitrificazione è uno dei principali processi capaci di "consumare"  $\text{N-NH}_4^+$  nel suolo. I dati delle figure 5 e 6 mostrano che l'accumulo dei nitrati nei due suoli differisce sostanzialmente. Nel suolo FA, infatti, la quantità di  $\text{N-NO}_3^-$  accumulatosi nel corso dell'incubazione è stata, in tutti i trattamenti, nettamente inferiore a quella del suolo FS (Figg. 5 e 6).

In particolare, nel suolo FA trattato con E26, l'inibitore della nitrificazione 3,4DMPP, è rimasto efficace per circa 30 giorni, mantenendo la concentrazione dell' $\text{N-NO}_3^-$  attorno ad  $80 \mu\text{g g}^{-1}$  valore corrispondente alla quantità direttamente somministrata con il formulato. Il livello di  $\text{N-NO}_3^-$  è costantemente aumentato solo dopo questo periodo di tempo. Tuttavia, nonostante il blocco iniziale della nitrificazione, la quantità di  $\text{N-NO}_3^-$  nel suolo trattato con E26 è stata sempre sostanzialmente equivalente a quella misurata nel suolo trattato con i concimi a lenta cessione naturale dell'N.

La dinamica dei nitrati innescata da questo tipo di prodotti, è risultata simile, per tutti e 3 i concimi con un picco massimo di accumulo fra 60 (End e CP) e 90 (CS) giorni, e la successiva tendenza a mantenere costante la quantità di  $\text{N-NO}_3^-$  accumulata fino alla fine del periodo di incubazione. Dei tre prodotti, comunque, l'End è stato quello che ha determinato il minore accumulo di  $\text{N-NO}_3^-$ .

A differenza dei prodotti a lenta cessione naturale, quello a lenta cessione di sintesi (IBDU) ha provocato il più elevato accumulo di  $N-NO_3^-$ . A partire dal T15, infatti, il livello dei nitrati è stato sempre costantemente superiore rispetto a tutti gli altri trattamenti, fino a raggiungere, nel periodo di massimo accumulo (60-120 gg.) valori circa 2-3- volte più elevati.

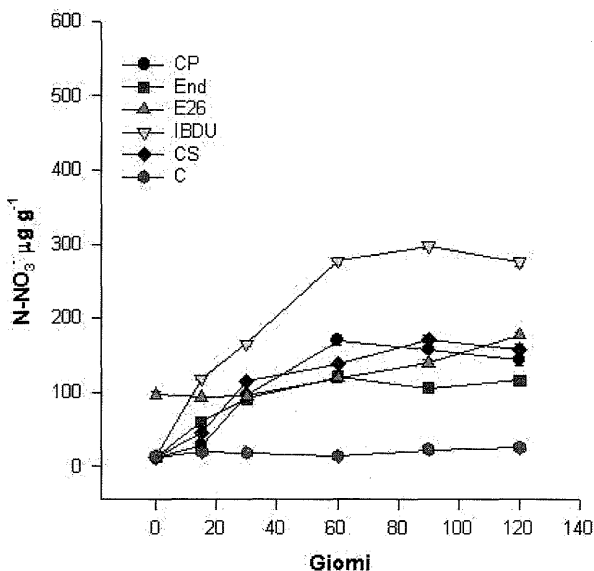


Figura 5. Dinamica  $N-NO_3^-$  nel suolo FA

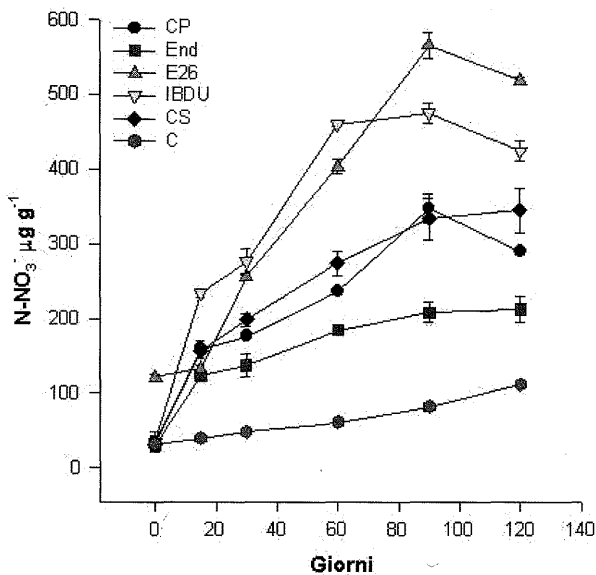


Figura 6. Dinamica  $N-NO_3^-$  nel suolo FS

La dinamica dei nitrati nel suolo FS è stata diversa rispetto al FA, non solo da un punto di vista quantitativo, in quanto tutti i prodotti utilizzati hanno, infatti, rilasciato più  $\text{N-NO}_3^-$  in questo suolo, ma anche qualitativo, perché l'andamento dei nitrati in presenza di E26 in particolare è stato completamente differente rispetto a quanto osservato nel suolo FA. L'inibitore 3,4DMPP nel suolo FS, infatti, è rimasto efficace per soli 15 giorni, quindi il livello di  $\text{N-NO}_3^-$  è fortemente aumentato e dal T30 fino alla fine del periodo d'incubazione si è mantenuto costantemente più elevato rispetto a quello misurato con i concimi a lenta cessione naturale. Fra questi, ancora una volta, l'End ha confermato la capacità di mantenere il più basso livello di  $\text{N-NO}_3^-$ , mentre il cuoio, in entrambe le formulazioni ha portato ad un accumulo di  $\text{N-NO}_3^-$  di  $300 \mu\text{g g}^{-1}$  equivalente alla quantità di N inizialmente aggiunta. In presenza di IBDU è stato osservato un rapido ed elevato accumulo di  $\text{N-NO}_3^-$  già dal T15 e fino al T60, fenomeno molto più accentuato che nel suolo FA con valori comparabili a quelli rilevati in presenza di E26 e molto più elevati rispetto a quelli dei concimi a lenta cessione naturale.

Per quanto riguarda la dinamica dell'N assimilabile, cioè la somma di  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$  (Fig. 7 e 8), in entrambi i terreni e per tutti i trattamenti, ad eccezione di E26, ha rispecchiato fundamentalmente quella dei nitrati.

Nel suolo FA le quantità di N assimilabile sono state sempre inferiori a quelle misurate nel FS e non hanno mai superato, in nessuno dei trattamenti, la soglia dei  $300 \mu\text{g g}^{-1}$  equivalenti alla dose di N aggiunta con il concime. Il livello più elevato di N assimilabile si è avuto in presenza dei concimi a lenta cessione naturale, End in particolare. Mentre i concimi a lenta cessione, sia naturale che di sintesi hanno provocato un aumento della quantità di N assimilabile dall'inizio fino al termine dell'incubazione, con E26 si è avuto un calo del livello di N assimilabile inizialmente presente. Questo è stato determinato dai processi di immobilizzazione sia biotica che abiotica a carico della frazione di  $\text{N-NH}_4^+$  presente nel concime, che hanno fortemente condizionato la dinamica dell'N assimilabile durante i primi 30 giorni d'incubazione.

Nel terreno FS, come già accennato, le quantità di N assimilabile in gioco al termine del periodo d'incubazione, sono state molto più elevate rispetto a quelle del terreno FA, in particolare con IBDU ed E26. Quest'ultimo prodotto ha mostrato, in questo suolo, un comportamento completamente diverso legato alla scarsa efficacia dell'inibitore della nitrificazione. L'N assimilabile, dunque è diminuito solo nei primi 15 giorni, finché cioè il 3,4DMPP è rimasto efficace, poi, grazie all'elevata attività nitrificante è aumentato costantemente arrivando al termine del periodo di incubazione a superare anche il livello di N assimilabile prodotto in presenza di IBDU.



L'aspetto importante da rilevare è comunque che nel suolo FS, già dopo 30 giorni d'incubazione, le quantità di N assimilabile messe in gioco da IBDU ed E26, al netto del controllo, superavano la dose di N aggiunta col concime. L'N ritrovato in eccesso, vista la mancanza di altri apporti esterni doveva quindi necessariamente derivare da pools azotati del suolo ed in particolare dall'N organico nativo.

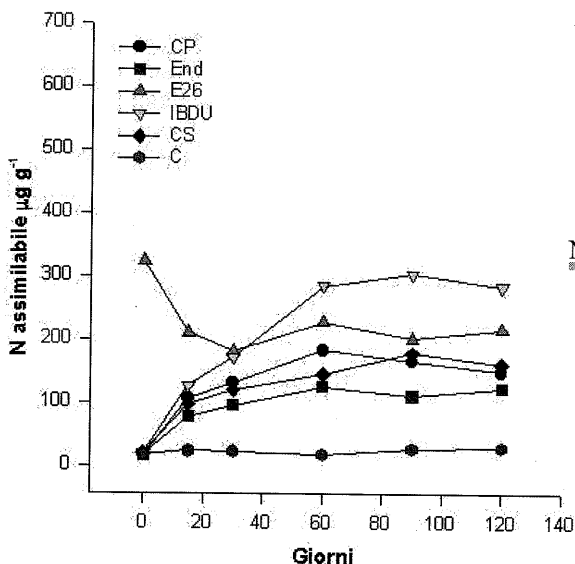


Figura 7. Dinamica Nassimiliabile nel suolo FA

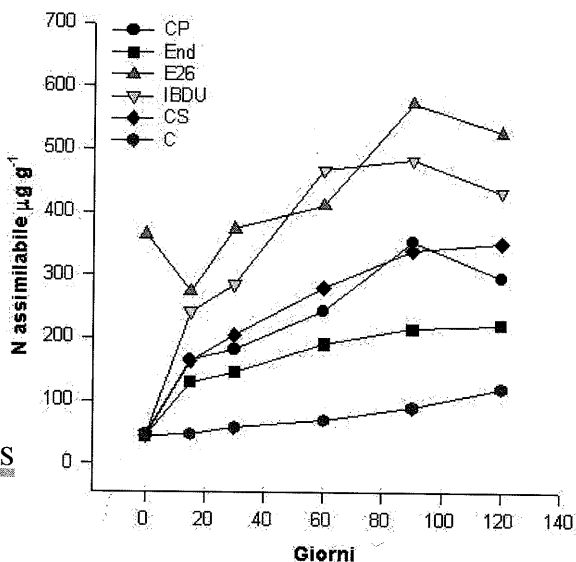


Figura 8. Dinamica Nassimiliabile nel suolo FS

La somministrazione di N minerale al suolo, in particolare in forma ammoniacale, infatti, può determinare un'accelerazione nella mineralizzazione della sostanza organica con conseguente rilascio di N organico nativo in forma minerale (Rennie e Rennie, 1973; Kowalenko e Cameron, 1978; Steele *et al.*, 1980; Helal e Sauerbeck, 1986; Schmitt *et al.*, 1991; Stout, 1995). Questo processo, che ricade propriamente sotto il nome di priming effect, reale e positivo, determina un impoverimento della riserva di N organico del suolo a favore di forme minerali assimilabili.

### **Conclusioni**

Le prove eseguite hanno dimostrato che il rilascio delle forme azotate assimilabili ( $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ) per la nutrizione dei vegetali è stato influenzato sia dal tipo di concime sia dalla tessitura del terreno impiegato. In particolare:

i concimi organici N da cuoio in scaglie (CS) e in pellet (CP) e la miscela di concimi organici N (End) (concimi a lenta cessione naturale) hanno dimostrato di rilasciare nel terreno N assimilabile più lentamente rispetto all'IBDU (concime azotato a lenta cessione di sintesi);

- l'Entec@ 26 (E26), come prevedibile dalla formulazione del prodotto, ha determinato un accumulo immediato nei terreni di  $\text{NH}_4^+$  e  $\text{NO}_3^-$ ;

- il rallentamento del processo di nitrificazione nelle prove con E26 è risultato poco efficace nel terreno FS (15 giorni), rispetto al FA (30 giorni);

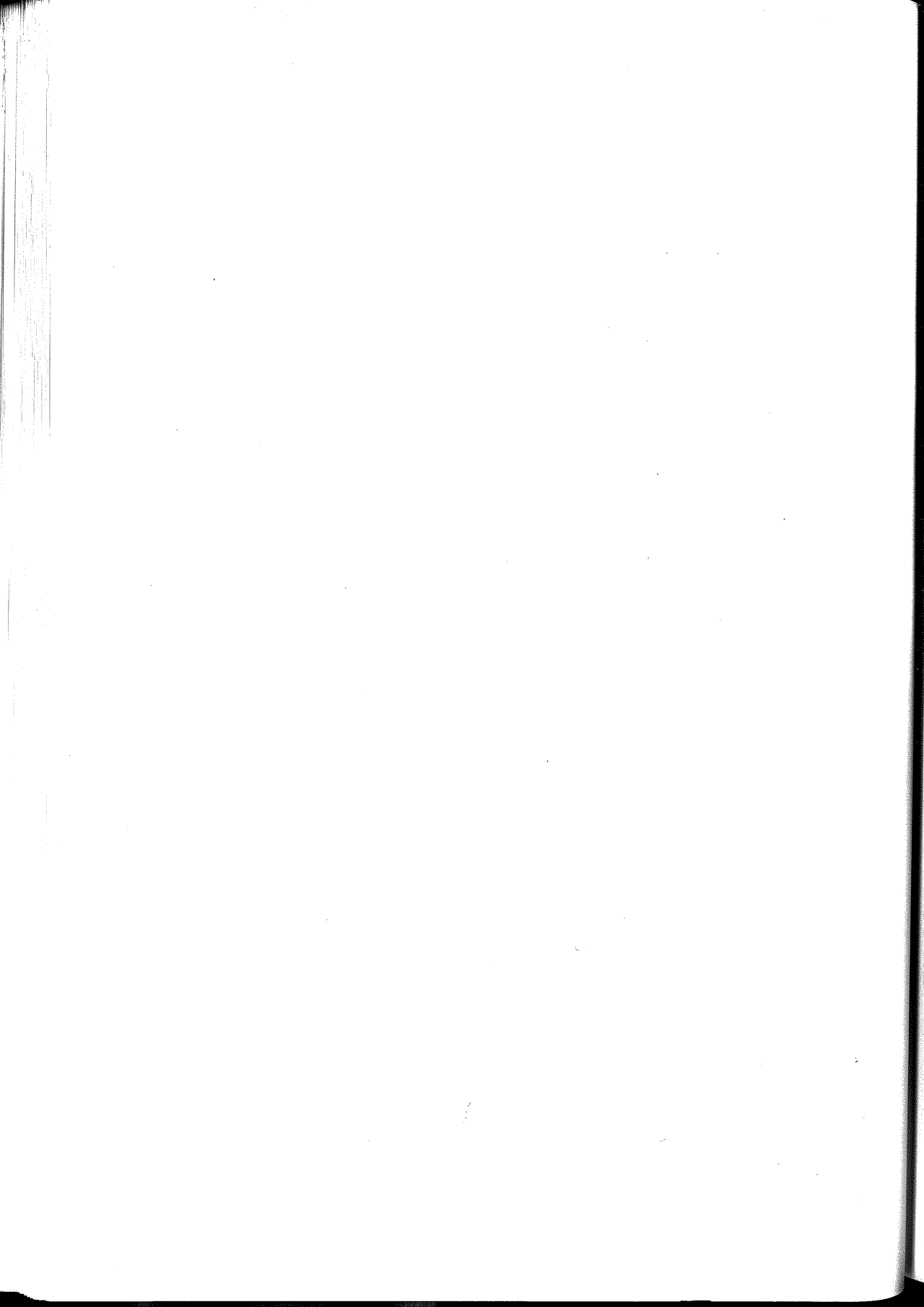
- l'accumulo di nitrati nel terreno con i concimi organici (CP, CP, End) è risultato di almeno il 40% inferiore rispetto a IBDU ed E26.

- l'impiego di IBDU ed E26 ha determinato, nel suolo FS, l'insorgenza del un fenomeno di priming effect.

### **Bibliografia**

- FINCK A., 1992. Fertilizers and their efficient use. In: World Fertilizers Use Manual. Ed. Halliday D. J., Trenkel M. E., Wichmann W. Publisher. *International Fertilizers Industry Association*, Paris, France.
- HELAL H.M., SAUERBECK D., 1986. Effect of some physical and chemical factors on the rate of hydrolysis on nitrpyrin (N-serve). *Soil Biology and Biochemistry*, 11: 47-50.
- MAF, 1984. Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste. Legge 19 Ottobre 1984 n. 748. Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti. Normativa coordinata e aggiornata VI edizione, 2002, Arvan, Mira-Venezia, 222 pp..

- MIPAF (1999). Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Metodi di Analisi Chimica del Suolo (P. Violante Coord.). Franco Angeli Editore, Roma.
- KOWALENKO E.C.G., CAMERON D.R., 1978. Nitrogen transformations in soil-plant system in three years of field experiments using tracer and non-tracer methods on an ammonium-fixing soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 58: 195-208.
- RENNIE R.J., RENNIE D.A., 1973. Standard isotope versus nitrogen balance criteria for assessing the efficiency of nitrogen source for barley. *Canadian Journal of Soil Science*, 53: 73-77.
- SCHMITT L., MULLER K., AHRENS E., 1991. Chemical and microbiological changes in a Regosol after mineral fertilization in long-term field experiments and short-term aerobic incubation trials. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, 154: 189-194
- STEEL K.W., SAUNDERS W.M.H., WILSON A.T., 1980. Transformation of ammonium and nitrate fertilizer in two soils of low and high nitrification activity. *New Zealand Journal of Agriculture Research*, 23: 305-312.
- USDA, Soil Taxonomy, 1998. A basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Agriculture Handbook n. 436. Soil Survey Staff, Soil Conservation Service, U.S. department of Agriculture.
- STOUT W.L., 1995. Evaluating the added nitrogen interaction effect in forage grasses. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26: 2829-2841.
- ZERULLA W., 2000. Controlled-release fertilizers and fertilizers with nitrification inhibitor. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo (SISS)*, 49: 773-786.



## *RICONOSCIMENTO E PROPRIETÀ FERTILIZZANTI DELLA POLLINA: RISULTATI DI RICERCHE PROMOSSE DA ASSOFERTILIZZANTI*

Alessandra Trinchera, Annamaria Sinopoli, Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma

### **Introduzione**

Da molto tempo si riconosce alle deiezioni avicole la caratteristica di poter arricchire e reintegrare i suoli agricoli di nutrienti indispensabili (azoto, fosforo e potassio) e di sostanza organica. Il loro spargimento sul suolo rappresenta conseguentemente un metodo efficace per affrontare il problema dello smaltimento di tale biomassa organica derivante dalle produzioni avicole. Infatti, pur essendo la produzione media di questa tipologia di deiezioni in Italia stata stimata intorno ad 1.500.000 tonnellate annue, una opportuna trasformazione di tali matrici mediante processi diversi, quali il compostaggio o l'utilizzazione come materiale organico di base nella produzione di concimi organo-minerali, rappresenta la soluzione ottimale al fine del loro totale recupero.

La pollina è registrata nell'Allegato 1.B della legge 748/1984 tra i fertilizzanti organici NP. Si tratta di un prodotto trasformato industrialmente (si parla infatti di "pollina essiccata"), con caratteristiche chimiche ben definite. In particolare, il titolo minimo in elementi fertilizzanti (come percentuale in peso) deve essere del 5 %, con un minimo del 2 % in N e del 2 % in  $P_2O_5$ .

Consequentemente per la pollina, come per le altre matrici organiche utilizzate nella formulazione dei concimi organici ed organo-minerali, risulta prioritaria l'esigenza di mettere a punto metodi di analisi in grado di riconoscere tale tipologia di materiale organico e di valutarne l'effettivo livello di stabilizzazione, allorquando venga sottoposta a compostaggio.

La focalizzazione isoelettrica (IEF) è una metodologia analitica che permette di separare differenti composti organici in funzione del loro punto isoelettrico (pI). La separazione avviene in un gel di poliacrilammide, entro il quale viene creato un opportuno gradiente di pH mediante una miscela di anfotili carrier. Applicando una differenza di potenziale al sistema, i composti organici da caratterizzare migrano all'interno del gel, focalizzando

ad un valore di pH corrispondente al loro pI. L'ottimizzazione della risposta isoelettroforetica può essere ottenuta mediante l'uso di specifici anfoliti, in grado di operare una efficace separazione delle differenti frazioni organiche su un gel IEF opportunamente preparato, agendo su tempi e modalità operative altamente controllate.

Negli ultimi anni, la tecnica IEF è stata ampiamente utilizzata per il riconoscimento delle matrici organiche costituenti i concimi organici ed organo-minerali, a cominciare dall'identificazione della torba e della Leonardite nei fertilizzanti (Ciavatta e Govi, 1993; Ciavatta *et al.*, 1996). Successivamente, nel lavoro di Alianiello *et al.* (1999), è stato dimostrato che la presenza della matrice torba può essere riscontrata agevolmente rispetto, ad esempio, alle matrici cuoio o pollina. Notevoli difficoltà sorgono invece nel momento in cui si confrontano matrici di origine simile, quali la pollina ed il letame suino essiccato. La somiglianza strutturale fra queste ultime due matrici, infatti, non sempre permette di ottenere spettri IEF distinguibili in maniera univoca.

Dimostrata è invece l'applicabilità della tecnica IEF in relazione alla definizione del livello di stabilità di biomasse organiche compostate (Trincherà *et al.*, 1999; Tittarelli *et al.*, 2002; Baccella *et al.*, 2002). Ciò comporta che anche nel caso del compostaggio della pollina, la tecnica IEF può costituire un valido approccio per la valutazione del livello di stabilizzazione raggiunto dalla sostanza organica.

Sulla base delle esperienze già effettuate in tale ambito, Assofertilizzanti ha proposto una ricerca in collaborazione con l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante con l'intento di ottimizzare la tecnica IEF con una duplice finalità: i) esaltare le proprietà fertilizzanti della pollina, con particolare riguardo al livello di stabilizzazione della sostanza organica in essa contenuta; ii) identificare la matrice pollina in fertilizzanti organici ed organo-minerali semplici od in miscela.

### **Materiali e metodi**

Nel presente lavoro sono stati seguiti due schemi sperimentali alternativi:

Esperimento A: *Caratterizzazione della sostanza organica di una pollina a differenti livelli di stabilizzazione* - E' stata studiata una pollina (derivante da allevamenti con lettiera in materiale vegetale, quali trucioli o segatura di legno), ottenuta dalle seguenti specie: polli da carne, tacchini

da carne, tacchini da produzione, faraone. Sono stati considerati campioni a diversi stadi di maturazione, in riferimento ad un cumulo al coperto, a temperatura ed umidità controllate. Il processo di stabilizzazione viene così a verificarsi attraverso fermentazione aerobica, con temperature medie di 55°-70°C. I campioni ottenuti sono:

- pollina fresca (da allevamento) (1A)
- pollina dopo 30 giorni di maturazione (2A)
- pollina dopo 90 giorni di maturazione (3A)
- pollina dopo 180 giorni di maturazione (pronta per pellettatura) (4A).

Esperimento B: *Test di riconoscimento della matrice in miscela*

- Nella prova sono state considerate una pollina fresca, la stessa pollina a seguito del processo di stabilizzazione aerobica, ed un concime ottenuto per miscela di letami, contenente la medesima pollina stabilizzata. I campioni analizzati sono:

- pollina fresca (1B)
- pollina umificata pellettata (5/8 mesi ) (2B)
- miscela di letami, contenente pollina umificata 2B (3B)

Ciascun campione, essiccato all'aria, macinato e vagliato a 0,2 mm, è stato caratterizzato relativamente alla sostanza organica ed al livello di umificazione. Sono stati determinati (Ciavatta *et al.*, 1996):

Carbonio organico totale (TOC %)	(Springer & Klee, 1954)
Carbonio organico estraibile (TEC%)	(estrazione in NaOH/Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )
Carbonio umico+fulvico (HA+FA%)	(precip.a pH<2 e purif. su PVP)
Tasso di umificazione (HR%)	(HA+FA)×100/TOC
Grado di umificazione (DH%)	(HA+FA)×100/TEC
Indice di umificazione (HI)	TEC - (HA+FA)/(HA+FA)

Nell'Esperimento A, la corsa IEF è stata effettuata sugli estratti in NaOH/Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (TEC). Due grammi di ciascun campione di pollina sono stati posti ad estrarre in 100 mL di soluzione di NaOH/Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 0,1 M, a 65°C per 48 h. La soluzione è stata quindi centrifugata, e quindi filtrata mediante sistema Millipore®. Dieci millilitri del surnatante sono stati dializzati in membrana da dialisi da 6.000-8.000 Daltons, ed il dializzato ottenuto è stato liofilizzato, al fine di ottenere un prodotto solido da risolubilizzare nuovamente in H<sub>2</sub>O bidistillata in concentrazione nota.

Si è scelto di effettuare la focalizzazione isoelettrica sull'estratto in ambiente alcalino (TEC), e non sulla frazione umificata (HA+FA), purificata mediante cromatografia ionica su PVP, non solo per omogeneità con le procedure analitiche proposte per l'inserimento in legge quali metodi ufficiali di analisi dei fertilizzanti, ma anche perché si presuppone una maggiore variabilità dei profili nella frazione di sostanza organica corrispondente ad un livello di stabilizzazione intermedio (frazione estraibile), anziché spinto (frazione umica). Sono stati quindi risolubilizzati in acqua bidistillata i campioni (TEC) liofilizzati di pollina 1A, 2A, 3A e 4A, alla concentrazione di 5 mg<sub>liofilizzato</sub> in 100 µL di H<sub>2</sub>O, e quindi sottoposti ad IEF.

Nel caso dell'Esperimento B, è stata effettuata la focalizzazione isoelettrica non solo sugli estratti in NaOH/Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (TEC), ma anche sulla sostanza umico-fulvica. La purificazione degli acidi umici e fulvici (HA+FA) è stata ottenuta mediante precipitazione degli acidi umici per trattamento di 25 mL di estratto con HCl 0,5N, fino a raggiungimento di pH < 2 e passaggio della frazione surnatante degli acidi fulvici su colonna di PVP (Ciavatta *et al.*, 1996). A seguito di risolubilizzazione degli acidi umici e fulvici con NaOH 0,1 N, dialisi e liofilizzazione secondo le modalità già descritte, gli HA+FA purificati dei campioni di pollina B1, B2 e B3, parallelamente ai corrispondenti estratti (TEC), sono stati sottoposti ad IEF.

La preparazione dei gel per l'IEF è stata effettuata mediante utilizzo di acrilamide-bis-acrilamide, utilizzando quale agente polimerizzante starter il persolfato ammonico (soluz. 0,15 g in 10 mL di H<sub>2</sub>O). Sono state quindi effettuate le corse IEF utilizzando differenti range di pH (3,5-5,0; 3,5-7,0; 3,5-8,0). Dopo opportuna ottimizzazione, la miscela di anfoliti carrier prescelta è stata la seguente: Ampholine 3,5-5,0 = 25 unità - Ampholine 5,0-7,0 = 10 unità - Ampholine 6,0-8,0 = 5 unità (secondo il lavoro di Tittarelli *et al.*, 2000). In tutte le corse effettuate sono state applicate le medesime condizioni operative: precorsa IEF: 1200 Volt, 21 milliAmpere, 14 Watt, 1°C, 2 h e 30'; corsa IEF: 1200 Volt, 21 milliAmpere, 14 Watt, 1°C, 2 h.

Al termine della precorsa IEF, durante la quale è stato verificato l'instaurarsi del gradiente di pH all'interno del gel mediante controllo con elettrodo di superficie, 50 µL di ciascun campione (in doppio) sono stati caricati su feltrini di cellulosa da 5 mm, e quindi focalizzati durante la corsa IEF. Le bande ottenute sono state colorate mediante colorante Basic Blue® in soluzione acquosa 1:10, decolorate in H<sub>2</sub>O distillata e quindi rilevate mediante densitometro laser ULTRASCAN XL, che ha così fornito per ciascun campione un profilo isoelettroforetico.



Al fine di una valutazione quantitativa delle informazioni derivanti dalla focalizzazione isoelettrica, sono stati considerati sequenzialmente tutti i picchi (corrispondenti a valori di pH crescenti) ed è stata determinata l'area percentuale di ciascun picco elettroforetico, normalizzata al 100%, assumendo cioè che l'area sottesa a tutto il profilo IEF corrisponda al 100%. Nel caso di assenza di picco in corrispondenza di un determinato valore di pH, l'area corrispondente è stata assunta uguale a 0%. Tale elaborazione permette di ottenere un dato quantitativo indipendente dalla concentrazione di sostanza organica focalizzata.

### Risultati e discussione

Esperimento A – In Tabella 1 si riportano i dati relativi alla caratterizzazione quantitativa della sostanza organica dei campioni 1A, 2A, 3A e 4A

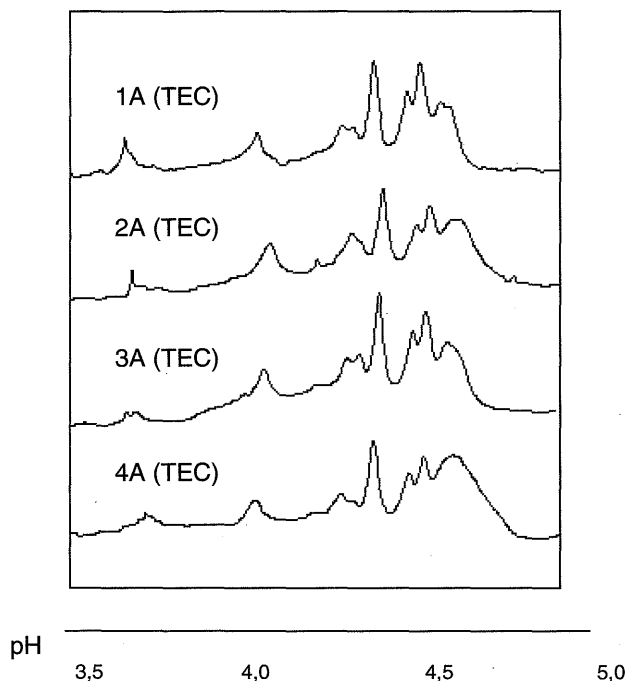
**Tabella 1.** Carbonio organico (TOC), sostanza organica (SO), carbonio estraibile (TEC), carbonio umico e fulvico (HA+FA) e parametri di umificazione (HR, DH e HI) dei differenti campioni di pollina (valori medi di quattro repliche)

	TOC %	SO %	TEC %	C <sub>HA+FA</sub> %	HR %	DH %	HI
Pollina 1A	40,7	70,2	19,5	8,8	21,6	45,1	1,2
Pollina 2A	36,4	62,7	20,9	8,4	23,1	40,2	1,5
Pollina 3A	37,9	65,3	21,8	8,5	22,4	39,0	1,6
Pollina 4A	36,6	63,1	22,0	9,6	26,2	43,6	1,3

Il contenuto in carbonio organico totale (TOC%), nonché il tasso di umificazione (HR%) dei quattro campioni di pollina prelevati durante il processo di stabilizzazione indicano un decremento del contenuto in carbonio organico totale (dovuto alla parziale mineralizzazione della frazione di sostanza organica più labile), parallelamente ad un limitato incremento del valore di HR%.

Al fine di confrontare i dati chimici con le informazioni derivanti dalla focalizzazione isoelettrica, sono state effettuate corse IEF in differenti condizioni operative. A seguito di tali prove, è stato possibile rilevare che, per esaltare le differenze tra i profili elettroforetici della pollina a diversi livelli di stabilità, il range degli anfoliti migliore risulta quello della miscela tra 3,5 e 8,0 con picchi IEF focalizzati esclusivamente tra pH 3,5 e 5,0. Inoltre, tra le concentrazioni utilizzate, i 5 mg<sub>liofilizzato</sub>/100µL è quella che permette la migliore risoluzione delle bande isoelettroforetiche rispetto ad una concentrazione inferiore, che non consente una sufficiente rilevabilità delle bande IEF (troppo chiare), e a quella superiore, la quale causa un rallentamento nella migrazione del materiale organico all'interno del gel, con

conseguente peggiore separazione delle bande. Di seguito, si riportano i profili ottenuti per i quattro campioni di pollina a differente livello di stabilizzazione (Figura 1).



**Figura 1.** Profili IEF della sostanza organica estraibile (TEC) della pollina a differenti livelli di stabilizzazione (1A = 0 g; 2A = 30 gg.; 3A = 90 gg.; 4A = 180 gg.)

E' stato dimostrato che i composti organici maggiormente unificati, che generalmente presentano acidità minore e peso molecolare maggiore, focalizzano a valori di pH più elevati, mentre composti caratterizzati da punti isoelettrici minori (più acidi e di minor peso molecolare) sono riconducibili alle frazioni organiche più labili (Dell'Abate *et al.*, 2002). Dall'osservazione dei differenti tracciati IEF riportati è possibile notare come si verifichi una modificazione dell'ultima parte dei profili stessi, corrispondente ai valori di pH intorno a 4,7. Tale picco infatti aumenta di intensità al procedere del processo di stabilizzazione.

Si riportano quindi in Tabella 2 i valori delle corrispettive aree calcolate per ciascun picco IEF, normalizzate al 100%, in relazione ai quattro prelievi di pollina A.

**Tabella 2.** Aree percentuali dei picchi IEF dei campioni A1, A2, a3 ed A4 (TEC), normalizzati al 100% (valori medi di tre repliche)

pH	3,6	4,0	4,2	4,25	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7
Pollina 1A	4,1	13,6	13,7	5,5	16,2	12,3	15,7	6,7	12,2
Pollina 2A	5,9	15,0	20,6	0	12,9	9,3	8,5	0	24,4
Pollina 3A	1,2	14,4	18,1	6,6	13,8	10,2	11,5	0	24,3
Pollina 4A	0,8	19,3	11,5	0	12,8	10,1	8,7	0	36,9

Come è possibile evidenziare, l'area percentuale dell'ultimo picco focalizzato a pH 4,7 assume valori crescenti in funzione del livello di stabilizzazione della pollina, passando dal 12,2% al 36,9% dell'area totale del corrispettivo profilo. L'aumento dell'area del picco (e quindi della banda elettroforetica) a pH maggiore testimonierebbe l'avvenuta parziale trasformazione della sostanza organica, che attraverso i ben noti processi di polimerizzazione, si caratterizza per una minore acidità ed un più elevato peso molecolare. Il confronto tra i dati quantitativi e quelli qualitativi derivanti dalla IEF sembrerebbe indicare per la pollina considerata, piuttosto che un completo processo di umificazione, un fenomeno di "concentrazione" della frazione di sostanza organica più stabile, ascrivibile alla mineralizzazione di quella maggiormente fermentescibile.

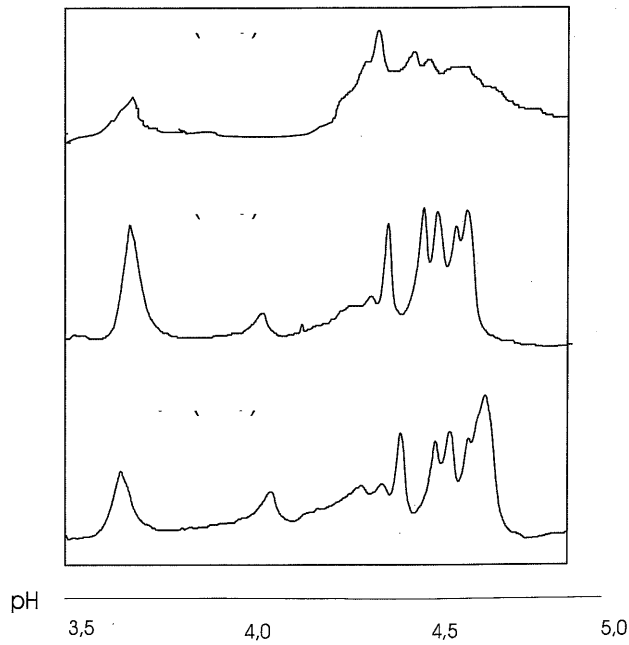
Esperimento B - In Tabella 3 sono mostrati i parametri relativi alla sostanza organica ed alla umificazione dei campioni 1B, 2B e 3B.

**Tabella 3.** Carbonio organico (TOC), sostanza organica (SO), carbonio estraibile (TEC), carbonio umico e fulvico (HA+FA) e parametri di umificazione (HR, DH e HI) dei differenti campioni di pollina (valori medi di quattro repliche)

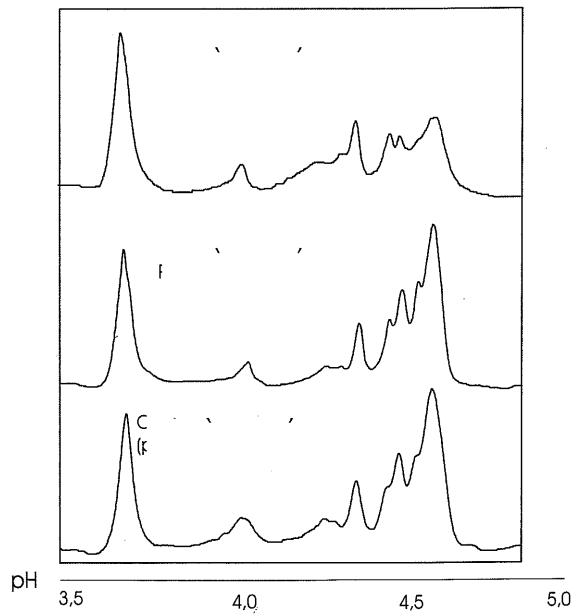
	TOC %	SO %	TEC%	C <sub>HA+FA</sub> %	HR %	DH %	HI
Pollina 1B	36,2	62,4	21,7	11,1	30,6	51,1	1,0
Pollina 2B	40,6	70,0	22,1	12,8	31,4	57,8	0,7
Org. Min. 3B	42,3	72,9	22,9	14,4	34,0	62,8	0,6

Essi confermano la avvenuta stabilizzazione della matrice pollina (aumento dell'HR % e del DH % e diminuzione dell'HI passando dal campione B1 al B2), esaltata nella formulazione dell'organo-minerale contenente la pollina umificata il miscela con altra tipologia di letame (B3).

A fronte di tali dati, si riportano i profili elettroforetici relativi alla sostanza organica estraibile (TEC) (Figura 2) e degli acidi umici e fulvici (HA+FA) purificati dei tre campioni considerati (Figura 3).



**Figura 2.** Profili IEF della sostanza organica estraibile (TEC) della pollina fresca (1B), umificata (2B) e dell'organo-minerale contenente pollina 2B in miscela (3B)



**Figura 3.** Profili IEF degli acidi umici e fulvici (HA+FA) della pollina fresca (1B), umificata (2B) e dell'organo-minerale contenente pollina 2B in miscela (3B)

Dall'osservazione dei tracciati elettroforetici, è possibile notare l'evoluzione della sostanza organica estratta passando dalla pollina fresca a quella umificata, la quale presenta infatti un profilo IEF molto più definito, con picchi ben risolti e focalizzati preferenzialmente in corrispondenza di valori di pH meno acidi (tra 4,3 e 4,7). Tale tendenza si verifica anche nel campione B3, anche se non è possibile ravvisare una somiglianza biunivoca tra il campione di pollina umificata B2 ed il concime organo-minerale contenente la pollina stessa miscelata ad altri letami (B3). I profili ottenuti invece dall'analisi della frazione HA+FA, al contrario, testimoniano non solo l'avvenuta stabilizzazione della sostanza organica nel campione B2 (picchi IEF focalizzati preferenzialmente intorno a pH 4,6-4,7, dal momento che tale frazione comprende solo la sostanza organica più umificata), ma anche una estrema similarità tra il campione B2 ed il campione B3, essendo i profili elettroforetici quasi sovrapponibili.

Ciò è confermato anche dai dati quantitativi, ottenuti secondo il medesimo criterio di normalizzazione delle aree dei picchi IEF già descritto (Tabella 4).

**Tabella 4.** Aree percentuali dei picchi IEF dei campioni B1, B2 e B3 (TEC e HA+FA), normalizzati al 100% (valori medi di tre repliche)

pH (TEC)	3,6	4,0	4,2	4,25	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7
Pollina 1B	16	16,2	0	22	15,6	4,1	15,2	10,7	0
Pollina 2B	16,5	5,9	8,4	5,8	10	12,6	11,7	8,8	20,3
Org. Min. 3B	11,4	8,9	13,6	6,7	9,4	10,2	9,9	6,8	25,2
pH (HA+FA)	3,6	4,0	4,2	4,25	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7
Pollina 1B	30,9	6,9	5,1	7,5	13,5	6,4	7,3	22,4	0
Pollina 2B	23,7	5,4	4,0	2,6	7,8	7,5	11,6	9,1	28,1
Org. Min. 3B	18,7	9,6	4,3	4,1	9,2	3,0	16,3	6,8	31,1

Tali risultati sembrano attestare come, al fine del riconoscimento della presenza di pollina in formulati costituiti da deiezioni in miscela, sia necessario operare una analisi qualitativa della frazione umico-fulvica isolata, anziché su quella estraibile in alcali.

### Conclusioni

I risultati ottenuti in questo lavoro, seppure siano da considerarsi preliminari in quanto svolti su un numero ancora limitato di campioni di pollina, consentono di formulare alcune ipotesi.

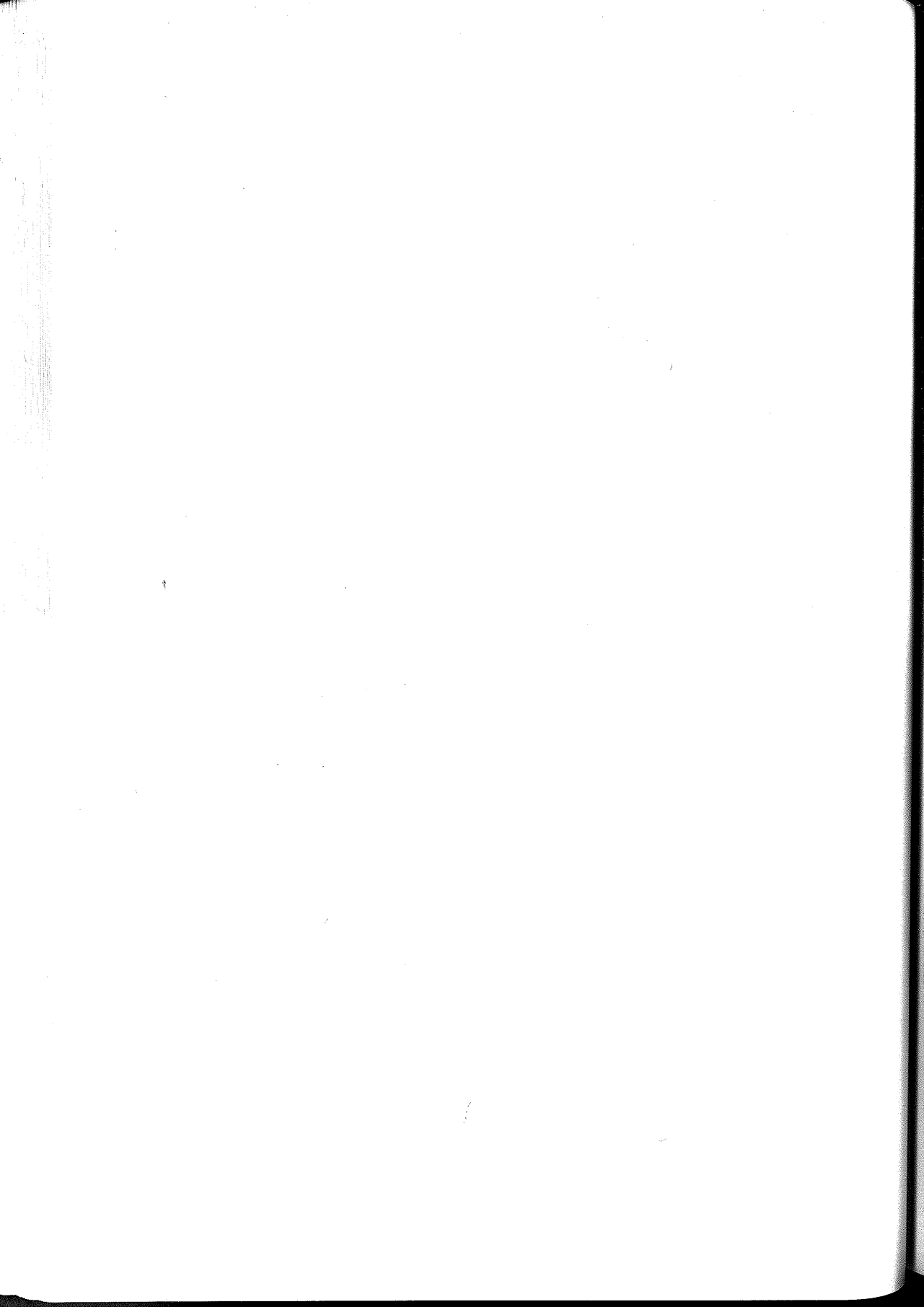
La tecnica della focalizzazione isoelettrica sembra essere in grado di informare efficacemente sul livello di umificazione raggiunto dalla matrice pollina a seguito di un opportuno processo di stabilizzazione aerobia. In effetti, il profilo IEF della frazione di sostanza organica estraibile in alcali di una pollina stabilizzata è facilmente distinguibile da quello di una pollina non trattata. Mentre nella pollina fresca, infatti, esso si presenta come una serie di picchi non ben risolti, nel secondo caso esso si caratterizza per la presenza di nove picchi isoelettroforetici chiaramente distinguibili, l'ultimo dei quali focalizzato a pH 4,7 assumendo, nella pollina umificata, un valore di area percentuale tra 20-30 % rispetto all'area totale sottesa al profilo IEF.

Inoltre, la focalizzazione isoelettrica sembra permettere il riconoscimento della presenza di tale matrice in formulati organici ed organo-minerali complessi, soprattutto in relazione allo studio della frazione umico-fulvica purificata. In tal caso è stata infatti rilevata una corrispondenza praticamente totale tra il profilo IEF degli acidi umici e fulvici della pollina umificata e del corrispondente concime organo-minerale contenente la stessa pollina, elemento che fa presupporre la possibilità di riconoscere tale matrice organica in un fertilizzanti costituiti da miscele di matrici organiche anche molto simili fra loro (letami), come nel caso di quello considerato nel presente lavoro.

### **Bibliografia**

- ALIANIELLO F., DELL'ORCO S., BENEDETTI A., SEQUI P. (1999). Identification of primary substrates in organo-mineral fertilisers by means of isoelectric focusing. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 30(15&16), 2169-2181.
- CANALI S., TRINCHERA A., BENEDETTI A., PINZARI F. (1998). Study of compost maturity by means of humification parameters and isoelectric focusing technique. *Proceedings of 16th World Congress of Soil Science. Symposium 40*, Montpellier 20-26 August (CD-ROM)
- CIAVATTA C. AND GOVI M. (1993). Use of insoluble polyvinylpyrrolidone and isoelectric focusing in the study of humic substances in soils and organic wastes. *J. Chromatogr.* 643, 261-270
- CIAVATTA C., GOVI M. E SEQUI P. (1993). Characterization of organic matter in compost produced with municipal solid wastes: An Italian approach. *Compost Science and Utilization*, 1, 75-81
- CIAVATTA C., GOVI M., BONORETTI G., GESSA C. (1996). "Identification of peat and Leonardite using humification parameters and isoelectric focusing (IEF): a first approach". *Fert. Res.* 44: 225-230.
- CIAVATTA C., VITTORI ANTISARI L. & SEQUI P. (1988). "A first approach to the characterization of the presence of humified materials in organic fertilizers". *Agrochimica* 32: 510-517.
- DELL'ABATE M.T., BENEDETTI A., TRINCHERA A., DAZZI C. (2002). Humic substances along the profile of two Typic Haploxerert. *Geoderma*. 107, 281-296.
- GOVI M., CIAVATTA C. & GESSA C. (1994). Evaluation of the stability of the organic matter in slurries, sludges and composts using humification parameters and isoelectric focusing. *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health*. Senesi S. and Miano T. M. (eds). Elsevier Science, pp. 1311-1316

- GOVI M., CIAVATTA C., VITTORI ANTISARI L. & SEQUI P (1991), "Characterization of humified substances in organic fertilizers by means of analytical electrofocusing (EF). A first approach". *Fertilizer Research*, 28: 333-339.
- S. BACCELLA, A. L. BOTTA, S. MANFRONI, A. TRINCHERA, P. IMPERIALE, M. DEL GALLO, A. LEPIDI (2002). "Use of Actinobacteria in composting of sheep litter." *Microbiology of composting*. Insam H., Riddeck N., Klammer S. (Eds). pp.505-516.
- F. TITTARELLI, A. TRINCHERA, F. INTRIGLIOLO, A. BENEDETTI (2002). "Evaluation of organic matter stability during the composting process of agroindustrial wastes". *Microbiology of composting*. Insam H., Riddeck N., Klammer S. (Eds). pp.397-406.
- TRINCHERA, S. CANALI, A. BENEDETTI (1999). "Valutazione della stabilità di compost di origine agroindustriale mediante focalizzazione isoelettrica". *Atti del "XVII Convegno della Società Italiana di Chimica Agraria"*. Portoferraio (Italia), 29 Settembre-1 Ottobre 1999. Ed. S.T.A.R., 205-213.
-





## *LENTO RILASCIO: PARADIGMA DEL PRINCIPIO DI FERTILIZZAZIONE DEL METODO DI AGRICOLTURA BIOLOGICA*

Vincenzo Vizioli – Presidente AIAB

E' chiaro a tutti ormai, che l'agricoltura biologica non è una tecnica di sostituzione dei concimi e dei principi attivi chimici ma un metodo che ha nella fertilità organica del terreno, uno dei suoi fondamenti inderogabili. Un concetto molto ben sintetizzato in un'affermazione ricorrente, che è quasi lo slogan del bio: "nutrire il terreno per nutrire la pianta".

Quando si affronta la questione fertilizzazione, si parte dall'obiettivo di mantenere ma, più spesso, incrementare la sostanza organica per migliorare, tramite questa, la fertilità fisica, chimica e microbiologica del suolo. Si creano, cioè, le condizioni affinché ci sia la possibilità per i microrganismi terricoli di attaccare e trasformare la sostanza organica presente ed immessa nel suolo che, con la mineralizzazione, libererà elementi nutritivi per le colture. Si creano cioè le condizioni affinché l'apparato radicale delle piante riesca anche a svolgere un ruolo attivo nella mobilitazione degli elementi.

La strategia di fertilizzazione si basa sul bilancio umico e l'integrazione, spesso necessaria anche in quantità significative, di concimazioni con prodotti ammessi, per soddisfare le esigenze specifiche delle colture. Intervento, quello di integrazione con fertilizzanti specifici, che può risultare particolarmente necessario, soprattutto in fase di conversione.

Il ricorso a fertilizzanti esterni all'azienda, pur necessario, dovrà diventare sempre meno imponente e determinante, man mano che ci si avvicina a livelli accettabili di efficienza del metodo biologico. Quindi, anche la scelta dei fertilizzanti utili al raggiungimento degli obiettivi tecnici colturali, non può prescindere dal lavoro sulla sostanza organica, che trova giustificazione proprio nelle funzioni vitali che questa svolge nel terreno.

Operando sistematicamente sulla cura della fertilità organica nel breve periodo ci si potrà meglio concentrare sulla soddisfazione dei fabbisogni specifici delle colture sia a fini produttivi, sia per il miglioramento delle caratteristiche tecniche, nutrizionali ed organolettiche del prodotto finale.

Da questa sintetica spiegazione emerge chiaramente che per chi opera in agricoltura biologica il lento rilascio è la prassi su cui orientare le strategie di intervento. Strategie che, come detto, fanno perno sulle scelte agronomiche in funzione del bilancio umico.

## **Il bilancio umico alla base del piano di fertilizzazione**

Il calcolo del bilancio umico serve a verificare se c'è equilibrio tra la sostanza organica che si mineralizza e quella che potenzialmente si ricostituisce tramite gli interventi agronomici e di fertilizzazione. Per l'agricoltura biologica, questo bilancio tra entrate ed uscite è l'elemento di conoscenza fondamentale per impostare un piano di fertilizzazione di un'azienda. Gli interventi agronomici dell'azienda biologica devono sempre tenere in considerazione l'influenza che avranno sul bilancio umico che, soprattutto in fase di conversione, non può registrare stentati pareggi e tanto meno deficit.

A onor del vero, il sistema di valutazione del consumo e della produzione di sostanza organica, tramite i coefficienti K1 e K2, non è un metodo molto preciso. Per finalità scientifiche, sicuramente non ci si potrebbe accontentare di tale stima, tuttavia per le finalità pratiche dell'agricoltore e del tecnico, è semplice da applicare e più che sufficiente a rivelare una tendenza. (Costantini 1994)

Senza mezzi termini, si deve affermare che: un'azienda che ha il bilancio umico stentato se non addirittura in perdita, non sta facendo agricoltura biologica. Il bilancio umico va considerato un indicatore di efficienza, importante quanto una buona rotazione, alla quale, non a caso, è strettamente collegato e dipendente (Vizioli 2002).

Il processo di umificazione, cioè la costruzione della S.O. stabile, è bilanciato dalla mineralizzazione, cioè la distruzione della stessa. Le parole: distruzione, consumo, perdita, utilizzate per definire la mineralizzazione, rendono bene l'idea di un bilancio fatto di entrate ed uscite, anche se la mineralizzazione è, più correttamente, una ulteriore trasformazione, che mette a disposizione delle colture i nutrienti contenuti nella S.O. Nei tempi legati al ciclo biologico ed alle condizioni pedoclimatiche.

La stabilità dell'humus è, infatti, stabilità relativa (Perelli 1987) in quanto le attività dei microrganismi che traggono nutrimento dall'humus, le attività enzimatiche degli apparati radicali e le attività fisiologiche delle stesse sostanze umiche, ne determinano un costante consumo.

Avviene, quindi, una nuova trasformazione della S.O. in composti inorganici nota come: mineralizzazione. In questa fase c'è un rilascio di elementi nutritivi importante e diverso da quello già avvenuto nella fase di umificazione, perché lento e costante.

Il conteggio non si effettua coltura per coltura ma su base poliennale. Generalmente è corretto fare riferimento alla durata della rotazione

praticata che, neanche a dirlo, influisce in modo determinante sul bilancio stesso, condizionando tutti gli interventi per la gestione del suolo.

Ciò che non arriva dalla capacità radicale e ciò che non è compensato dai residui colturali, lo dovrà essere con mezzi tecnici extra aziendali e quando il "gap" tra necessità e capacità di mobilitare, tra sostanza organica mineralizzata e fabbisogni, è molto elevato, si hanno costi di fertilizzazione che salgono a livelli problematici per i bilanci aziendali.

Una volta di più si conferma il significato di metodo che si dà all'agricoltura biologica: attenzione totale alla gestione agronomica del suolo, delle colture e dell'ambiente.

E' necessario che ci sia la piena convinzione della necessità di lavorare sulla sostanza organica, modificando in questo senso, l'abitudine ad intervenire sul terreno sanando un bisogno impellente e non rimuovendo le vere cause della scarsa disponibilità di nutrienti.

### **Perché ci si basa sul bilancio umico e non su quello dei nutrienti**

Dire che un terreno è fertile quando è ricco di elementi nutritivi è una definizione molto parziale e poco aderente alla realtà, perché la vera fertilità si ha quando un terreno presenta una buona struttura ed una microflora e microfauna diversificata e vitale, capace di trasformare rapidamente la materia organica. (AAVV 2001)

Riconducendo questa definizione, che è presa da un'ordinanza del Governo Federale della Svizzera in merito alla protezione dei suoli dall'inquinamento, alle funzioni che la sostanza organica svolge nel suolo, si comprende ancora meglio il ruolo cardine svolto su struttura, disponibilità dei nutrienti e attività microbiologica di questa, cioè sul ciclo della fertilità.

La diversa impostazione tecnica tra agricoltura convenzionale e agricoltura biologica è sostanziata anche da accurate sperimentazioni. Edwin Scheller 1991), in una pubblicazione intitolata: "Basi scientifiche della concimazione in agricoltura ecologica", raccoglie i risultati di esperimenti trentennali, fatti in diverse stazioni sperimentali della Germania sulla concimazione fosfatica e potassica, ed evidenzia come la capacità delle piante di mobilitare gli elementi nutritivi dai siti di assorbimento del suolo, sia superiore alla possibilità di titolare in laboratorio, quell'elemento nello stesso terreno.

Nelle prove realizzate, gli asporti effettivi di Potassio, calcolati sulla base delle rese ottenute, erano molto superiori al Potassio titolato in laboratorio con soluzioni 1N di acido cloridrico. In alcuni casi, in laboratorio si riusciva a testare, anche solo il 20% del Potassio che le piante sarebbero poi state capaci di utilizzare in quello stesso terreno, dimostrando così una capacità di scambio degli apparati radicali, in condizioni ambientali favorevoli, perlomeno superiore a quella dell'acido cloridrico.

Questa discordanza tra risultati delle analisi e rese ottenute, porta a dedurre che le piante non si procurano le sostanze nutritive solo per mezzo del flusso di massa, dell'intercettazione e della diffusione ma anche in altro modo i cui meccanismi non sono ancora ben chiariti.

Pur non essendo ancora definito scientificamente, né il comportamento della pianta nel suolo, né quali siano le forme degli elementi che le piante sono in grado di mobilizzare, l'esperienza pratica di campo, anche supportata da risultati sperimentali, attesta che la determinazione del fabbisogno di concime, tramite l'analisi per scambio chimico, può essere solo indicativa per il metodo di agricoltura biologica ma non la base di calcolo su cui programmare la fertilizzazione.

Considerare la teoria della restituzione, su cui si fonda la concimazione chimica, non più come regola fondamentale ma come indicazione, significa che nella pratica biologica, cambia radicalmente l'approccio concettuale alla fertilizzazione.

Questa diversità può essere ben rappresentata, ragionando anche su quanto avviene nell'uomo. Se una persona manifesta una carenza di qualche elemento, per esempio Ferro o Calcio, gli vengono prescritti dei prodotti a base di Ferro o Calcio, per apportare in forma facilmente assimilabile dall'esterno, ciò di cui l'organismo ha bisogno. Questo intervento risolve il problema nell'immediato ma non affronta la causa, che risiede generalmente in qualche disfunzione metabolica, visto che normalmente quegli elementi vengono assimilati dall'uomo tramite il cibo.

L'introduzione di prodotti specifici, a base di ferro o calcio, non costituisce il processo di guarigione né, tantomeno, può essere elevato a principio alimentare generale.

Parimenti in agricoltura, di fronte a carenze o rese basse, si interviene aumentando la concimazione con sali solubili, considerando quella che è una cura, come l'unico intervento possibile.

Se è vero, come dimostrano i numerosi dati sperimentali presentati da Scheller, che le piante sono in grado di svolgere una mobilizza-

---

zione attiva degli elementi nel suolo tanto maggiore, per quanto maggiore è l'equilibrio del suolo stesso, per cui la sostanza organica è l'elemento vitale indispensabile, l'unico modo corretto per affrontare i problemi, sta nel ricreare nel terreno le condizioni favorevoli alle piante.

Quindi un lavoro fondato sulla sostanza organica, intervenendo con la concimazione per completare e supportare il processo di nutrizione ma non per surrogarlo.

Mettere in parallelo l'esempio umano e quello agricolo, dove in entrambi i casi, per risolvere il problema serve sostanzialmente rimettere in moto processi metabolici essenziali, ci porta a dire che in agricoltura biologica, il terreno in particolare e l'azienda più in generale, devono essere considerati come un organismo vivente, il cui regolatore metabolico è la sostanza organica. Su l'organismo-azienda, agiscono gli inputs determinati dagli interventi tecnici ed all'organizzazione aziendale.

Con questa impostazione, di fronte ai problemi di una coltura, la domanda principale da porsi per affrontarli correttamente, non è quanto concime devo dare ma quali interventi sono necessari perché si sviluppi quella relazione tra processi chimici e funzioni biologiche, regolata dalla sostanza organica.

Solo dopo aver fatto questo ragionamento per individuare gli interventi necessari, ha veramente senso ragionare sulla quantità di concime da somministrare nell'immediato, anche per risolvere problemi contingenti.

Sotto questo aspetto la concimazione non può che essere una piccola parte della fertilizzazione del terreno e, per questi motivi, in agricoltura biologica non ci sono ricette ma interventi mirati a risolvere i problemi legati alle condizioni pedoclimatiche, per migliorare o riattivare l'elemento vitale della fertilità del suolo: l'humus.

In virtù dei risultati della ricerca svolta e dell'approccio complessivo descritto, Scheller individua nelle condizioni favorevoli, cioè quando la pianta è in grado di operare una mobilitazione attiva degli elementi del suolo e in quelle sfavorevoli, cioè quando la pianta deve nutrirsi esclusivamente delle riserve solubili, i due estremi della variegata realtà di campo dei tanti e molto diversi, organismi aziendali.

Sulla base di queste considerazioni affrontare la fase di conversione cercando di capire qual è il migliore surrogato ammesso dell'urea piuttosto che del perfosfato, è gravemente sbagliato. Non tanto perché operare in base alla teoria della restituzione crea diseconomie tecniche e gestionali paurose, quanto perché non consente di intervenire correttamente su di un orga-

nismo complesso come il terreno, per cui la concimazione è solo un passaggio più o meno rilevante, per il suo metabolismo.

Una cattiva gestione della sostanza organica, problemi di struttura, scarsa attenzione per gli avvicendamenti, un intervento ritardato per il controllo delle infestanti, una semente non idonea all'ambiente o qualitativamente scadente, lavorazioni intempestive, in sintesi, l'errata applicazione dei principi fondamentali della buona pratica agronomica, sono la vera causa del malessere dell'organismo azienda, che porta alla carenza di nutrienti e conseguentemente ai problemi di basse rese.

Una resa bassa, un non raccolto, quasi mai corrisponde ad un risparmio di nutrienti e certamente mai ad un'azione positiva per l'organismo azienda biologica. Anzi si deve aver chiaro che un buon raccolto è il migliore investimento sulla coltura successiva.

Una coltura vitale, trasforma più carbonio ed immette nel terreno più composti contenenti carbonio di una coltura debole. Si può dire che guida i processi del terreno e non li subisce passivamente, anche perché è in grado di operare una mobilitazione attiva di sostanze nutritive, spesso superiori al proprio fabbisogno.

L'immissione di elevate quantità di carbonio, favorisce una corrispondente attività di decomposizione da parte dei microrganismi, che produrrà mineralizzazione di Azoto a favore della coltura che sarà presente su quel terreno, nell'anno successivo.

### **Integrazione con fertilizzanti ammessi**

Una volta chiuso positivamente il conto con il bilancio umico, grazie alle azioni di buona pratica agronomica ed il contributo diretto di: residui colturali, compost aziendale, sovescio, ammendanti organici compostati di provenienza commerciale; l'uso intelligente e mirato dei fertilizzanti ammessi, permette di soddisfare le esigenze specifiche di ogni coltura per raggiungere rese soddisfacenti e migliorare le caratteristiche nutrizionali, organolettiche e tecniche dei prodotti.

Non è certo una contraddizione affermare che, l'operatore biologico non deve accontentarsi di rese basse rispetto alle potenzialità del suo terreno. Come già detto, se è vero che a rese basse corrispondono bassi consumi, è altrettanto vero che corrispondono anche basse restituzioni in residui, insufficienti colonizzazioni del terreno da parte di microrganismi positi-

vi, nonché implicazioni negative sul controllo delle infestanti per scarsa competizione con la flora spontanea. Inoltre il consumo di sostanza organica, cioè il processo di mineralizzazione, anche se agronomicamente gestito, è una trasformazione fisiologica legata alle caratteristiche pedoclimatiche, che porta comunque ad un consumo di sostanza organica.

Anche l'uso di prodotti organici o minerali, tecnicamente impostati sulla presenza di nutrienti, non sfugge alle regole ed ai tempi della corretta gestione agronomica per esaltarne l'efficacia, in quanto, anche questi, necessariamente soggetti all'interazione con il terreno. Unica eccezione, anch'essa però parziale, i prodotti in forma liquida, somministrati per via fogliare.

L'operatore dovrà valutare con attenzione le condizioni climatiche e gli interventi che influenzano i tempi di rilascio nel suo terreno, del prodotto a cui si affida, per determinare periodo e modo di somministrazione, in funzione del ciclo biologico della coltura che ne beneficia.

Un esempio esplicativo è la somministrazione in copertura su cereali a paglia. In questo caso, intervenendo con l'intenzione di sostenere la coltura dalla fase di accestimento, periodo in cui inizia una maggiore richiesta di Azoto (Bonciarelli 1991), i tempi di somministrazione non possono che essere notevolmente anticipati rispetto a quelli "canonici" dell'agricoltura convenzionale. L'anticipo può però non essere sufficiente coincidendo con condizioni di temperatura non ideali per la mineralizzazione dell'azoto organico. Non a caso la fase di accestimento è una fase critica che può determinare differenze sostanziali da una coltivazione convenzionale, se non si interviene con altri accorgimenti tecnici come, per esempio, l'investimento alla semina, la strigliatura e l'accurato studio dei tempi di rilascio del prodotto utilizzato.

Proprio per queste difficoltà oggettive di gestione dei prodotti organici, molti operatori si stanno orientando verso un'unica somministrazione in pre semina, lasciando all'attività microbiologica del terreno il compito di gestire nel migliore dei modi il fertilizzante sia utilizzando prodotti lenti, quali quelli a base di cuoio, cernicchio e cornungia, sia prodotti più rapidi come la pollina.

In agricoltura biologica, è bene aver sempre presente che non esiste il prodotto risolutivo e non si possono chiedere miracoli a qualche quintale di prodotto, quando non si mettono in pratica tecniche agronomiche adeguate, all'interno delle quali va costruita la scelta. Affidare solo al mezzo tecnico la riuscita della coltura equivale ad una cattiva gestione del prodotto anche se tecnicamente valido.

Pure un utilizzo fuori tempo, il mancato o ritardato interramento, la distribuzione approssimativa e disomogenea, un quantitativo troppo li-

mitato o una cattiva conservazione dei prodotti, portano al probabile risultato di azzerarne potenzialità e contributo tecnico.

L'interramento, anche superficiale, di tutti i fertilizzanti organici, è indispensabile per la loro efficacia e non va mai trascurato. Lo spandimento in copertura senza l'aiuto di una sarchiatura, strigliatura o dell'effetto pacciamante dell'erba tagliata, può dimezzare il contributo, se non addirittura, in assenza di piogge ed elevate temperature, vanificare tutto l'investimento. Sapendo che, qualunque sia stato il periodo di somministrazione, tutti gli interventi di ossigenazione del terreno aiutano la mineralizzazione e quindi la disponibilità dei fertilizzanti organici, anche un anticipo della prima sarchiatura, abbina al controllo delle infestanti un utile effetto starter per i prodotti interrati in pre semina.

Essendo i fertilizzanti organici, generalmente commercializzati in forma di pellets o scaglie, ben più consistenti dei microgranuli, attenzione va posta anche alla quantità, per una omogenea copertura del suolo, per evitare che uno scarso investimento sui fertilizzanti si trasformi da risparmio a spreco.

### **Conclusioni**

In conclusione il lento rilascio che caratterizza i prodotti organici, è la situazione tipo con cui si confronta l'agricoltore biologico che ha come riferimento, i tempi del ciclo biologico della sostanza organica.

Il lavoro sulla fertilità organica è condizione indispensabile per realizzare prodotti sani e buoni per chi li consuma e per l'ambiente in cui sono stati realizzati. Tanto più questo lavoro è efficiente tanto più i prodotti organici utilizzati per sostenere le esigenze delle colture e migliorarne le caratteristiche tecniche, organolettiche e nutrizionali, risulteranno efficaci.

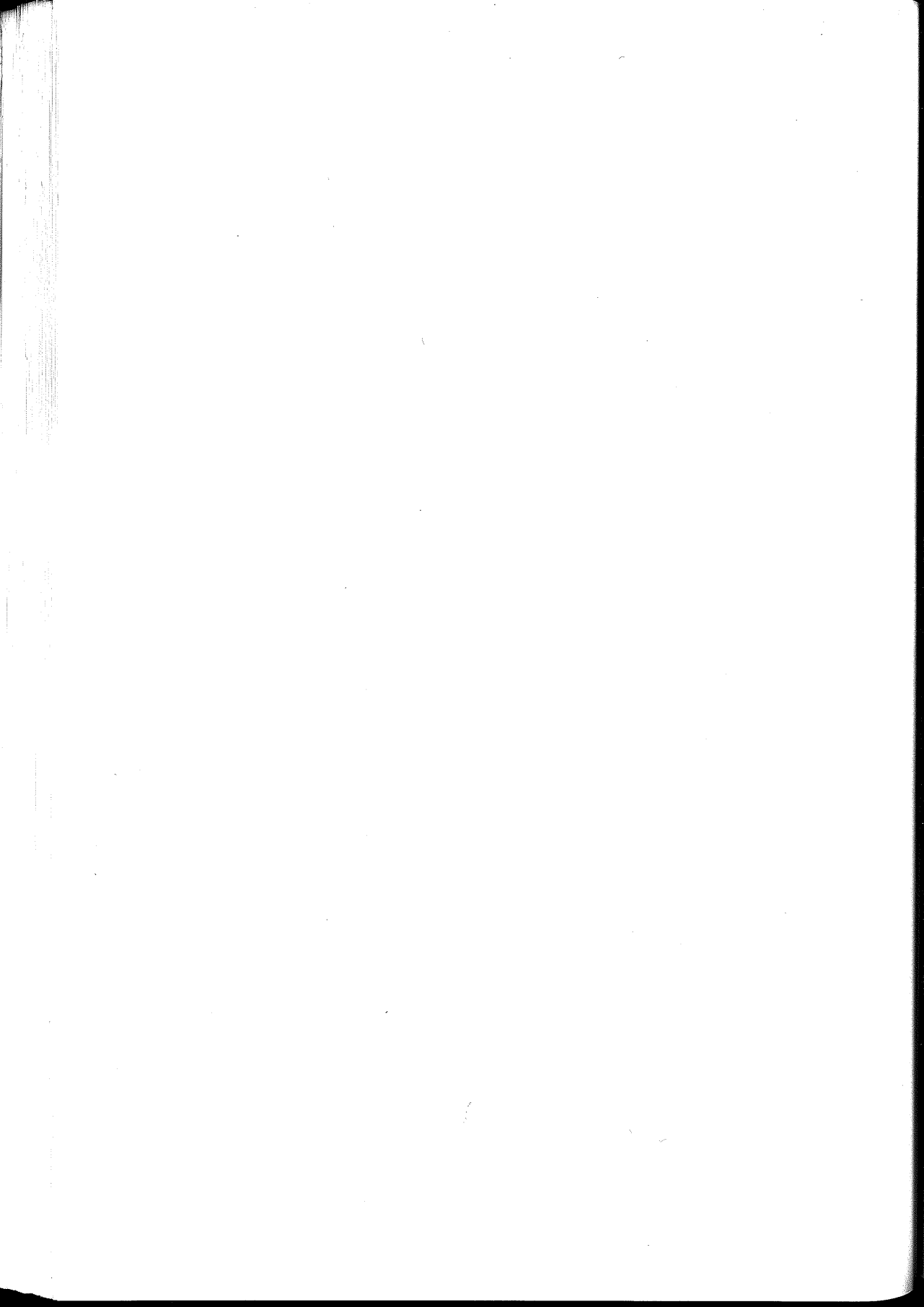
Accorgimenti tecnici sui tempi di somministrazione, con interventi meccanici risultano comunque necessari per gestire i prodotti ed il ciclo della sostanza organica.

Serve comunque uno studio mirato, per ottimizzare l'uso di questi prodotti, che deve essere teso a verificare tempi e modi di intervento che condizionano il rilascio dei nutrienti.



### **Bibliografia**

- AAVV 2001 Il suolo questo sconosciuto UFAFP Berna (CH) pp 2 -15
- BONCIARELLI F. 1991 Coltivazioni erbacee di pieno campo cap. 1 i cereali *Edagricole* pp 21 - 24
- COSTANTINI E. 1994 Speciale sostanza organica, notiziario ERSA *Agricoltura biologica* - pp 3 - 21
- PERELLI M. 1987 La fertilizzazione organica, *Informatore agrario n2/87* pp. 37 - 54
- SHELLER E. 1991 Mobilizzazione attiva delle sostanze nutritive e condizioni che la rendono possibile ed. Gesellschaft zur Forderung goetheanischer Forschung e, V. Dipperez pp.22 - 44 Traduzione di Jorg Wollesen
- VIZIOLI V. 2002 Conversione al biologico, cap 3 la fertilizzazione edizioni AIAB pp 20 - 77
-



## *RICONOSCIMENTO DELLE MATRICI ORGANICHE NEI FERTILIZZANTI*

Marco Govi

Una delle problematiche principali riguardanti il controllo qualità e la repressione delle frodi nei fertilizzanti è costituito dal riconoscimento e dalla caratterizzazione delle matrici organiche impiegate. L'attuale normativa che disciplina la produzione ed il commercio dei fertilizzanti (legge 748/84 e successive integrazioni e modificazioni) permette che vengano commercializzati numerosi fertilizzanti organici e concimi organo-minerali, ma non fornisce, nella maggior parte dei casi, indicazioni sufficienti per il riconoscimento analitico e la caratterizzazione delle matrici organiche. I parametri richiesti dalla attuale normativa, infatti, sono prevalentemente di carattere quantitativo (es. azoto totale ed organico, carbonio organico totale e in qualche caso, parametri di umificazione) e quasi mai qualitativi, ossia impiegando metodiche analitiche che servano alla identificazione di una matrice organica presente in un fertilizzante.

I fertilizzanti che contengono matrici organiche appartengono alle categorie dei concimi organici, concimi organo-minerali, ammendanti organici naturali e ammendanti e correttivi diversi (un solo tipo di fertilizzante).

Da un punto di vista chimico-agrario, queste matrici organiche possono essere suddivise in tre categorie principali:

1. matrici organiche di origine animale aventi natura per lo più proteica (es. cuoio, carniccio);
2. matrici organiche di origine vegetale caratterizzate dalla presenza di materiali proteici e, talora, di altri composti organici quali acidi organici, zuccheri, ecc. (es. borlande, borlande vitivinicole, pannelli);
3. matrici organiche umificate o parzialmente umificate o non umificate a base di residui di origine animale o vegetale e/o di materiali di origine vegetale a diverso grado di umificazione (es. letame, pollina, ammendanti compostati, torbe).

Un metodo analitico che deve essere utilizzato per la caratterizzazione di una matrice organica, deve tenere conto di due importanti aspetti:

- la natura della matrice organica (es, matrice organica proteica di origine animale);
- l'obiettivo primario relativamente al fertilizzante (es. valutare

il livello di stabilizzazione in una matrice organica compostata, oppure riconoscere l'esatta origine di una matrice organica).

La caratterizzazione delle matrici organiche proteiche, ad esempio, può essere effettuata con la finalità di poter riconoscere le matrici organiche di partenza (es: identificazione del sangue secco), ma risulterebbe molto utile se la caratterizzazione potesse fornire informazioni utili per la valutazione del livello qualitativo del prodotto (es. caratterizzazione delle dimensioni molecolari dei componenti in un idrolizzato proteico).

La caratterizzazione delle matrici organiche umificate o in via di umificazione deve essere effettuata principalmente con lo scopo di valutare il reale livello di umificazione delle sostanze organiche utilizzate senza necessariamente voler distinguere in modo rigoroso l'origine del materiale impiegato (occorre poter verificare che un materiale organico dichiarato come "compostato, maturato o umificato" lo sia effettivamente). In alcuni casi, tuttavia, può risultare molto importante disporre di una metodica analitica per riconoscere la matrice organica di partenza (es. estratti umici).

La caratterizzazione delle matrici organiche nei fertilizzanti può essere effettuata, in funzione della matrice organica considerata, avvalendosi di tecniche analitiche qualitative e quantitative quali, ad esempio, l'elettrofocalizzazione analitica (EF), l'isoelettrofocalizzazione capillare (CIEF), l'elettroforesi capillare zonale (CZE) la spettrofotometria in UV-Vis.

Qui di seguito si riportano alcuni esempi relativi a metodiche analitiche quali-quantitative che possono essere utilizzate con successo per la caratterizzazione delle matrici organiche nei fertilizzanti.

### **Determinazione dei parametri di umificazione quantitativi nei fertilizzanti organici**

La determinazione del grado e del tasso di umificazione, oggi viene effettuata utilizzando una metodica analitica ufficiale che prevede la separazione delle varie frazioni di sostanze umiche sulla base di principi di solubilità e attraverso l'impiego di tecniche cromatografiche (Fig. 1). L'applicazione di questa metodica analitica a fertilizzanti contenenti composti organici diversi da quelli delle sostanze umiche (es. proteine), può portare ad artefatti (una proteina potrebbe essere valutata come acido umico) con conseguente sovrastima dei parametri di umificazione. Questo problema è stato evidenziato in un lavoro pubblicato da Ciavatta *et al.* (1990) dove si mostrava come concimi organici privi di sostanze umiche come il cuoio idro-

lizzato o il sangue secco potevano essere caratterizzati come composti umificati (Tab. 1). Nello stesso lavoro gli autori hanno proposto una modifica al metodo di analisi dove si cerca di eliminare il maggior numero di interferenze possibili effettuando una idrolisi enzimatica della sostanza organica estratta con impiego di enzimi del tipo proteasi, lipasi e lisozima ed evitando che composti del tipo lipidi e proteine possano diventare insolubili in ambiente acido ed essere valutati come acidi umici (Tab. 1).

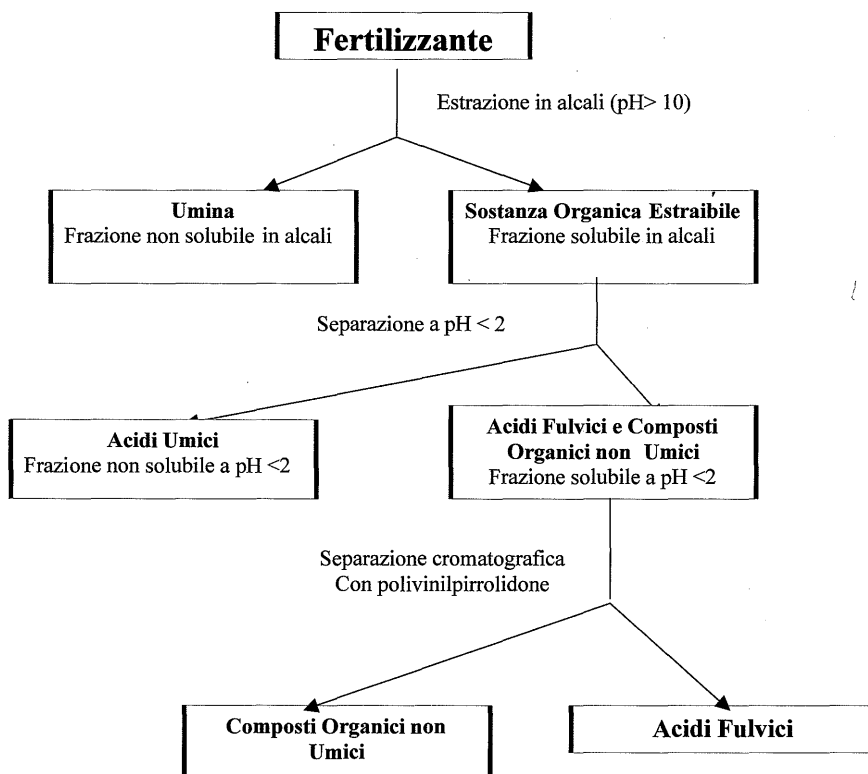


Figura 1. Frazionamento della sostanza organica di un fertilizzante

Tabella 1. Grado e tasso di umificazione in fertilizzanti organici ottenuti con e senza idrolisi enzimatica della sostanza organica estratta. Da Ciavatta et al. (1990)

Fertilizzante organico	Grado di umificazione	Tasso di umificazione	Grado di umificazione dopo idrolisi enzimatica	Tasso di umificazione dopo idrolisi enzimatica
Cuoio idrolizzato	17,5%	14,7%	9,5%	8,2%
Sangue secco	57,0%	53,7%	0,0%	0,0%
Farina di carne*	28,4%	24,8%	15,1%	13,6%

## Valutazione qualitativa della sostanza organica umificata

La valutazione qualitativa di un materiale umificato non può solo essere di ordine quantitativo, ma anche qualitativo. La valutazione di un materiale organico compostato attraverso i parametri di umificazione, ad esempio, fornisce indicazioni utili sulla quantità di sostanze umiche presenti, ma non dà informazioni sulla qualità di queste e sul livello effettivo di stabilizzazione della sostanza organica (parametri essenziali per la valutazione della capacità fertilizzante del prodotto). In Figura 2 viene riportato un esempio di un materiale organico dove la maturazione è stata seguita sia con parametri di umificazione che con separazione della frazione organica con la tecnica dell'elettrofocalizzazione (una tecnica analitica qualitativa che si è mostrata particolarmente idonea per la valutazione qualitativa della sostanza organica umificata e per il riconoscimento di diverse matrici organiche).

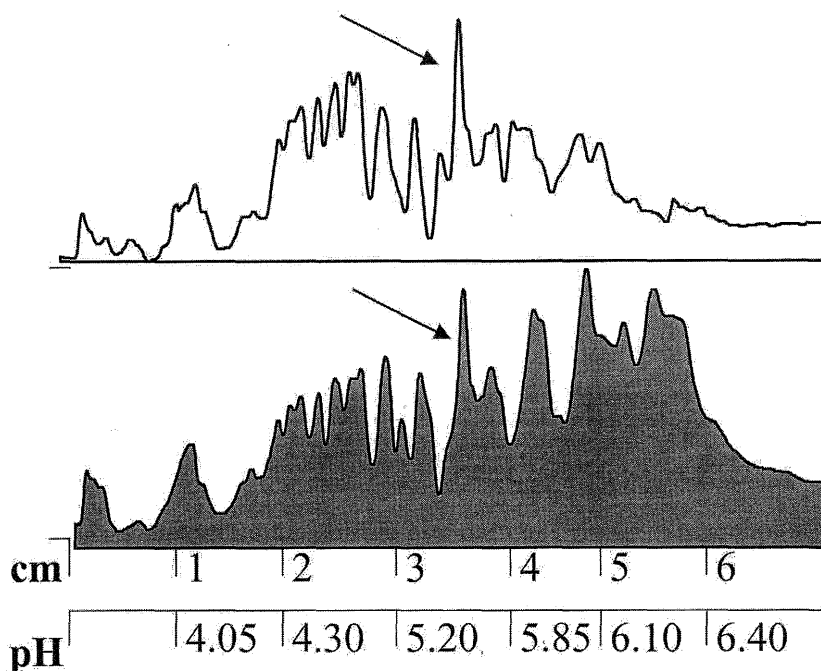
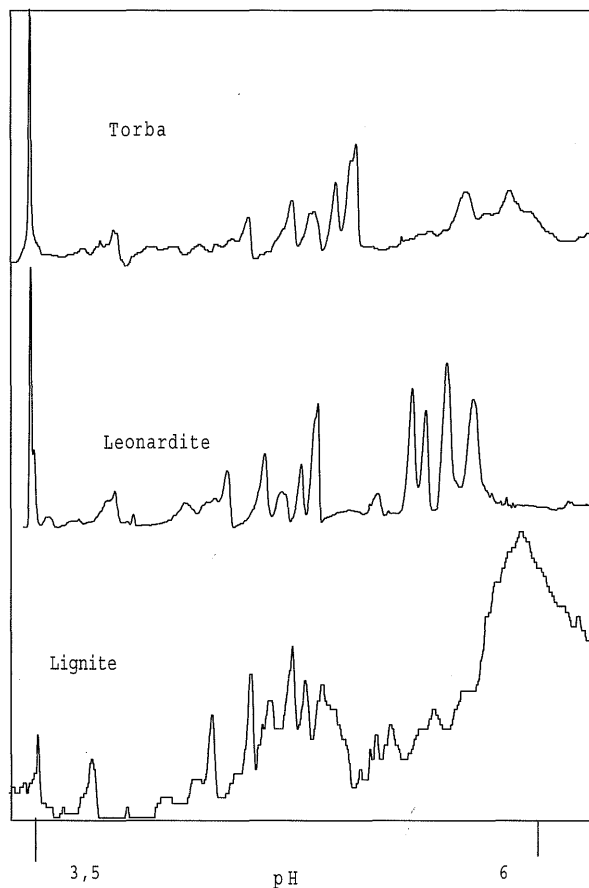


Figura 2. Elettrofocalizzazione di rifiuti di origine animale non maturati (profilo in alto) e dopo 120 giorni di maturazione (profilo in basso). Si noti la differenza fra i due profili nella regione a destra del picco indicato con una freccia. Da Ciavatta *et al.* (1995)

### Riconoscimento di torba, leonardite e lignite in fertilizzanti ed estratti umici

Torba, lignite e leonardite sono le più comuni matrici organiche provenienti da residui di origine vegetale in via di fossilizzazione. Tutte presentano elevati livelli di umificazione, tuttavia si differenziano per un diverso livello qualitativo dell'umificazione e, di norma, anche per un diverso costo commerciale. Applicando una metodica appositamente studiata di elettrofocalizzazione (Ciavatta *et al.* 1996a, Ciavatta *et al.* 1996b), è oggi possibile distinguere con sicurezza torba lignite e leonardite in un fertilizzante solido o in un estratto umico. In figura 3 vengono riportati tre esempi di profili di elettrofocalizzazione di estratti umici da torba, leonardite e lignite. È possibile notare le differenze fra i tre profili soprattutto nelle regioni corrispondenti ai più elevati valori di pH.



**Figura 3.**  
Elettrofocalizzazione  
di estratti umici  
da torba, leonardite e  
lignite. Si notino le  
differenze fra i profili  
nelle regioni indicate  
con le frecce.  
Da Ciavatta *et al.*  
(1996b)

## Riconoscimento di sangue nei concimi organici ed organo-minerali

Il sangue è una matrice organica molto ricca in proteine (80-90% nelle farine di sangue) e con elevata efficacia fertilizzante. Una delle caratteristiche principali del sangue è la presenza di ferro (0,2-0,3% nelle farine di sangue) principalmente in forma legata ad una protoporfirina: il gruppo eme. Un metodo analitico molto semplice (Ciavatta *et al.* 1996c), basato sull'analisi spettrofotometrica del gruppo eme, permette di identificare la presenza di sangue sia nei concimi organici che nei concimi organo-minerali anche in presenza di altre matrici organiche unificate o non unificate (Fig. 4).

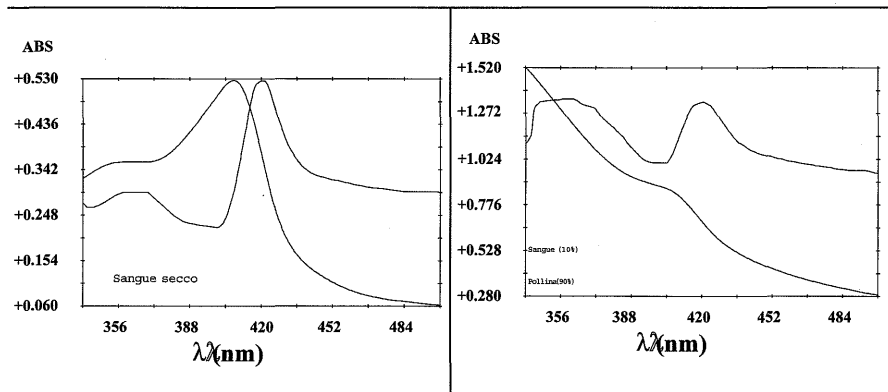


Figura 4. Spettri ottenuti nella regione del visibile e relativa curva della derivata prima di un campione di sangue secco e di una miscela con pollina.

Si noti il picco netto della derivata prima rilevabile a 421 nm.

Da Ciavatta *et al.* (1996c)

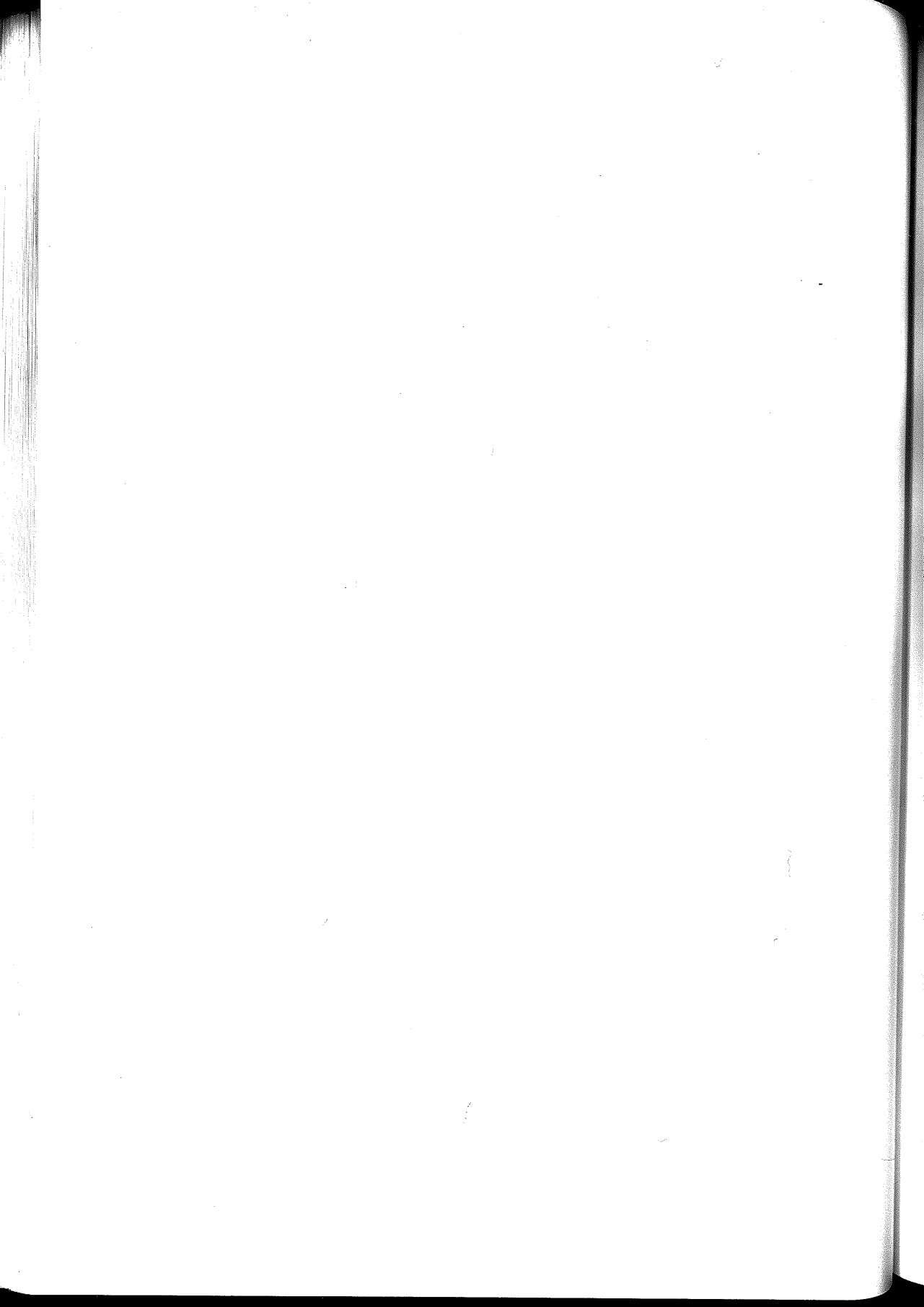
## Conclusioni

La caratterizzazione ed il riconoscimento delle matrici organiche nei fertilizzanti è molto importante sia per la valutazione qualitativa dei prodotti che per il controllo e la repressione delle frodi. L'impiego di metodiche analitiche qualitative può essere di molto aiuto nella caratterizzazione dei fertilizzanti organici e nei concimi organo-minerali. L'applicazione di metodiche analitiche qualitative può essere effettuata sia per l'identificazione delle matrici organiche che per la valutazione qualitativa dei fertilizzanti.



**Bibliografia**

- CIAVATTA C., GOVI M., VITTORI ANTISARI L. E SEQUI P. (1990) An enzymatic approach to the degree of stabilization of organic carbon in fertilizers. *Fert. Res.* 25: 167-174.
- CIAVATTA C., GOVI M., SITTI L., E GESSA C. (1995) Evaluation of the stabilization level of pig organic waste: influence of humic-like compounds. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 26 (3 & 4): 425-439.
- CIAVATTA C., GOVI M., BONORETTI G. E GESSA C. (1996a) Identification of peat and leonardite using humification parameter and isoelectri focusing (IEF). A first approach. *Fert. Res.* 44: 225-230.
- CIAVATTA C., GOVI M., SITTI L., CAVANI L. E GESSA C. (1996b) Riconoscimento e caratterizzazione di matrici organiche nei fertilizzanti. *Atti XIV Convegno Internazionale della Società di Chimica Agraria. Rimini, 25-27 settembre.* 105-112.
- CIAVATTA C., GOVI M., SITTI L., E GESSA C. (1996c) Identification of blood meal in fertilizers. *Fert. Res.* 44: 249-253.



## *IMPORTANZA DEI CONCIMI ORGANICI NELL'AGRICOLTURA ITALIANA*

Franco Tettamanzi

Unionchimica-Agrochimica

La presente relazione che il sottoscritto si appresta ad illustrare è stata preparata su incarico del comparto "Fertilizzanti", un'entità associativa che opera nell'ambito di UNIONCHIMICA, gruppo Agrochimica aderente alla CONFAPI.

Mi sia consentito pertanto, prima di entrare nel merito dell'argomento specifico, di soffermarmi brevemente nell'illustrare l'origine e gli scopi di tale istituzione alla quale anche la mia azienda aderisce.

L'Associazione in parola è costituita essenzialmente da Società di piccole e medie dimensioni denominate per l'appunto piccole e medie industrie (PMI), che operano nel settore della fertilizzazione delle piante agrarie in via esclusiva o prevalente.

Nel panorama nazionale le piccole e medie industrie rappresentano una voce minore dal punto di vista quantitativo, ma molto importante da un punto di vista qualitativo.

Dal canto suo Unionchimica-Agrochimica si pone lo scopo di raccogliere le istanze di queste industrie, unire le competenze e le esperienze, informare, avanzare proposte concrete anche attraverso la modifica delle attuali normative in modo da favorire il miglioramento e il progresso tecnologico del settore.

Caratteristica fondamentale di queste aziende è quella di essersi orientate, con il contributo della ricerca, verso la produzione di una categoria di preparati che, per le loro peculiari proprietà, possono essere definiti "speciali".

Tale caratteristica rappresenta, senza alcun dubbio, un'importante risorsa sia tecnica che economica per il Paese, in particolare dopo che gli impianti di produzione dei concimi chimici di sintesi delle storiche imprese italiane hanno chiuso i battenti lasciando spazio ai grossi complessi internazionali che, di fatto, hanno creato una situazione di monopolio.

Oggi, infatti, l'elemento qualificante del mercato italiano dei fertilizzanti è rappresentato dalla presenza in larga misura di concimi chimici a base degli elementi principali della fertilità (N-P-K) la cui produzione è opera di imprese estere (alcune aventi le unità produttive in Paesi apparten-

ti alla Comunità Europea, altre in Paesi extracomunitari), che di conseguenza possiedono un'elevata partecipazione del mercato nazionale.

Tuttavia, il territorio italiano, essendo caratterizzato da un'ampia eterogeneità di situazioni dovute essenzialmente a fattori climatici, ambientali e pedologici, presenta un'agricoltura variegata, ricca di specificità e tradizioni ove la qualità riveste un ruolo di rilevante importanza.

E' fuori di dubbio però che per ottenere produzioni di elevata qualità le colture debbano essere nutrite in modo adeguato e particolareggiato seguendo, cioè, regole che non possono essere generalizzate e ritenute valide in tutto il territorio.

E' pertanto in questo contesto che, nonostante difficoltà obiettive di varia natura, hanno trovato e trovano spazio di vita centinaia di unità operative di piccole e medie dimensioni, perché più congeniali nell'affrontare problematiche specifiche relative alla nutrizione delle colture nelle diverse situazioni ambientali.

E sono proprio le doti creative, di inventiva e flessibilità che caratterizzano le piccole e medie industrie, a fornire quel contributo tecnologico necessario a far emergere spinte innovative, più o meno di nicchia, di cui l'agricoltura italiana ha bisogno.

La capacità di saper cogliere le evoluzioni che si producono nel corso del tempo in tutti i processi produttivi e quindi anche nel campo della fertilizzazione vegetale ha così portato a sviluppare tutta una serie di nuovi preparati meglio noti come "concimi organici", "concimi organo-minerali" e, ancora, "ammendanti e correttivi" nel cui ambito sono pure riscontrabili prodotti con attività biostimolante, curativi di fisiopatie specifiche, cosmetica e quant'altro.

Certamente queste innovazioni hanno contribuito in maniera sensibile al miglioramento delle tecniche di concimazione, ed hanno consentito in modo particolare a determinare la riduzione dell'impiego dei tradizionali concimi chimici di sintesi a vantaggio dei fertilizzanti a minor impatto ambientale costituiti da sostanze umiche, idrolizzati proteici, compost, torbe, nonché al miglioramento dell'efficacia degli stessi concimi chimici allorché questi ultimi sono associati ai primi.

E' dunque un bene che questa peculiare attività della piccola e media impresa, talora integrata per esigenze economiche con altri comparti sempre inerenti alla fornitura dei mezzi di produzione per l'agricoltura, non vada dispersa ma, anzi, trovi incentivazioni adeguate nell'ambiente economico e politico, tenuto conto altresì della significativa capacità ad assorbire

manodopera, sia generica, sia specializzata destinata comunque ad una crescita professionale ad ogni livello.

### **I concimi organici: validità e consumi**

L'avvio del cambiamento nelle tecniche di concimazione delle colture agrarie con il ritorno all'impiego dei concimi a matrice organica ha connotati precisi di riferimento nel corso della storia recente dell'agricoltura italiana.

Nell'immediato dopoguerra agricoltura e zootecnia costituivano ancora attività fortemente complementari nella formazione del reddito dell'impresa agricola ed il letame, prodotto in abbondanza, veniva reimpiegato nella concimazione delle colture come principale se non come esclusiva fonte di fertilizzazione aziendale.

Successivamente, con il mutamento delle condizioni economiche e sociali del mondo rurale, agricoltura e zootecnia si sono via via separate e l'avvento dei concimi chimici di sintesi ha progressivamente sostituito la tecnica della concimazione organica basata sull'impiego del letame o di altri tipi di stallatico.

In effetti i concimi chimici di sintesi, unitamente a tante altre novità nel settore agronomico, hanno portato in breve tempo ad un incremento notevole della produzione agricola tanto che, negli anni a seguire, si era maturata la convinzione che la concimazione organica potesse essere considerata non più necessaria nella "moderna" agricoltura.

Sono però bastati pochi anni per rendersi conto del contrario.

Con l'inevitabile impoverimento del contenuto in sostanza organica dei terreni agrari sono infatti emerse problematiche, connesse con le proprietà fisico-chimiche dei terreni stessi e alla nutrizione delle piante, del tutto inaspettate e che in un primo momento sembravano inesistenti.

Numerosi lavori di ricerca, effettuati da diversi istituti, non hanno tardato a dimostrare le insostituibili funzioni agronomiche e nutrizionali della sostanza organica del terreno ed in particolar modo delle sostanze umiche.

Per colmare questa lacuna e venire quindi incontro alle esigenze sempre maggiori da parte dell'agricoltura, specie di quella ad elevata intensità produttiva, di disporre di fertilizzanti contenenti sostanza organica l'industria chimica mondiale, ma soprattutto nella fattispecie quella italiana,

si sono prontamente attivate. La risposta al problema è stata celermente soddisfatta con la messa a disposizione di concimi di varia natura e composizione del tutto rispondenti allo scopo.

Scopi che, come abbiamo riferito poco più sopra, sono stati quelli di :

- ridurre l'impiego dei concimi chimici
- incrementarne la resa e l'affidabilità
- ottenere risultati qualitativi nella produzione agraria altrimenti non ottenibili con il solo impiego dei fertilizzanti chimici.

I dati sui consumi dei concimi in Italia negli anni più recenti, riportati in tab. 1, ne sono una conferma.

A partire dagli anni '80 il ricorso ai concimi di matrice organica ha avuto un trend in continua crescita sia pure in ciò favorito dalle disposizioni comunitarie in materia di salvaguardia ambientale entrate in uso a partire alla metà degli anni '90, mentre in parallelo si è registrato un decremento del consumo dei concimi chimici.

**Tabella 1.** Consumo dei concimi in Italia negli anni più recenti espresso in t  
(fonte Istat)

<b>categoria</b>	<b>1993</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
- azotati	1.988.370	1.510.010	1.548.280
- fosfatici	425.040	323.630	322.970
- potassici	235.330	166.440	168.660
- composti	1.925.660	1.545.900	1.513.940
<i>totale minerali</i>	<i>4.574.400</i>	<i>3.545.980</i>	<i>3.553.850</i>
organo minerali	224.950	383.720	381.960
organici	n.d.	234.930	262.730
<i>totale organici st.</i>	<i>300.000</i>	<i>618.650</i>	<i>644.690</i>
<b>totale complessivo</b>		<b>4.164.630</b>	<b>4.198.540</b>

Il raggiungimento di tali risultati, così favorevoli, è dunque sostanzialmente da mettere in relazione alle capacità dell'industria locale di produzione dei fertilizzanti di aver saputo sfruttare adeguatamente le proprietà della sostanza organica al fine di ottimizzare l'efficacia delle tecniche di concimazione.

Infatti, tra le altre prerogative, di cui i fertilizzanti organici prodotti oggi in Italia possono fregiarsi, vi è quella di aver permesso di disporre di concimi a base di macro e microelementi stabili ed utilizzabili da parte delle piante, anche se impiegati in terreni con caratteristiche non favorevoli alla disponibilità degli elementi nutritivi apportati.

Ne sono un esempio i concimi organo-minerali contenenti fosforo e sostanze umiche, i quali presentano caratteristiche accertate di disponibilità degli elementi nutritivi nel tempo molto superiori ai corrispondenti concimi chimici.

Inoltre l'impiego di matrici organiche umificate o non umificate, ma comunque tese ad avvantaggiarsi delle proprietà fisiologiche della sostanza organica dirette alla liberazione di proteine e aminoacidi, ha permesso di ottenere prodotti con caratteristiche non riscontrabili nei concimi chimici di sintesi, quali ad esempio le proprietà biostimolanti sui processi vitali delle piante.

### **La legislazione in materia**

La produzione ed il commercio dei fertilizzanti in Italia è disciplinata dalla legge 748/84 e successive modificazioni e integrazioni, che inquadrano numerose categorie di fertilizzanti contenenti sostanza organica.

Solo però alcuni di questi appartengono alla categoria dei concimi organici (gli altri sono ammendanti) e come tali possono essere impiegati nella produzione di concimi organo-minerali.

A questa regola fa eccezione soltanto la torba che pur essendo un ammendante può essere ugualmente utilizzata nella preparazione dei concimi organo-minerali in virtù del suo contenuto in sostanze umiche.

Tra i possibili concimi organici disciplinati dalle normative di legge vigenti non sono molti, tuttavia, quelli che effettivamente vengono impiegati dall'industria italiana nella produzione dei fertilizzanti commerciali. Si tratta di:

- pelli e cuoio
- carniccio fluido
- borlanda essicata
- sangue secco
- letame essicato
- pollina essicata

Questi concimi organici, per la maggior parte, sono caratterizzati dall'aver una composizione ad elevata componente proteica e pertanto vengono impiegati con lo scopo di portare azoto organico al terreno. Un

aspetto molto importante di questo gruppo di concimi è che l'azoto organico in essi contenuto, in funzione della matrice organica, può dare origine nel terreno a rilasci dell'azoto stesso in tempi più o meno lunghi fungendo così da concime azotato a lenta cessione.

E' oltremodo interessante segnalare che i tempi di rilascio dell'azoto, pur non essendo prevedibili, perché influenzati dagli elementi climatici e dai microrganismi del terreno, sono più regolari e più costanti, come è dimostrato sperimentalmente, allorchè si tratta di azoto organico di origine vegetale e animale, piuttosto che di azoto organico ottenuto con processo industriale di sintesi.

Fra tutti i concimi organici previsti dalla legge, solo il letame essiccato è costituito da una matrice organica contenente sostanze umiche (in teoria anche la pollina potrebbe contenere sostanze umiche, ma le operazioni di compostaggio della pollina sono alquanto complicate dalla emissione di odori).

Da ciò deriva che per i concimi organo-minerali l'effetto positivo che le sostanze umiche possono esercitare nei confronti degli elementi nutritivi in essi contenuti sono evidenziabili soltanto quando la matrice organica è riconducibile al letame o alla torba.

E' questo aspetto ha una notevole importanza pratica sia per il produttore di fertilizzanti sia per l'utilizzatore finale.

### **Proposte migliorative**

Da quanto sopra esposto appare quanto mai utile sotto il profilo agronomico potere disporre di concimi organo-minerali contenenti sostanze umiche provenienti da diverse matrici organiche e, a tal fine sarebbe auspicabile che alcune di queste matrici organiche potessero essere riprese dall'elenco degli ammendanti organici naturali riportati negli allegati della legge.

E' però comprensibile che la soluzione del problema non può essere così immediata.

Esistono al riguardo diverse questioni da affrontare e da risolvere, tra le quali in primo luogo la messa a punto di metodiche analitiche in grado di determinare l'origine delle matrici organiche presenti in un concime.

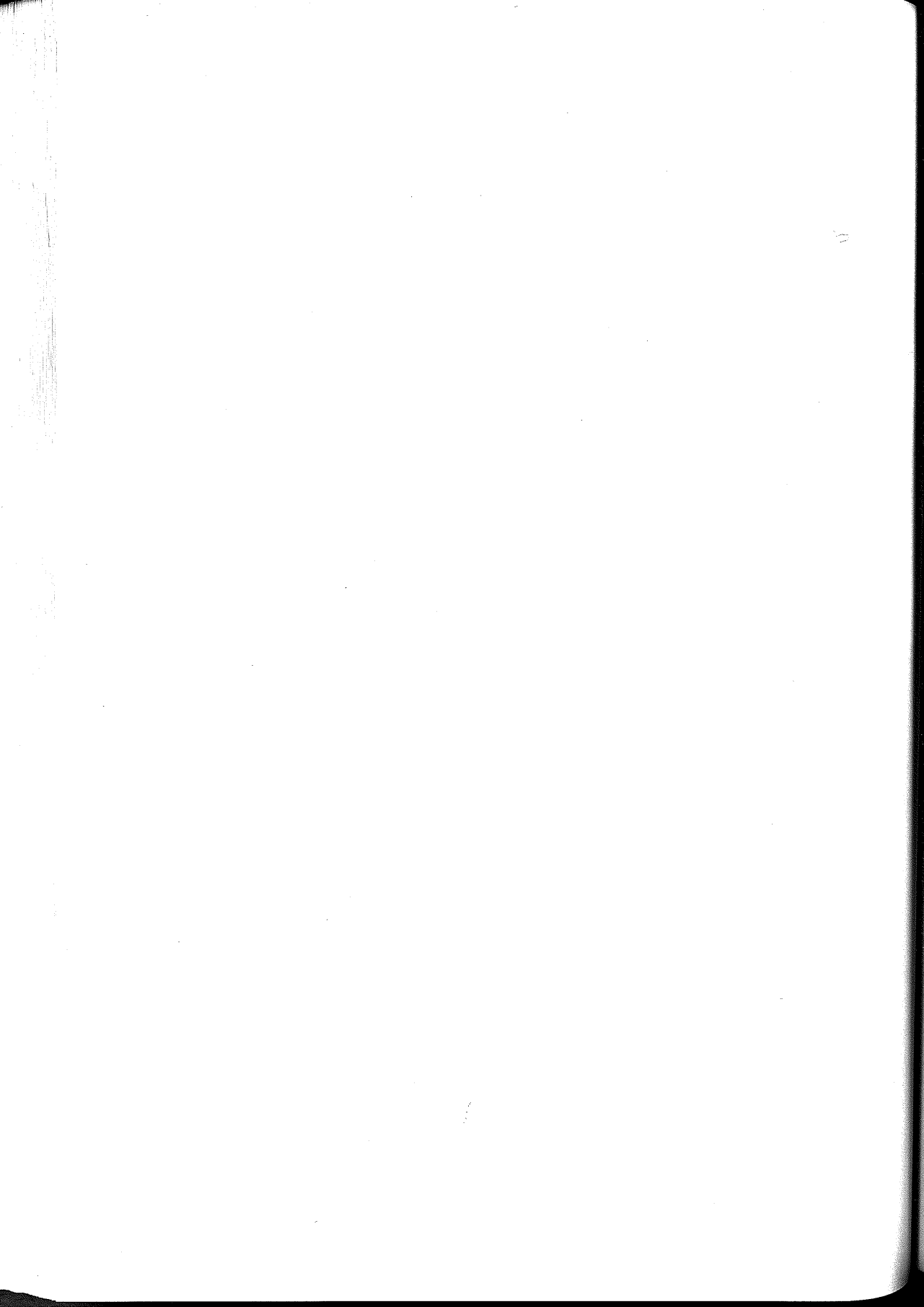
Si tratta di un obiettivo non facile e non semplice da perseguire, ma, visti i risultati ottenuti sino ad oggi dalla ricerca scientifica, siamo convinti che con un lavoro di ricerca mirato si potrebbe ottenere i risultati voluti in tempi relativamente brevi.

---



Un altro argomento di valutazione da non trascurare è l'esame dei risultati a cui ha portato la ricerca chimica-agraria relativamente alla validità delle funzioni agronomiche esercitate da numerose matrici organiche provenienti da biomasse oggi considerate di scarto, ma in realtà potenzialmente molto utili per l'agricoltura (residui di lavorazione delle agroindustrie).

Ci si augura che i risultati di queste ricerche possano presto trovare utili applicazioni pratiche con beneficio non soltanto dell'attività agricola, ma anche di altri settori produttivi e segnatamente della comunità civile.



## *IL COMPOST NELLA FERTILIZZAZIONE ORGANICA*

Marco de Bertoldi

Dipartimento di Microbiologia Industriale, Università di Udine

Il compost è il prodotto di un processo di bioossidazione microbica, operato in condizioni controllate, aventi come matrice di partenza miscele diverse di sostanze organiche biodegradabili. Prerequisito essenziale per le matrici di partenza è l'assenza o il livello molto basso di molecole organiche e inorganiche tossiche. Esse devono essere presenti a livelli inferiori a quelli prescritti dalla legislazione nazionale. Le matrici di partenza usate per il compostaggio possono essere molte: frazione organica da raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani, rifiuti da giardino, rifiuti forestali, rifiuti agricoli (sia deiezioni zootecniche sia residui o surplus agricoli), residui dell'industria alimentare, rifiuti organici industriali non tossici, fanghi di depurazione delle acque, ecc. E' importante che la miscela effettuata con queste matrici abbia una composizione chimica e fisica compatibile con il processo di compostaggio. Il compostaggio si può operare con sistemi industriali diversi. Bisogna che il sistema impiegato operi un processo controllato in modo tale che il prodotto finito (compost) risulti di elevata qualità: stabilizzato biologicamente e parzialmente humificato, igienizzato e non più fitotossico ma benefico per la crescita delle piante. Onde garantire all'utente che questi requisiti siano rispettati, sia nel processo che nel prodotto, sarebbe opportuno che gli impianti di compostaggio effettuassero la certificazione di qualità. Le aziende produttrici di compost possono fornire il loro impianto e i loro prodotti dei marchi di qualità specifici ISO 9002, ISO 14000, EMAS e ECOLABEL.

I 15 Paesi dell'Unione Europea avrebbero un potenziale d'uso di compost (considerando solo il 6% dei terreni arati) di 50 milioni di T/anno. Si tenga presente che molti di questi Paesi, in particolare quelli dell'area Mediterranea, hanno terreni molto poveri in sostanza organica sia per il depauperamento ormai operato da moltissimi anni, sia per le condizioni climatiche e geografiche in cui si trovano. Attualmente si producono nei Paesi dell'Unione Europea 6 milioni di tonnellate di compost, mentre la produzione potenziale è di 30 milioni di tonnellate anno.

Il compost, considerata la sua particolare composizione, non è solo un fertilizzante organico ma anche un ottimo emendante della struttura fisica del suolo. Esso inoltre contribuisce parzialmente alla concimazione chimica per il suo contenuto in azoto, fosforo e potassio. Per quanto riguarda il suo contenuto in azoto, esso può variare da 1 a 3% con valori medi attorno a 1,5%. Nel compost l'azoto è prevalentemente in forma organica. La

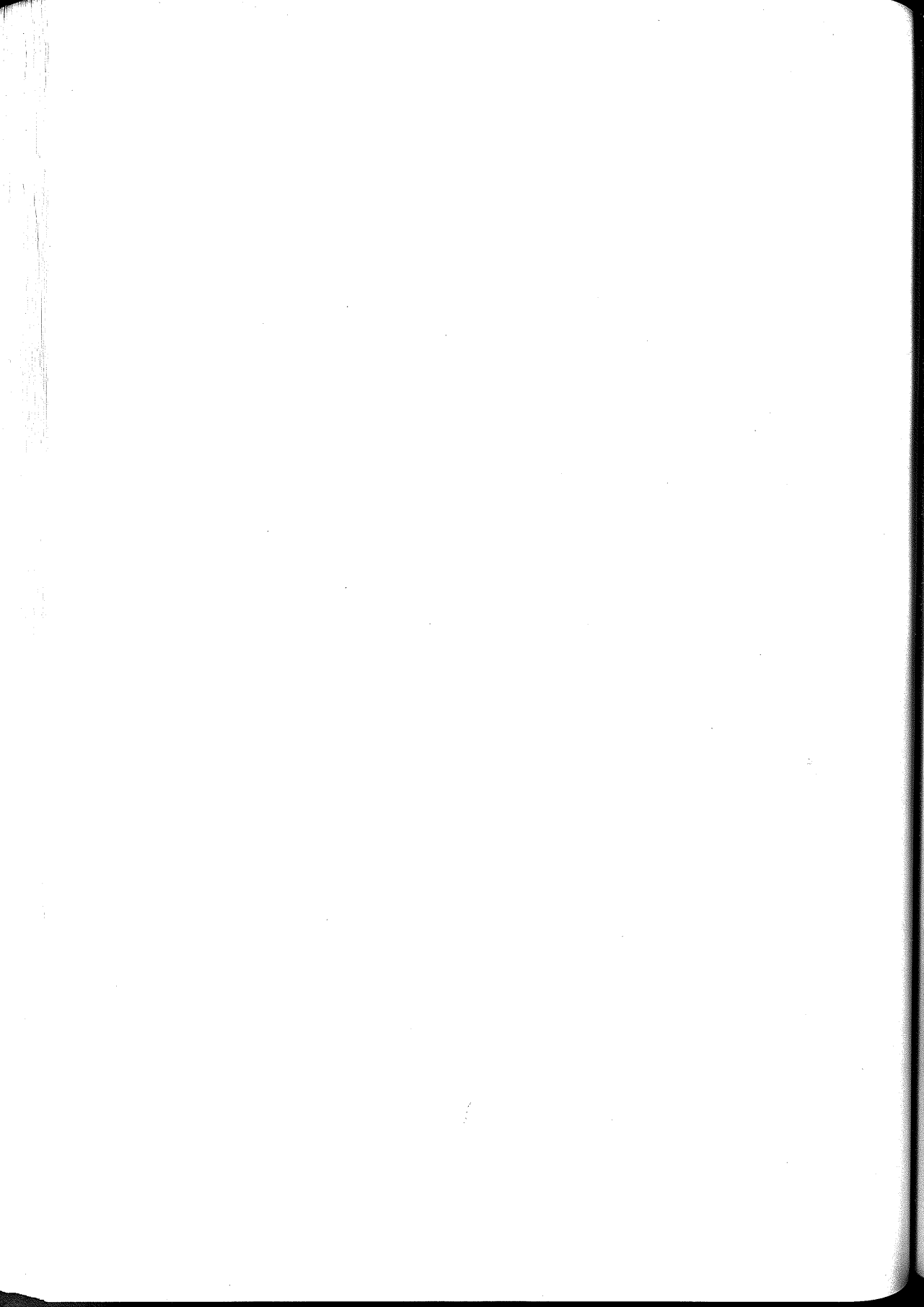
sua utilizzazione da parte delle piante avviene quindi lentamente ed è distribuita in più anni. Anche le dosi con cui l'azoto è presente nel compost rivestono una discreta importanza. Una somministrazione di 10 T (s.s.) per ettaro, con un tenore in N del 1,5%, porta al terreno 150 kg di azoto.

Per il controllo del processo di compostaggio si usano sistemi diversi. Tutti questi sistemi hanno lo scopo di portare ossigeno alla massa onde incentivare un processo bioossidativo. La ventilazione ha anche lo scopo di asportare calore dalla massa, calore prodotto dalle reazioni esotermiche, con sistemi di "feed back control" mantenendo la temperatura sui 45°C. incentivando così il metabolismo della maggior parte dei microrganismi. I moderni sistemi di compostaggio monitorizzano i principali parametri di processo (temperatura, ossigeno e umidità) in continuo e, quando necessario, intervengono correggendoli. E' importante che durante il processo avvengano quei complessi processi microbici i quali portano alla stabilizzazione della sostanza organica, eliminando la residua fitotossicità, organicando l'azoto e unificando parte della sostanza organica. Questi processi conferiscono al prodotto finito il valore di fertilizzante organico. Per ottenere una uniforme ossigenazione della massa la ventilazione non sempre è sufficiente; si possono quindi usare sistemi diversi per rivoltare i cumuli omogeneizzando la massa. Un altro aspetto importante nel controllo di processo è l'igienizzazione del prodotto finito. I materiali di partenza possono contenere agenti patogeni per l'uomo e per gli animali, quali virus, batteri, funghi e parassiti. Questi agenti patogeni durante il processo devono essere eliminati o ridotti a valori che non costituiscano un rischio igienico sanitario. Essi infatti potrebbero, mediante la catena alimentare, arrivare a contaminare l'uomo. Tale riduzione si ottiene con l'aumento della temperatura della massa per tempi sufficienti a garantire questa riduzione. In genere sono sufficienti 70°C per tre giorni. Altri processi che avvengono spontaneamente, come la competizione e l'antagonismo microbico, contribuiscono alla riduzione di questi patogeni.

Gli usi e i benefici del compost sono molteplici e non solo limitati al settore agricolo; i principali sono elencati in tabella 1.

Tabella 1. Utilizzazioni e benefici del compost

- Valore agronomico
- Fertilizzante organico
- Emendante
- Fertilizzante chimico
- Preparazione dei substrati di crescita
- Substrati per l'orticoltura
- Vivaistica
- Controllo delle malattie delle piante (soppressività)
- Effetti benefici sulle micorrize e fissazione dell'azoto
- Produzione di funghi eduli
- Recupero di terreni sabbiosi o argillosi
- Viticoltura, frutticoltura
- Recupero e chiusura di discariche
- Paesaggistica
- Giardinaggio
- Parchi e verde pubblico
- Barriere acustiche
- Inerbimento di aree degradate dopo interventi costruttivi
- Biofiltri per depurazione dell'aria e controllo degli odori
- Stanchezza del suolo e malattie specifiche da reimpianto
- Incremento della sostanza organica del suolo
- Miglioramento della porosità e struttura del suolo
- Incremento della fertilità biologica del suolo
- Benefico per l'attività microbica del suolo
- Contribuisce alla disponibilità di sostanze nutritive alla pianta
- Previene la desertificazione
- Previene l'erosione
- Aumenta la ritenzione idrica
- Riduce la perdita per percolamento delle sostanze nutritive
- Migliora la sostenibilità in agricoltura
- Riduce i costi della gestione dei rifiuti organici
- Previene l'inquinamento dovuto a uno scorretto smaltimento dei rifiuti
- Impiego nella bioremediation
- Degradazione dei rifiuti organici tossici
- Smaltimento dei rifiuti e mezzo rigenerativo per sostenere la vita nelle spedizioni umane extraterrestri
- Controllo dell'inquinamento, beneficio per la salute pubblica e risorsa economica nei paesi in via di sviluppo



## *PRODUZIONE E COMMERCIO DEI FERTILIZZANTI ORGANICI*

Mario Adua

Istituto Nazionale di Statistica

### **Introduzione**

La salvaguardia dell'ambiente e della salute umana, nonché le forme di agricoltura sostenibile e la difesa della biodiversità, unitamente al sottosviluppo, alle carenze alimentari ed agli spaventosi deficit agroalimentari di numerosi Paesi poveri, richiedono scelte politiche precise, interventi urgenti, ricerche scientifiche e metodologie efficaci anche per un impiego più razionale e corretto dei principali mezzi di produzione in agricoltura.

Pertanto, appare evidente come la tipologia, le caratteristiche merceologiche, le componenti chimico-fisiche organiche e minerali, le proprietà genetiche e le capacità biologiche di sementi, mangimi, fitosanitari e fertilizzanti diventino sempre più determinanti per una scelta consapevole sul loro utilizzo. Infatti, le specifiche potenzialità dei differenti mezzi di produzione costituiscono un particolare tipo di "valore aggiunto" che, a seconda dei differenti punti di vista e delle diverse necessità, apportano o tolgono interesse, determinano consensi od opposizioni per l'uso di ciascun tipo di prodotto.

La qualità dell'ambiente e la salvaguardia della salute vanno difese come beni primari indispensabili alla prosecuzione della vita sulla Terra, ma, ugualmente, vanno garantite l'alimentazione e l'esistenza stessa a chi soffre da fame e le conseguenti malattie.

Da tale quadro, discende che la qualità e la quantità delle produzioni agricole e delle ripercussioni che esse hanno sulla vita umana dipendono in certa misura proprio dall'impiego dei concimi (Adua, 2001b). Allora il dilemma è: *quali e quanti fertilizzanti utilizzare nel nostro Paese e, in genere, nel Mondo?*

Per comprendere meglio le dimensioni del problema e le innumerevoli correlazioni insite fra la concimazione dei campi e la vita dell'uomo, l'apporto conoscitivo della ricerca scientifica è determinante. Ugualmente importante è il contributo della statistica che, specie se basata su una metodologia corretta, consente di ragionare su dati attendibili e di osservare una situazione oramai in continua evoluzione (Adua, 2000). Per il

miglioramento delle rilevazioni statistiche sui fertilizzanti va sottolineata la fattiva collaborazione fra l'Istituto Nazionale di Statistica (Istat) e l'Osservatorio nazionale permanente per i fertilizzanti (Adua, 2001a).

Il presente lavoro, basato sui dati statistici ufficiali rilevati dall'Istat e riferiti agli anni 1990-2001, analizza la dinamica italiana sulla produzione e sul commercio dei fertilizzanti organici, che comprendono concimi organo-minerali, concimi organici ed ammendanti. L'esame delle informazioni disponibili, le analisi svolte e le previsioni formulate rappresentano un contributo per l'orientamento di quanti, ricercatori, decisori pubblici, produttori ed agricoltori, ambientalisti e cittadini interessati, operano dentro e fuori la "filiera fertilizzanti".

In particolare, l'esame sulla distribuzione dei fertilizzanti in complesso, evidenzia come nel biennio 1999-2000, l'immissione al consumo sia cresciuta solo grazie all'aumentato apporto dei prodotti organici, organo-minerali ed ammendanti (Prospetto 1).

## **2. Produzione**

### **2.1. Concimi minerali**

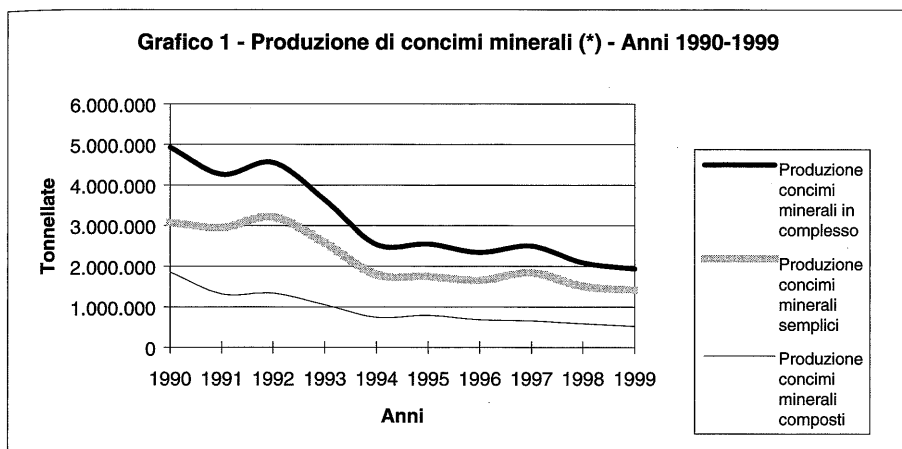
Ad una forte crescita produttiva e distributiva relativa agli anni '60 e '70, ha fatto seguito, durante gli anni '80, un periodo di relativa stabilità (Trinchieri, 1995). Nel corso degli anni '90, la produzione dei concimi minerali in complesso, esclusi quelli a base di meso e microelementi, è risultata in forte riduzione; infatti, la loro produzione è scesa da 4,93 milioni di tonnellate, rilevati nel 1990 a soli 1,94 riscontrati nel 1999 (Grafico 1), con un calo di ben 2,99 milioni di tonnellate (-60,6%).

Nello stesso arco di tempo, i concimi minerali semplici, si sono ridotti da 3,08 a 1,42 milioni di tonnellate (Istat, 1991-2002a), con una contrazione di 1,66 milioni di tonnellate (-53,9%), mentre quelli composti hanno subito una diminuzione ancora più rilevante, passando da 1,86 a 0,52 milioni di tonnellate, con una riduzione di ben 1,34 milioni di tonnellate (-72,0%).

Per i prodotti semplici, i dati relativi al biennio 2000-2001, peraltro disponibili solo per il solfato ammonico ed i perfosfati, indicano un ulteriore calo per tale tipologia produttiva. Pur mancando cifre ufficiali sulla produzione di urea e di nitrato ammonico, l'esame delle serie storiche dei relativi dati, gli orientamenti del mercato e le politiche agrarie lasciano ritenere che il calo produttivo sia proseguito anche per essi.



Viceversa, sempre nel biennio 2000-2001, si è riscontrato una crescita per i concimi minerali composti passati da 0,52 milioni di tonnellate del 1999 a 0,66 del 2000 ed a 0,63 del 2001 (Istat, 1991-2002b).



In generale, nonostante qualche temporaneo recupero, appare evidente come il crollo della produzione dei formulati minerali sia oramai generalizzato e continuo. Secondo gli esperti del settore, fanno eccezione al calo solo i prodotti specialistici e quelli a base di meso e microelementi che risultano in continua crescita; infatti, per quanto tali concimi rappresentino ancora solo una produzione di nicchia, la loro potenzialità appare notevole ed in ulteriore espansione.

I dati esposti collimano con le recenti tendenze evolutive improntate sull'agricoltura sostenibile e sulla salvaguardia ambientale per una migliore e generale qualità della vita. Pertanto, l'incremento della produttività non è più il fine ultimo delle pratiche agricole; ciò nonostante, la concimazione minerale, pur ridimensionata, rimane la principale forma nell'apporto di elementi nutritivi alle piante coltivate.

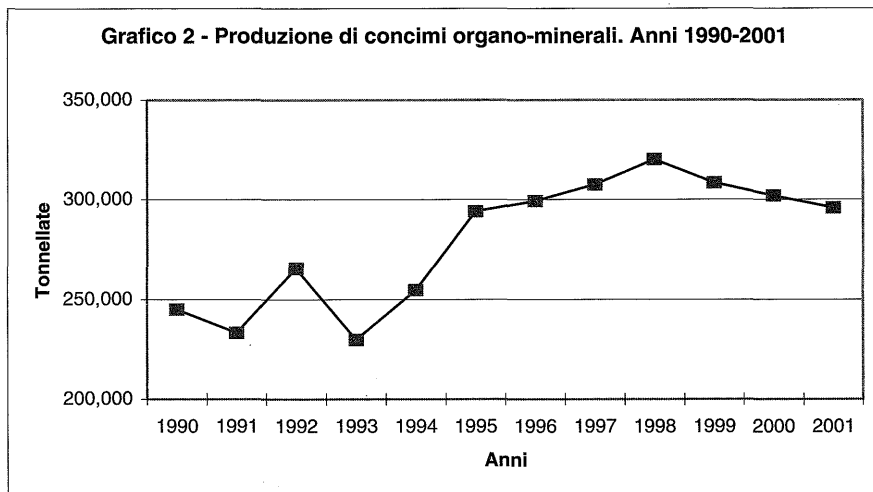
## 2.2. Fertilizzanti organo-minerali ed organici

### 2.2.1. Concimi organo-minerali

La produzione italiana di concimi organo-minerali è passata da 245 mila tonnellate riscontrate nel 1990 a 296 registrate nel 2001 (Grafico

2); in tale arco di tempo, l'incremento è risultato pari a 51 mila tonnellate (+20,8%).

L'andamento rilevato trova riscontro sia nell'aumento della distribuzione dei diversi prodotti organo- minerali che nella maggior vivacità del commercio internazionale e nel più generale incremento di tutte le componenti della fertilizzazione organica ed organo-minerale a scapito di quella classica minerale azoto-fosfo-potassica.



Fonte: Elaborazione su dati Istat - Principali produzioni delle industrie chimiche

### 2.2.2. Concimi organici

A livello europeo, la definizione di concime organico risulta alquanto diversa tra Paese e Paese, a causa della carenza di un apposita legislazione comunitaria che ne regoli la produzione e la distribuzione. Viceversa, la legislazione italiana (Legge 784, 1984), (Autori vari, 1999) e (Perelli, 2002), definisce esattamente le caratteristiche dei formulati organici differenziandoli nettamente dagli ammendanti, altra componente fondamentale della fertilizzazione organica.

Mentre non si dispone di dati ufficiali sugli ammendanti, l'Istat rileva, nell'ambito della statistica trimestrale sull'industria dei prodotti chimici e delle fibre sintetiche ed artificiali, la produzione dei concimi organici.

Nel 1996 la produzione di prodotti organici in complesso è risultata pari a 621 mila tonnellate; in seguito, si è registrato un calo. Infatti, nel 1999 la produzione è scesa a 539 mila tonnellate (Istat 2002a), con una riduzione di 82 mila tonnellate (-13,2%).

Pur considerando che in certa misura tali prodotti vengono distribuiti per usi non agricoli (giardinaggio, hobbistica, ecc.) ed in parte esportati, taluni esperti del settore ritengono che l'indagine Istat, per il tipo di metodologia e disegno campionario utilizzato, non sia in grado di cogliere esattamente l'entità della produzione dei concimi organici che risulterebbe alquanto sopravvalutata. In base ad una specifica elaborazione (Sequi - Benedetti, 1999), su dati Efma, Eurostat, Sofres Consel e DG3 - Industria dell'U.E., la produzione italiana media degli anni '90 risulterebbe pari a soli 200 mila tonnellate e costituirebbe circa la metà di quella dell'Unione Europea.

### **2.2.3. Ammendanti**

La forte crescita nella distribuzione degli ammendanti non è supportata da dati ufficiali di produzione. Si tratta spesso di considerevoli quantitativi realizzati da piccoli e medi produttori e da compostatori sparsi sul territorio che poi spesso vendono direttamente i loro prodotti solo in ambito locale, a causa della forte incidenza del costo di trasporto sul prezzo unitario dei singoli ammendanti.

La quantità distribuita al consumo viene sicuramente prodotta in Italia; pertanto, la produzione di ammendanti è risultata pari ad almeno 268, 328 e 487 mila tonnellate rispettivamente per gli anni 1998, 1999 e 2000. Inoltre, una rilevante quantità di ammendanti che viene autoprodotta dagli agricoltori sfugge ad ogni valutazione. Pertanto, si ritiene opportuno riuscire a rilevare, nell'ambito di una indagine ufficiale, anche i dati quantitativi sugli ammendanti; sarà così possibile avere un quadro complessivo sulla produzione dei fertilizzanti in Italia.

## **3. Commercio estero**

### **3.1. Importazione**

La produzione italiana, che in parte viene anche esportata, risulta da anni largamente insufficiente alle richieste degli agricoltori; pertanto, il ricorso all'importazione dei concimi minerali, organici ed organo-minerali riguarda alcuni milioni di tonnellate annue.

Nel 1991, l'import complessivo di concimi è risultato pari a 2,83 milioni di tonnellate; nel corso degli anni '90, tale quantitativo è cresciuto fino a toccare i 3,77 milioni di tonnellate importati nel corso del 1998 (Istat, 1992-2002). Durante il triennio seguente, si è registrato un calo continuo che ha raggiunto il minimo nel 2001 con soli 3,40 milioni di tonnellate (Grafico 3).

Grafico 3 - Importazione di concimi in complesso. Anni 1991-2001

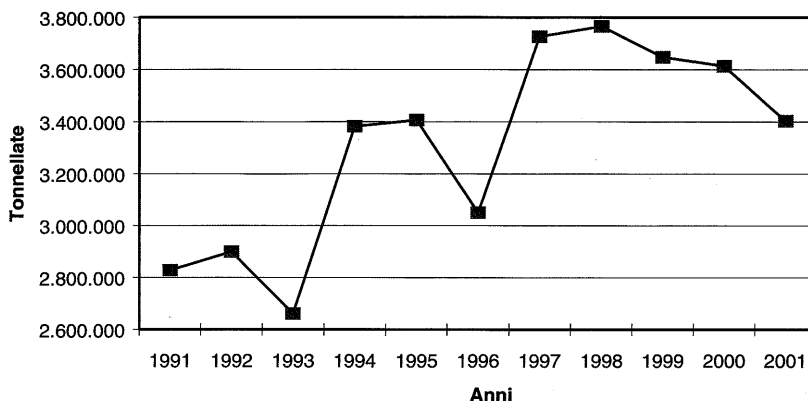
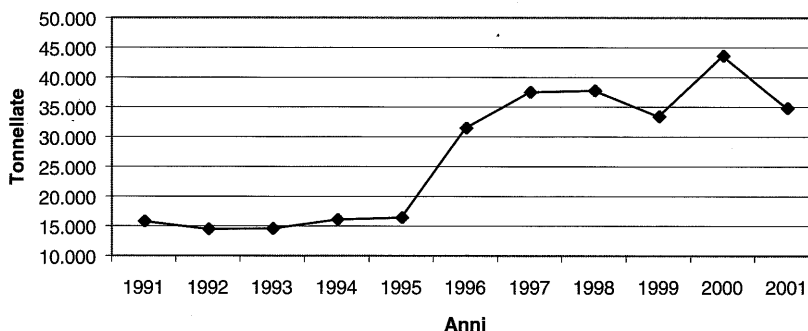


Grafico 4 - Importazione di concimi organici ed organo- minerali. Anni 1991-2001



Fonte: Elaborazione su dati Istat - Principali produzioni delle industrie chimiche

L'importazione di prodotti organo-minerali ed organici risulta alquanto contenuta mentre quella di concimi minerali è predominante. Infatti, nel 1991 su 2,83 milioni di tonnellate introdotti in Italia, solo 16 mila tonnellate erano formulati organici ed organo-minerali; tale quantità è salita a 35 mila tonnellate (+118,7%) nel 2001 (Grafico 4). Complessivamente fra il 1991 ed il 2001, a fronte di un incremento di 540 mila tonnellate di concimi minerali si è registrato un aumento di appena 19 mila tonnellate di concimi organici ed organo-minerali.

La contrazione della domanda di fertilizzanti minerali, unitamente al calo dell'esportazione, è inferiore alla loro riduzione produttiva; è per questo che l'importazione è risultata ancora in aumento fra il 1991 ed il 1998. Viceversa, il calo verificatosi nel triennio 1999-2001, se proseguirà anche nel prossimo biennio, starà a significare un'altra svolta nella dinamica della fertilizzazione minerale che, pur rimanendo quantitativamente maggioritaria, va perdendo ulteriori quote di mercato a favore di quella organica.

I prodotti organici e quelli organo-minerali risentono del persistere di una scarsa richiesta nel commercio estero. Tale situazione dipende anche dalla mancanza di una apposita legislazione comunitaria che, in base ad una precisa classificazione dei diversi prodotti, regoli il commercio e la produzione di questi concimi negli Stati membri; così come è già stato fatto per quelli minerali (Benedetti, De Bertoldi, 1999).

Per i prodotti organici ed organo-minerali, l'aumento dell'import così come l'incremento della produzione nazionale e della quantità distribuita al consumo, risulta in linea con le tendenze attuali che preferiscono la concimazione organica e organo-minerale a quella esclusivamente minerale.

### 3.2. Esportazione

Rispetto all'importazione, l'esportazione dei concimi risulta più limitata; ciò dipende sia dalle caratteristiche e capacità produttive dell'industria nazionale che dalla richiesta degli agricoltori in esubero rispetto alla quantità di prodotto nazionale disponibile sul mercato interno.

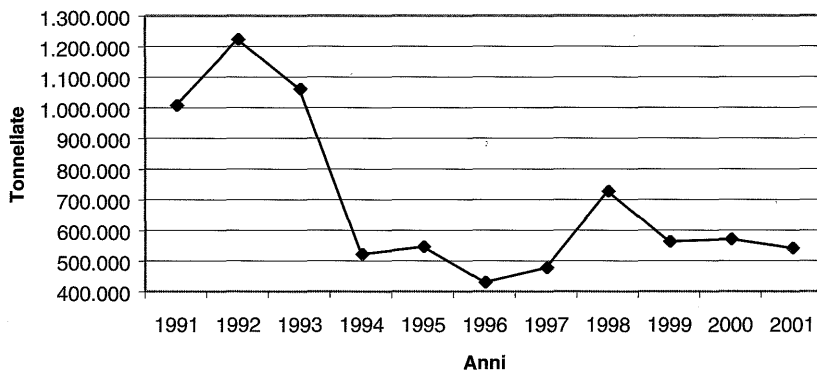
Nel 1991, sono stati esportati complessivamente 1,0 milioni di tonnellate di concimi; nel corso degli anni '90 si è registrato un andamento oscillante ma generalmente in calo (Grafico 5); nel 2001

l'export si è ridotto a 541 mila tonnellate, poco più della metà della quantità esportata 10 anni prima.

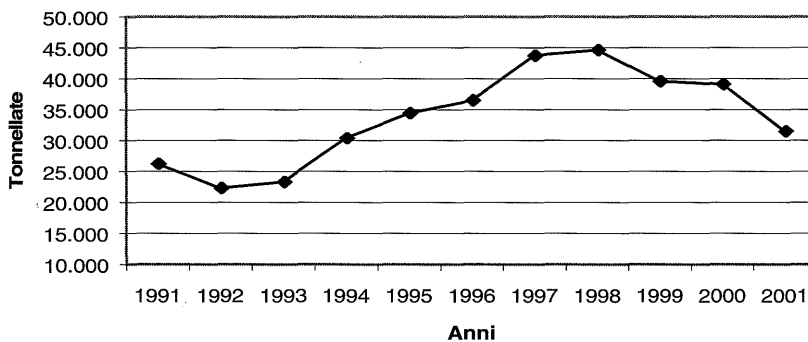
Come l'import, anche l'export è costituito quasi completamente da formulati minerali. Infatti i concimi organici ed organo-minerali sono risultati pari a 26 mila tonnellate nel 1991. Nel corso degli anni '90 l'esportazione è cresciuta toccando 45 mila tonnellate nel 1998 (Grafico 6); nel 2001 la quantità distribuita all'estero è risultata pari a 31 mila tonnellate, con un incremento di soli 5 mila tonnellate rispetto al 1991. La riduzione complessiva dell'esportazione dei fertilizzanti dipende dalla diminuita produzione dell'industria chimica italiana dei fertilizzanti destinati all'uso agricolo.

Viceversa, l'aumento contenuto dell'export di prodotti organici ed organo-minerali è la risultante sia dell'incremento produttivo che dall'aumento dell'importazione e della distribuzione in seguito ad una crescente domanda di tali formulati.

**Grafico 5 - Esportazione di concimi in complesso. Anni 1991-2001**



**Grafico 6 - Esportazione di concimi organici ed organo-minerali. Anni 1991-2001**



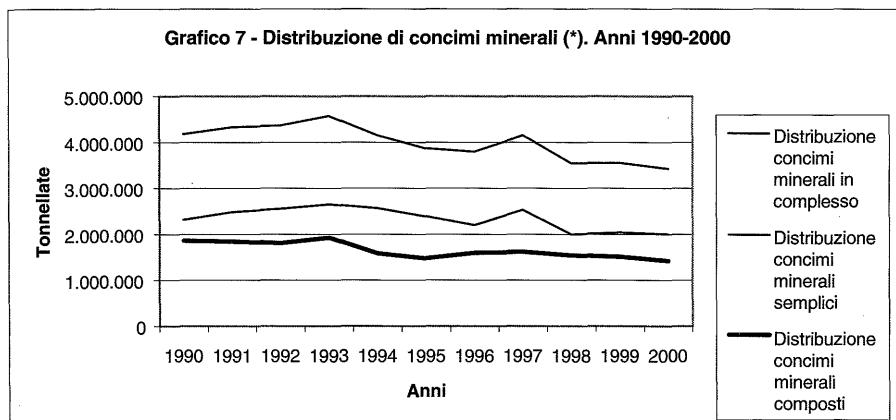
Fonte: Elaborazione su dati Istat - Principali produzioni delle industrie chimiche

## **4. Distribuzione per uso agricolo**

### **4.1. Concimi minerali**

Analizzando i dati relativi al periodo 1991-2000, si evidenzia come l'immissione al consumo dei prodotti minerali semplici e composti in

complesso (esclusi i concimi a base di meso e microelementi) sia considerevolmente diminuita (Grafico 7); infatti la distribuzione, scesa da 4,18 a 3,43 milioni di tonnellate, ha fatto facendo registrare una contrazione di ben 775 mila tonnellate (-17,9%).



Fonte: Elaborazione su dati Istat - Principali produzioni delle industrie chimiche

Gli anni '90 sono iniziati con una distribuzione ancora in aumento che ha toccato il culmine nel 1993 con ben 4,57 milioni di tonnellate di prodotti minerali immessi al consumo; viceversa, a partire dal 1994 e con l'esclusione del 1997, la riduzione è stata continua. In generale sono risultati in calo sia i concimi semplici, scesi da 2,32 a 2,01 milioni di tonnellate (-13,4%), che quelli composti, diminuiti da 1,86 a 1,42 milioni di tonnellate (-23,7%).

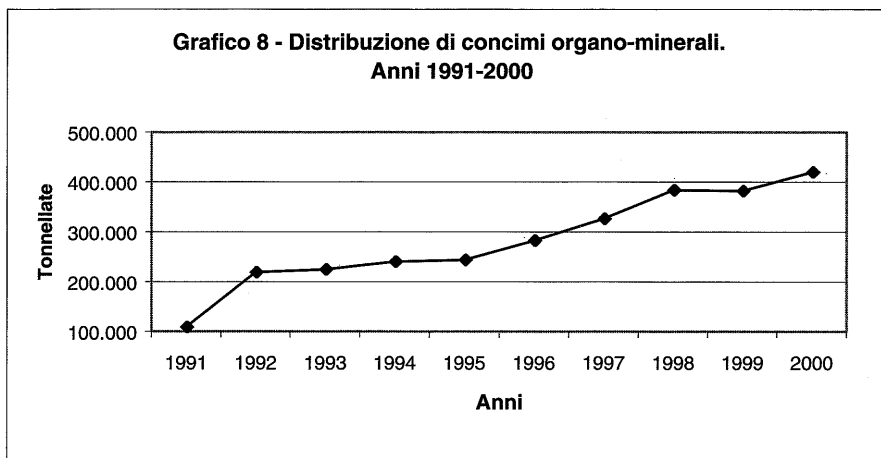
E' prevedibile ritenere che la tendenza alla riduzione della distribuzione e quindi dell'utilizzo continuerà nei prossimi anni. Fanno eccezione alcune nicchie produttive costituite dai prodotti a base di meso e microelementi nonché dai concimi specialistici che attraversano una congiuntura loro favorevole per una maggiore diffusione presso agricoltori specializzati.

## 4.2. Fertilizzanti organo-minerali ed organici

### 4.2.1. Concimi organo-minerali

Nel corso degli anni '90, l'immissione al consumo dei formulati organo-minerali si è quasi quadruplicata (Grafico 8), passando da 109 a 420 mila tonnellate (+285,3%); si tratta di un incremento significativo, sia in termini quantitativi che per il forte valore aggiunto loro riconosciuto, prima dai ricercatori e poi dagli stessi agricoltori che hanno sempre più apprezza-

to tale categoria di prodotti rivelatasi molto utile nello sviluppo e nella produzione delle principali specie agricole coltivate.



Fonte: Elaborazione su dati Istat - Principali produzioni delle industrie chimiche

A partire dal 1998, l'Istat ha rilevato la distribuzione dei concimi organo-minerali, anche distintamente per gli azotati semplici e per quelli composti; per tale anno, l'immissione al consumo è risultata pari rispettivamente a 5 ed a 379 mila tonnellate (Prospetto 2).

Nel 1999 la distribuzione è risultata molto stabile mentre, nel 2000, rispetto all'anno precedente, i prodotti azotati semplici sono quasi raddoppiati toccando quota 11 mila tonnellate (+90,5%), mentre i formulati composti si sono incrementati di 33 mila tonnellate (+8,7%). Complessivamente, nel 2000 gli organo-minerali semplici hanno costituito il 2,6% e quelli composti il 97,4% della quantità totale distribuita.

Appare pertanto lampante come il favore degli agricoltori sia prevalentemente rivolto verso i formulati composti che paiono rispondere meglio alle specifiche esigenze, fisiologiche, nutrizionali e produttive delle singole coltivazioni agrarie. Ciò nonostante, i prodotti azotati semplici, vera e propria nicchia di mercato, passati dall'1,3% al 2,6% nel triennio 1998-2000, risultano in aumento ed hanno eroso 1,3 punti percentuali ai formulati composti.

Nella commercializzazione dei concimi organici semplici relativa al 2000, il 22,9% è stato distribuito in Sicilia ed il 22,1% in Lombardia. Per quanto concerne l'immissione dei formulati composti, l'Emilia Romagna e la Toscana nel Centro-nord insieme a Puglia e Sicilia nel Mezzogiorno hanno ricevuto il 45,5% della quantità complessivamente distribuita.



### 4.2.2. Concimi organici

I dati ufficiali dell'Istat sulla commercializzazione dei concimi organici sono relativi al triennio 1998-2000 (Prospetto 3). Nel corso del 1998, sono state distribuite 235 mila tonnellate suddivise rispettivamente in 129 di azotati semplici ed 106 di formulati composti. Nel 1999 si è registrato un incremento dei prodotti semplici (+25,7%) a fronte di un leggero calo di quelli composti (-4,9%).

Viceversa, nel corso del 2000, con 256 mila tonnellate distribuite, si è verificato l'opposto; infatti, si è rilevato un calo di 9 mila tonnellate (-5,7%) di prodotti azotati semplici ed un incremento di 2 mila tonnellate (+2,3%) di formulati composti. Complessivamente, nel 2000 rispetto al 1998, si è verificato un incremento distributivo di 21 mila tonnellate (+8,9%).

La ripartizione fra prodotti semplici e composti è risultata alquanto equilibrata; infatti, sempre nel 2000, i concimi organici semplici hanno costituito il 59,5 e quelli composti il restante 41,5% della quantità totale distribuita; pertanto, il rapporto fra azotati semplici e composti è risultato di 3 a 2.

La commercializzazione, e quindi l'utilizzo, dei concimi organici nel triennio esaminato è risultata inferiore alle aspettative. Ciò è avvenuto in controtendenza rispetto agli orientamenti attuali che spingono verso una riduzione della concimazione minerale ed un aumento di quella organica. Va però considerato che nell'impiego dei prodotti organici sono comprese anche le quantità, talvolta rilevanti, autoprodotte dagli stessi agricoltori che, pertanto, non vengono rilevate dalla distribuzione commerciale.

Nel corso del 2000, l'immissione al consumo dei concimi azotati semplici nel Mezzogiorno è stata molto ridotta rispetto a quella riscontrata nel Centro-nord ed ha raggiunto solo il 24,5% del totale nazionale. Lombardia ed Emilia Romagna sono risultate le regioni ove la distribuzione è stata più concentrata; infatti, insieme hanno assorbito il 34,0%. Rispetto alla commercializzazione dei formulati organici semplici, quella dei prodotti composti è risultata più equilibrata con il 37,4% commercializzato nel Sud.

### 4.2.3. Ammendanti

Sempre a partire dal 1998, l'Istat, verificando il crescente utilizzo degli ammendanti nelle comuni pratiche colturali, ha iniziato a rilevare anche la distribuzione degli ammendanti distinti in vegetali, misti, torbosi, torba, letame ed altri formulati (che comprendono: vermicompost, estratti umici, letame artificiale, ammendante animale idrolizzato, ecc.)

Nel 1998 sono stati rilevati 268 mila tonnellate fra cui il 22,6% di ammendante torboso, il 21,0% di quello vegetale, il 18,4% di torba ed il 28,0% di prodotti vari (Prospetto 4).

Durante il 1999 rispetto all'anno precedente, si è registrato un aumento complessivo di 60 mila tonnellate (+22,6%); l'incremento ha riguardato i prodotti misti e torbosi, la torba ed il letame ed ha largamente compensato la contrazione dei formulati vegetali e degli altri ammendanti.

Gli ammendanti distribuiti nel corso del 2000 hanno raggiunto quota 487 mila tonnellate, conseguendo un incremento di 159 mila tonnellate (+48,6%) rispetto all'anno precedente. Tale andamento ha evidenziato la potenzialità del comparto e la grande capacità dei produttori, compostatori e distributori ad esaudire le maggiori richieste degli agricoltori. Il forte incremento distributivo rilevato è la conseguenza sia della politica agricola comunitaria a sostegno dell'agricoltura ecocompatibile e biologica che della crescente attenzione degli agricoltori per la qualità delle derrate ed il rispetto dell'ambiente.

La distribuzione dei singoli tipi di ammendanti è risultata considerevolmente variata. Ciò è dipeso principalmente dalla disponibilità delle materie prime utilizzate. Il forte aumento nella distribuzione del formulato misto e la parallela minor crescita di quello vegetale sono derivati dalla maggiore disponibilità di materiale organico di origine animale utilizzato nella produzione e, di conseguenza, contenuto nelle quantità distribuite. Infatti nel 2000 rispetto all'anno precedente, l'ammendante vegetale immesso al consumo è aumentato di 27 mila tonnellate mentre quello misto è cresciuto di ben 58 mila tonnellate.

Un forte incremento distributivo è stato riscontrato anche per la torba (+50,8%); pure la quantità di letame immessa al consumo è risultata in sensibile aumento (+40,1%) rispetto a quella commercializzata nell'anno precedente. Si è trattato di ulteriori segni della maggior richiesta di fertilizzanti naturali che solo fino a pochi anni fa venivano meno valorizzati.

E' risultata in crescita anche l'immissione al consumo degli altri ammendanti (+46,7%) che comprendono vermicompost, estratti umici, letame artificiale, ammendante animale idrolizzato, ecc. Pure questo dato è risultato in linea con la maggiore richiesta di ammendanti che i soli prodotti di origine naturale non sono riusciti a soddisfare.

La distribuzione regionale è stata generalmente in crescita. L'aumento più significativo ha riguardato l'ammendante misto commercializzato in Veneto; in complesso, il 78,8% degli ammendanti è stato commercializzato nel Centro-nord ed il restante 21,2% nel Mezzogiorno. La distribuzione è risultata più concentrata in Veneto (23,9%) e Lombardia (18,4%). Fra le regioni meridionali, la maggiore immissione al consumo si è verificata in Sicilia con 428 mila quintali distribuiti, pari all'8,8% del totale nazionale degli ammendanti commercializzati.

## 5. Conclusioni e previsioni

L'incremento quantitativo della produzione agricola non è più il fine ultimo della missione economico-sociale che le moderne società occidentali affidano all'agricoltura.

Le più aggiornate conoscenze scientifiche e la crescente coscienza ambientale per la salvaguardia della qualità globale della vita sulla Terra, unitamente alla consapevolezza dei disastri ambientali verificatisi negli ultimi anni e del peggioramento dell'alimentazione e della stessa esistenza dei popoli in via di sviluppo, impongono scelte politiche, sociali, culturali ed industriali precise nell'utilizzo dei mezzi di produzione in agricoltura.

Per un corretto impiego di concimi ed ammendanti si pone il problema, in relazione ai risvolti positivi e negativi che tale scelta comporta, del tipo di fertilizzazione, minerale od organica, da privilegiare.

Nel corso degli anni '90, e più precisamente dal 1990 al 2001, la statistica ufficiale ha accertato che, nel comparto dei fertilizzanti, si sono verificati i seguenti andamenti:

- la produzione dei concimi minerali semplici e composti è diminuita, mentre quella degli ammendanti e dei prodotti organici ed organo-minerali è aumentata;

- il commercio estero ha presentato un saldo permanentemente negativo; all'aumento dell'importazione ha corrisposto una diminuzione dell'esportazione;

- per i fertilizzanti organici e organo-minerali, da anni poco scambiati a livello internazionale, si è registrato un incremento complessivo degli scambi internazionali e nel 2001 l'import è stato di poco superiore all'export;

- la distribuzione dei concimi minerali si è ridotta considerevolmente, mentre si è rilevato un forte incremento nell'immissione al consumo dei concimi organici ed organo-minerali e specialmente degli ammendanti;

- a partire dal 1999, la distribuzione dei fertilizzanti è risultata ancora in aumento unicamente perché l'incremento dei concimi organici ed organo-minerali e degli ammendanti ha superato largamente la riduzione dei formulati minerali.

In base ai dati statistici disponibili, alle ricerche svolte e alle conoscenze del settore, per il breve-medio periodo si prevede:

---

- un'ulteriore contrazione nella produzione, esportazione e distribuzione dei concimi minerali, con l'eccezione dei prodotti a base di meso e microelementi e dei formulati specialistici;

- un contenimento complessivo del saldo negativo del commercio estero, grazie ad una riduzione dell'import maggiore di quella dell'export;

- una maggiore vivacità negli scambi internazionali di ammendanti e prodotti organici ed organo-minerali;

- un consistente incremento nella distribuzione dei prodotti organici ed organo-minerali e, specialmente, degli ammendanti a fronte di un lento e persistente calo nell'immissione al consumo dei concimi minerali, ad esclusione di quelli specialistici e dei prodotti a base di meso e microelementi.

Complessivamente, nel primo decennio del nuovo millennio, la concimazione minerale azoto-fosfo-potassica risulterà in calo ma ancora prevalente su quella organica, quantunque il divario fra di loro si ridurrà ulteriormente a favore della fertilizzazione organica passando dall'attuale rapporto di 3 a 1 a un più equilibrato rapporto di 2 a 1.

Le politiche agricole nazionali e comunitarie, nonché una concezione economico-socio-culturale più qualitativa e meno quantitativa, stanno operando un cambio nell'utilizzo dei mezzi di produzione e dei fertilizzanti in particolare.

Appare necessario un ulteriore sforzo di tutte le componenti della "filiera fertilizzanti", assieme ai decisori pubblici, agli ambientalisti ed ai cittadini preoccupati della qualità della vita, per difendere sia la salvaguardia dell'ambiente che l'esistenza stessa di chi ancora soffre per la fame e le conseguenti malattie.

L'impiego ragionato di concimi ed ammendanti resta determinante sia per una migliore qualità nei Paesi sviluppati che per un incremento delle produzioni agrarie nei Paesi poveri.

**Prospetto I.**  
**Distribuzione dei fertilizzanti**  
**Anni 1998, 1999 e 2000 (in tonnellate)**

TIPO DI FERTILIZZANTE	1998	1999	2000	VARIAZIONI			
				2000/1999		2000/1998	
				Assolute	%	Assolute	%
<b>CONCIMI MINERALI SEMPLICI</b>							
Azotati	1.510.012	1.548.279	1.583.417	35.138	2,3	73.405	4,9
Fosfatici	323.626	322.969	270.356	-52.613	-16,3	-53.270	-16,5
Potassici	166.441	168.663	151.524	-17.139	-10,2	-14.917	-9,0
Altri	(a)	3.082	14.196	11.114	360,6	(a)	(a)
<b>TOTALE</b>	<b>2.000.079</b>	<b>2.042.993</b>	<b>2.019.493</b>	<b>-23.500</b>	<b>-1,2</b>	<b>19.414</b>	<b>1,0</b>
<b>CONCIMI MINERALI COMPOSTI</b>							
Binari	518.862	528.812	486.469	-42.343	-8,0	-32.393	-6,2
Ternari	1.025.355	985.129	936.881	-48.248	-4,9	-88.474	-8,6
Altri	1.687	3.937	1.082	-2.855	-72,5	-605	-35,9
<b>TOTALE</b>	<b>1.545.904</b>	<b>1.517.878</b>	<b>1.424.432</b>	<b>-93.446</b>	<b>-6,2</b>	<b>-121.472</b>	<b>-7,9</b>
<b>CONCIMI MINERALI IN COMPLESSO</b>							
<b>TOTALE</b>	<b>3.545.983</b>	<b>3.560.871</b>	<b>3.443.925</b>	<b>-116.946</b>	<b>-3,3</b>	<b>-102.058</b>	<b>-2,9</b>
<b>CONCIMI ORGANO-MINERALI</b>							
<b>TOTALE</b>	<b>383.723</b>	<b>381.956</b>	<b>419.915</b>	<b>37.959</b>	<b>9,9</b>	<b>36.192</b>	<b>9,4</b>
<b>CONCIMI ORGANICI</b>							
<b>TOTALE</b>	<b>234.930</b>	<b>262.729</b>	<b>255.813</b>	<b>-6.916</b>	<b>-2,6</b>	<b>20.883</b>	<b>8,9</b>
<b>AMMENDANTI</b>							
<b>TOTALE</b>	<b>267.675</b>	<b>328.074</b>	<b>487.430</b>	<b>159.356</b>	<b>48,6</b>	<b>219.755</b>	<b>82,1</b>
<b>FERTILIZZANTI ORGANO-MINERALI ED ORGANICI IN TOTALE</b>							
<b>TOTALE</b>	<b>886.328</b>	<b>972.759</b>	<b>1.163.158</b>	<b>190.399</b>	<b>19,6</b>	<b>276.830</b>	<b>31,2</b>
<b>CORRETTIVI</b>							
<b>TOTALE</b>	<b>27.960</b>	<b>19.265</b>	<b>17.211</b>	<b>-2.054</b>	<b>-10,7</b>	<b>-10.749</b>	<b>-38,4</b>
<b>FERTILIZZANTI IN COMPLESSO</b>							
<b>TOTALE</b>	<b>4.460.271</b>	<b>4.552.895</b>	<b>4.624.294</b>	<b>71.399</b>	<b>1,6</b>	<b>164.023</b>	<b>3,7</b>

(a) dato non rilevato

Fonte: Istat-Rilevazione sulla distribuzione per uso agricolo dei fertilizzanti

**Prospetto 2.****Concimi organo-minerali distribuiti per regione  
Anno 2000 (in tonnellate)****ORGANO-MINERALI**

<b>ANNI</b>			
<b>REGIONI</b>	<b>Azotati semplici</b>	<b>Composti</b>	<b>Totale</b>
1998	5.011	378.712	383.723
1999	5.673	376.283	381.956
<b>2000-PER REGIONE</b>			
Piemonte	1.718	15.368	17.086
Valle d'Aosta	-	85	85
Lombardia	2.383	12.378	14.761
Trentino - AltoAdige	2	912	914
Bolzano - Bozen	2	247	249
Trento	..	665	665
Veneto	466	35.417	35.883
Friuli - Venezia Giulia	80	9.750	9.830
Liguria	12	7.298	7.310
Emilia - Romagna	960	46.753	47.713
Toscana	94	44.831	44.925
Umbria	214	14.735	14.949
Marche	219	24.113	24.332
Lazio	62	22.267	22.329
Abruzzo	134	21.406	21.540
Molise	..	6.313	6.313
Campania	918	32.533	33.451
Puglia	700	50.204	50.904
Basilicata	202	7.441	7.643
Calabria	138	11.143	11.281
Sicilia	2.474	44.214	46.688
Sardegna	30	1.948	1.978
<b>ITALIA</b>	<b>10.806</b>	<b>409.109</b>	<b>419.915</b>
<b>Nord-Centro</b>	<b>6.211</b>	<b>233.907</b>	<b>240.118</b>
<b>Mezzogiorno</b>	<b>4.595</b>	<b>175.202</b>	<b>179.797</b>

Fonte: Istat-Rilevazione sulla distribuzione per uso agricolo dei fertilizzanti

**Prospetto 3.**  
**Concimi organici distribuiti per regione**  
**Anno 2000 (in tonnellate)**

<b>ORGANICI</b>			
<b>ANNI</b>	<b>Azotati semplici</b>	<b>Composti</b>	<b>Totale</b>
<b>REGIONI</b>			
1998	128.538	106.392	234.930
1999	161.559	101.170	262.729
<b>2000-PER REGIONE</b>			
Piemonte	18.791	2.820	21.611
Valle d'Aosta	-	30	30
Lombardia	36.527	3.373	39.900
Trentino - AltoAdige	1.632	2.718	4.350
Bolzano - Bozen	1.399	1.801	3.200
Trento	233	917	1.150
Veneto	12.447	6.261	18.708
Friuli - Venezia Giulia	10.785	2.131	12.916
Liguria	2.171	2.855	5.026
Emilia - Romagna	15.217	14.505	29.722
Toscana	7.550	13.763	21.313
Umbria	764	3.733	4.497
Marche	3.297	4.295	7.592
Lazio	5.587	8.357	13.944
Abruzzo	3.924	2.084	6.008
Molise	438	420	858
Campania	2.937	2.732	5.669
Puglia	9.761	10.877	20.638
Basilicata	979	780	1.759
Calabria	4.063	3.443	7.506
Sicilia	7.918	16.804	24.722
Sardegna	7.482	1.562	9.044
<b>ITALIA</b>	<b>152.270</b>	<b>103.543</b>	<b>255.813</b>
<b>Nord - Centro</b>	<b>114.768</b>	<b>64.841</b>	<b>179.609</b>
<b>Mezzogiorno</b>	<b>37.502</b>	<b>38.702</b>	<b>76.204</b>

Fonte: Istat-Rilevazione sulla distribuzione per uso agricolo dei fertilizzanti

Prospetto 4. Ammendanti distribuiti per regione - Anno 2000 (in tonnellate)

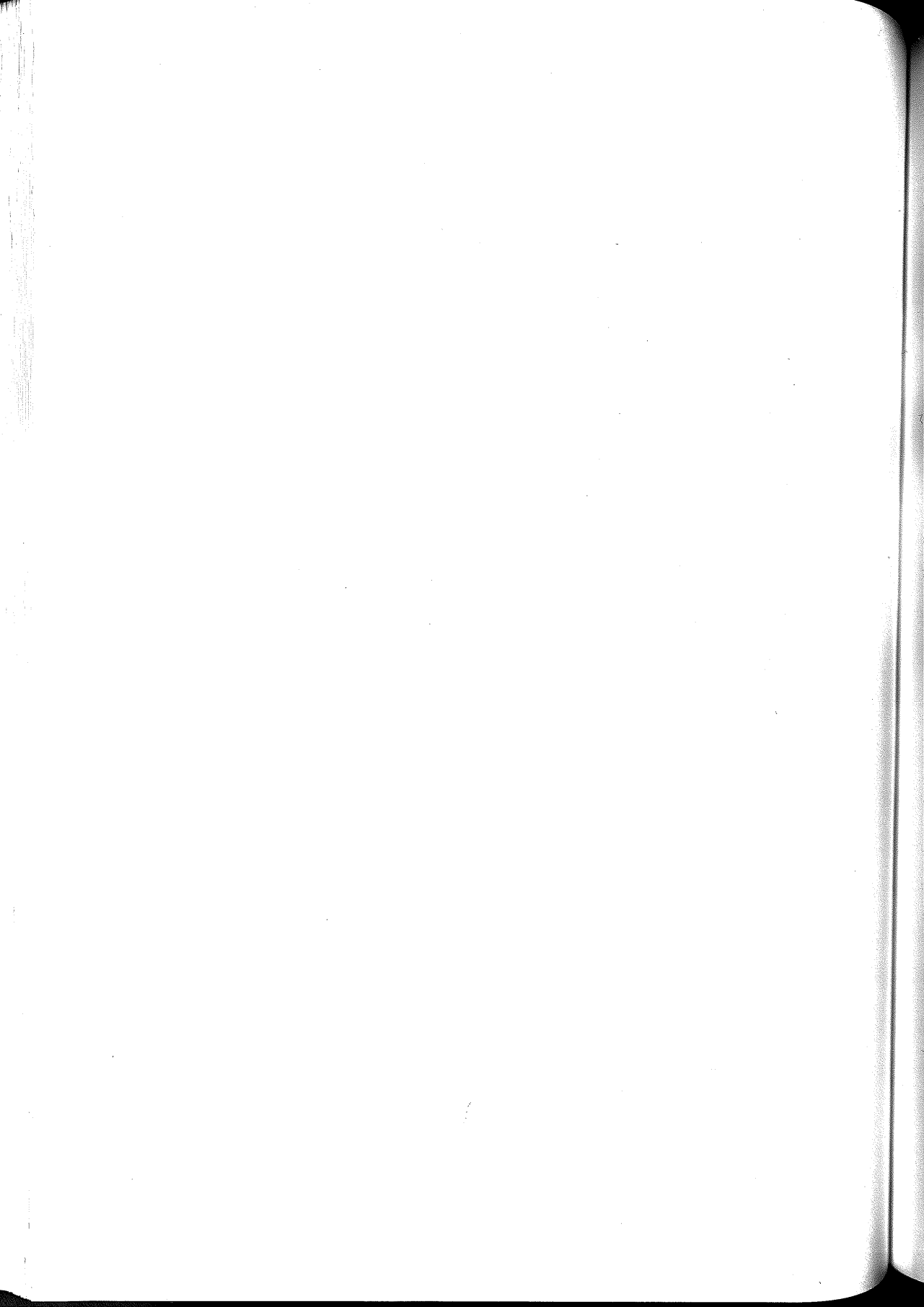
ANNI REGIONI	Ammendante vegetale	Ammendante misto	Ammendante torboso	Torbe	Letame	Altri ammendanti	Totale
1998	56.147	18.738	60.244	49.304	8.253	74.989	267.675
1999	15.439	62.518	89.695	68.714	34.704	57.004	328.074
<b>2000-PER REGIONE</b>							
Piemonte	716	4.112	2.870	5.231	1.528	7.499	21.956
Valle d'Aosta	41	76	61	24	3	96	301
Lombardia	6.511	31.199	16.972	24.935	1.586	8.618	89.821
Trentino - AltoAdige	425	1.760	1.371	689	699	1.340	6.284
Bolzano - Bozen	41	1.608	586	239	98	1.077	3.649
Trento	384	152	785	450	601	263	2.635
Veneto	21.967	52.035	11.318	14.335	4.699	12.041	116.395
Friuli - Venezia Giulia	876	1.006	1.314	2.708	1.026	4.988	11.918
Liguria	214	4.308	11.880	6.276	771	3.597	27.046
Emilia - Romagna	1.831	4.842	6.795	6.337	5.760	9.663	35.228
Toscana	731	7.106	4.588	8.421	2.234	6.865	29.945
Umbria	80	898	2.003	2.237	1.289	1.455	7.962
Marche	161	915	3.844	1.175	678	2.465	9.238
Lazio	678	2.909	5.425	9.849	3.086	5.899	27.846
Abruzzo	183	875	4.206	515	790	1.188	7.757
Molise	16	90	482	81	81	22	772
Campania	312	1.039	5.849	3.088	1.586	3.021	14.895
Puglia	519	956	4.870	4.720	5.112	5.727	21.904
Basilicata	72	382	623	172	476	873	2.598
Calabria	68	1.253	1.465	1.427	1.174	2.331	7.718
Sicilia	6.580	3.976	1.697	10.218	15.921	4.382	42.774
Sardegna	43	400	1.796	1.176	120	1.536	5.071
<b>ITALIA</b>	<b>42.024</b>	<b>120.137</b>	<b>89.429</b>	<b>103.614</b>	<b>48.619</b>	<b>83.606</b>	<b>487.429</b>
<b>Nord - Centro</b>	<b>34.231</b>	<b>111.166</b>	<b>68.441</b>	<b>82.217</b>	<b>23.359</b>	<b>64.526</b>	<b>383.940</b>
<b>Mezzogiorno</b>	<b>7.793</b>	<b>8.971</b>	<b>20.988</b>	<b>21.397</b>	<b>25.260</b>	<b>19.080</b>	<b>103.489</b>

Fonte: Istat - Rilevazione sulla distribuzione per uso agricolo dei fertilizzanti



**Bibliografia**

- ADUA M. (2000) – La distribuzione dei fertilizzanti in Italia. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo*, n. 4 - Vol. 49/ 2000, S.I.S.S., Roma
- ADUA M. (2001a) – Attività del Gruppo di lavoro 2 “Monitoraggio”. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo*, n. 4 - Vol. 50/ 2001, S.I.S.S., Roma
- ADUA M. (2001b) – L'immissione al consumo, per uso agricolo, dei fertilizzanti. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo*, n. 4 - Vol. 50/ 2000, S.I.S.S., Roma
- AUTORI VARI (1999) - Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, n. 5 - Vol. 48/1999, S.I.S.S., Roma
- BENEDETTI A., DE BERTOLDI S. (1999) - I concimi organo-minerali. Supplemento all'Informatore agrario n.47/1999
- Istat (1991-2002a) - Statistiche dell'agricoltura - Anni 1990 - 2000, ISTAT, Roma
- Istat (1991-2002b) - Annuario statistico italiano - Anni 1990-2001, ISTAT, Roma
- Istat (1992-2002) - Statistica del commercio con l'estero - Anni 1991-2001, ISTAT, Roma
- Istat (2002a) - La produzione delle industrie dei prodotti chimici e delle fibre sintetiche artificiali - Statistica trimestrale - Anno 1999. Informazioni, ISTAT, Roma
- Istat (2002b) - Bollettino mensile di statistica n. 1/2002, ISTAT, Roma
- Legge n. 748 (1984) - Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti. Supplemento ordinario n. 64 della Gazzetta Ufficiale n. 305 del 6 novembre 1984.
- PERELLI M. (2002) - Norme per la disciplina dei fertilizzanti. Arvan, Mira - Venezia, 2000
- SEQUI P., BENEDETTI A. (1999) - I concimi organici. Supplemento all'Informatore agrario n.47/1999
- TRINCHIERI R. (1995) - Industrie chimiche in Italia dal 1800 ad oggi, Manoscritto.



## *L'IMPIEGO DEI CONCIMI A LENTA CESSIONE PER INCREMENTARE L'EFFICIENZA DI UTILIZZAZIONE DELL'AZOTO*

A. Caruso, F. Ferrotti, L. Gristina, I. Poma, S. Saladino

Dipartimento A.C.E.P. - Facoltà di Agraria  
Università degli Studi di Palermo

L'efficienza di utilizzazione dell'azoto (NUE) per le produzioni cerealicole è circa del 33% (Raun e Johnson, 1999) mentre il restante 67% rappresenta, in termini economici, una perdita mondiale annua di 15,9 miliardi di dollari di concime azotato. Dal punto di vista ambientale, inoltre, sia l'effetto serra (protossidi di azoto) sia i processi di eutrofizzazione delle acque, oltre a generare un costo sociale difficilmente quantificabile, sono fenomeni correlabili alla bassa efficienza di utilizzazione di questo elemento.

La bassa efficienza del fertilizzante azotato deriva principalmente: dalle emissioni gassose della pianta, dalla denitrificazione del terreno, dallo scorrimento superficiale delle acque, dalla volatilizzazione dell'ammoniaca e dal dilavamento dei nitrati.

Per aumentare la NUE dei cereali va, quindi, adottato un approccio sistematico che comprenda: 1) l'uso di genotipi con alta efficienza di utilizzazione dell'azoto; 2) l'utilizzo di concimi stabilizzati (a lenta cessione) in grado di rilasciare i nutrienti in relazione alle richieste colturali; 3) tempi, dosi e modalità di distribuzione dei concimi che tengano conto delle esigenze delle piante e dei fenomeni ambientali cui si confronteranno; 4) tecniche di "precision farming" che permettono un migliore dosaggio del fertilizzante in funzione delle disponibilità nel terreno, dell'andamento termopluviometrico e della richiesta delle colture.

Alla luce di quanto detto la razionalizzazione della concimazione azotata in agricoltura è un'esigenza che si va sempre più avvertendo negli ultimi anni, da un lato per la sempre maggiore diffusione di una agricoltura sostenibile, dall'altro per la spinta dei nuovi orientamenti comunitari rivolti alla protezione della salute umana, animale e al rispetto dell'ambiente.

## Materiali e metodi

La ricerca ha voluto valutare l'efficacia produttiva ed ambientale di cinque diversi sistemi di gestione del fertilizzante azotato sul frumento duro.

La prova è stata realizzata nell'annata 2000/2001 presso l'Azienda Sperimentale Sparacia (AG, 37°37' N - 13° 42' E) del Dipartimento ACEP dell'Università di Palermo, località rappresentativa dell'interno collinare siciliano caratterizzata da clima sub-arido con piovosità media annua pari a circa 500 mm concentrata nel periodo autunno invernale, con temperature minime e massime medie rispettivamente di 9 e 21 °C. Il terreno, rappresentativo dei pedotipi dell'area, è un vertisuolo di media fertilità posto in leggero pendio.

Il letto di semina è stato preparato previa aratura estiva (su una precessione a trifoglio alessandrino) a 30 cm di profondità e due successive erpicature autunnali.

La semina del frumento duro è avvenuta l'01/12/2000, distribuendo 350 semi germinabili m<sup>-2</sup>. La coltura è stata concimata con 80 kg ha<sup>-1</sup> di azoto e 92 kg ha<sup>-1</sup> di anidride fosforica.

Il disegno sperimentale adottato è stato un blocco randomizzato con tre repliche, nel quale sono state poste a confronto 10 tesi, combinando fattorialmente due varietà di frumento duro (cv. Simeto e cv. Valbelice) e cinque trattamenti fertilizzanti (Convenzionale Semina, Convenzionale Frazionata, Entec Semina, organico N8 Semina, Organo-minerale Frazionata):

1)-Convenzionale Semina (Conv S): l'azoto è stato distribuito alla semina sotto forma di fosfato biammonico (36 kg di azoto ha<sup>-1</sup>) e urea (44 kg di azoto ha<sup>-1</sup>);

2)-Convenzionale Frazionata (Conv F): una parte di azoto (fosfato biammonico) è stata distribuita alla semina (36 kg di azoto ha<sup>-1</sup>), il resto durante la fase di inizio-accestimento sotto forma nitro-ammoniacale (44 kg di azoto ha<sup>-1</sup>);

3)-Entec Semina (Entec): l'azoto è stato distribuito integralmente alla semina utilizzando l'Entec (25-15), un concime stabilizzato grazie alla presenza dell'inibitore della nitrificazione 3,4 DMPP (3,4 Dimetilpirazolo-fosfato) che agisce inibendo temporaneamente l'attività dei batteri *Nitrosomonas* (Tesi e Zerulla, 1999);

4)-Organico N8 Semina (N8): l'azoto è stato distribuito integralmente alla semina utilizzando letame pellettato con un titolo di azoto pari a 8;

5)-Organo-minerale Frazionata (Org-min F): una parte di azoto è stata distribuita alla semina (36 kg di azoto ha<sup>-1</sup>) utilizzando un concime organo-minerale (12-24), il resto durante la fase di inizio-accestimento sotto forma nitro-ammoniacale (44 kg di azoto ha<sup>-1</sup>).

Complessivamente la prova sperimentale era composta da 30 parcelle aventi una superficie unitaria di 40 m<sup>2</sup>; inoltre per garantire la rotazione con la leguminosa nel campo erano presenti anche due parcelloni di trifoglio alessandrino sui quali l'anno successivo è stato avvicendato il frumento.

I trattamenti di fertilizzazione Conv. S e Conv. F corrispondono alle concimazioni effettuate ordinariamente dagli agricoltori della zona. Le altre tesi sono assimilabili invece a gestioni a ridotto o minimo impatto ambientale potenzialmente inseribili nella realtà agricola dell'ambiente di prova.

Le cinque tesi sono state testate su due varietà a diversa attitudine: il Simeto, varietà molto produttiva ma anche molto esigente in termini di apporti azotati; il Valbelice, varietà invece molto rustica e vigorosa con una grande capacità di adattamento ma con un potenziale produttivo generalmente inferiore in condizioni ottimali.

Alla raccolta sono stati rilevati sulle piante i seguenti caratteri: altezza pianta, n° spighe m<sup>2</sup>, produzione areica di granella, numero spighe per spiga, numero carioidi spiga; sulla granella: carioidi striminzite, peso ettolitrico, umidità.

Sullo sfarinato integrale della granella sono state eseguite le seguenti analisi: Umidità sfarinato (%), Sostanza secca (%), Sostanze azotate (N% x 5.7 = Proteine % s.s.), Glutine secco (%s.s.), Indice di glutine (%), indice di sedimentazione (ml), ceneri (% s.s.).

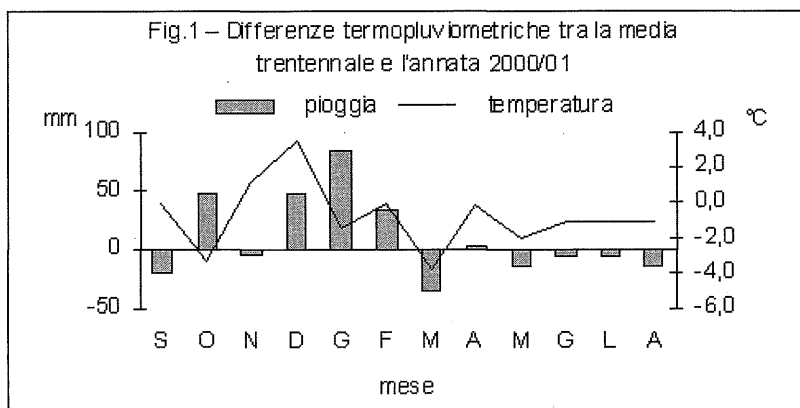
Nel suolo, durante la fase di botticella del frumento (1° decade di Aprile), sono stati prelevati all'interno delle parcelle sperimentali cinque campioni di terreno, per la determinazione del contenuto di nitrati e di ammonio. Gli strati campionati corrispondono alle profondità 0-30 cm e 30-60 cm, maggiormente esplorati dall'apparato radicale del frumento.

L'estrazione dei nitrati dal terreno è stata effettuata utilizzando un rapporto terreno/acqua di 1:5; la concentrazione è stata misurata sugli estratti acquosi con un cromatografo ionico "Dionex 120". L'ammonio è stato invece rilevato mediante estrazione con KCl 2 M e successiva determinazione colorimetrica attraverso spettrofotometria.

I dati ottenuti sono stati sottoposti alla analisi della varianza e le differenze fra le medie sono state apprezzate con il test di Tukey.

### Andamento termopluviometrico

Durante l'anno di prova la piovosità registrata (635 mm) è risultata decisamente superiore alle medie poliennali (518 mm); ben 357 mm di pioggia sono stati registrati nel periodo intercorrente tra la concimazione di semina e quella di copertura (1° decade di febbraio) con un surplus rispetto alle medie trentennali di circa 170 mm (Fig. 1). Le temperature medie dell'annata, tranne che nel mese di Marzo, si sono mantenute sempre superiori alle medie poliennali.



## Risultati e Discussione

### Aspetti produttivi

Il fattore "fertilizzazione" ha dato luogo a risultati produttivi, in termini di resa unitaria, statisticamente diversi (Tab. 1).

La tesi Conv F è risultata la concimazione azotata più efficace con una media di campo di 4,98 t ha<sup>-1</sup> seguita dalla tesi organo-minerale con 4,72 t ha<sup>-1</sup> di produzione granellare. Le tre rimanenti tesi hanno invece conseguito risultati produttivi statisticamente più bassi con medie di campo di 4,10, 4,18 e 4,20 t ha<sup>-1</sup> rispettivamente per le tesi Conv S, Entec e N8.

Tabella 1. Analisi della varianza dei principali caratteri produttivi, merceologici e qualitativi del frumento duro

	Repliche Fertilizzazione			Varietà (V)	F X V	errore		
	(R)	(F)				(f-1)(v-1)	(r-1)(fv-1)	
Gradi di libertà	r-1	f-1		v-1	(f-1)(v-1)	(r-1)(fv-1)		
	2	4		1	4	18		
Resa	1.19	73.48	**	310.99	**	19.21	**	3.15
Carios. X Spiga	2.75	17.48	**	3.50	ns	4.48	**	2.14
Spighe m <sup>2</sup>	140.03	4082.12	**	21280.03	**	41.95	ns	435.26
Peso 1000 semi	0.01	0.01	ns	16.21	**	0.01	ns	0.00
Altezza pianta	10.97	22.71	**	10546.88	**	1.81	ns	4.27
Peso ettolitrico	0.02	0.05	ns	7800.36	**	0.03	ns	0.00
Caris. Striminz	17.73	3.76	ns	346.8	**	7.76	ns	9.00
Proteine	0.08	0.02	ns	9.63	**	0.08	ns	0.21
Glutine	0.24	0.08	ns	45.72	**	0.21	ns	0.27
Indice di Glutine	0.34	8.33	**	49881.52	**	1.42	ns	0.79
SDS	0.28	5.79	**	1313.41	**	0.77	ns	0.98
Umidità granella	0.01	0.37	ns	2.12	*	0.39	ns	0.34

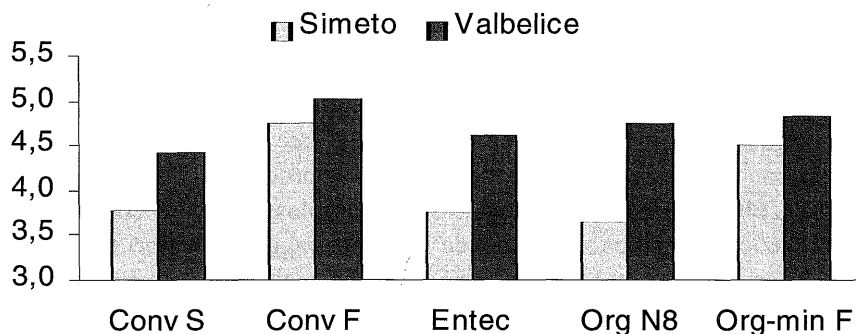
\*\* , significativo per P=1%; \* , significativo per P=5%; ns, non significativo

La media di campo della varietà "Valbelice" è stata di 4,73 t ha<sup>-1</sup> contro una produzione della varietà "Simeto" di 4,08 t ha<sup>-1</sup>.

L'interazione di primo ordine "fertilizzazione x varietà" è risultata significativa (Fig.2). Sulla varietà "Valbelice", le differenze tra gli effetti dei vari trattamenti fertilizzanti, fortemente influenzati dagli eventi piovosi del periodo Dicembre-Gennaio, sono risultate poco evidenti; verosimilmente l'apparato radicale vigoroso della varietà ha permesso il recupero di parte dei nitrati dilavati negli strati più profondi. Al contrario il Simeto, che ha risentito dei deficit azotati, è risultato più reattivo ai trattamenti fertilizzanti.

t ha<sup>-1</sup>

Fig. 2 - Resa unitaria



L'andamento climatico ha favorito le tesi "Conv F" e "Org-min F", nelle quali l'effetto dilavante provocato dalle abbondanti piogge di Dicembre-Gennaio ha interessato soltanto la frazione di fertilizzante distribuita alla semina, la quale peraltro è stata probabilmente interessata da fenomeni di denitrificazione, con emissione di  $N_2O$  gassoso, provocati da fenomeni di ristagno idrico (Alexander, 1977).

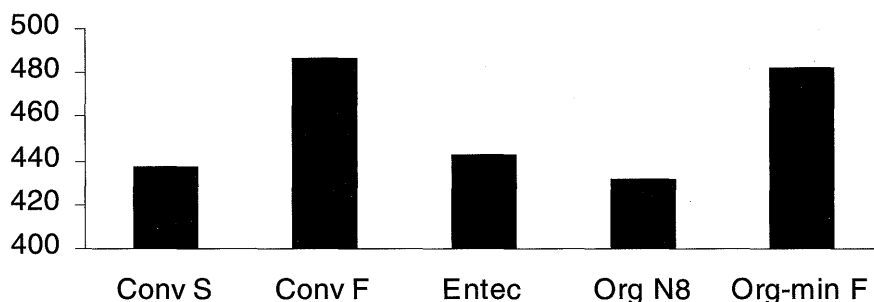
### Componenti della resa

Le componenti, che hanno contribuito alla performance produttiva, statisticamente differenti per il fattore "fertilizzazione" sono risultate:

- il numero di spighe per unità di superficie (Fig. 3); complessivamente più elevato nella varietà Valbelice dotata di un più alto indice di accestimento; nelle tesi Conv F e Org-min F sono stati registrate densità di spighe per unità di superficie, su entrambe le varietà, del 15% più elevate rispetto alle altre tesi concimazione;

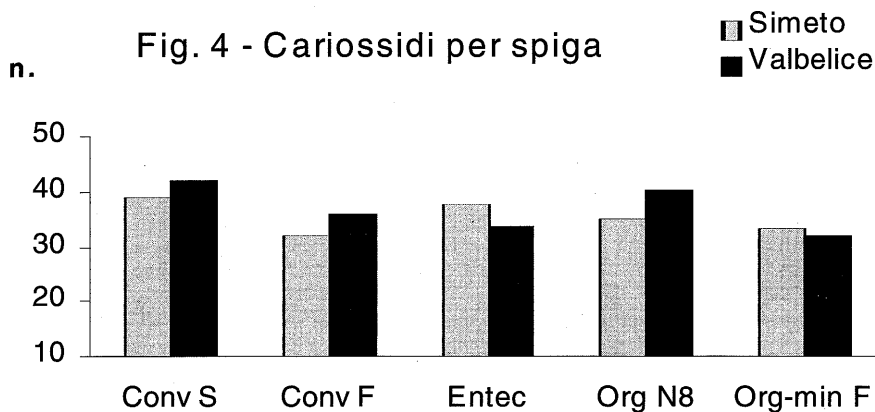
n.

Fig. 3 - Spighe  $m^{-2}$



- il numero di cariossidi per spiga (Fig. 4); questo carattere è invece risultato superiore nelle tesi con resa unitaria minore, la tesi Conv S ha raggiunto i valori massimi (circa 40 cariossidi per spiga) mentre al contrario le tesi con fertilizzazione di copertura hanno prodotto 32-33 cariossidi per spiga. L'effetto sulle due varietà è stato complessivamente controverso, la concimazione organica sul Valbelice ha infatti raggiunto valori elevati (circa 40 cariossidi per spiga) mentre sul Simeto ha registrato valori minori (circa 35). Analogamente la tesi Entec con un numero di cariossidi elevato nel Simeto (38,5) nel Valbelice ha invece registrato un valore minore (33,5).



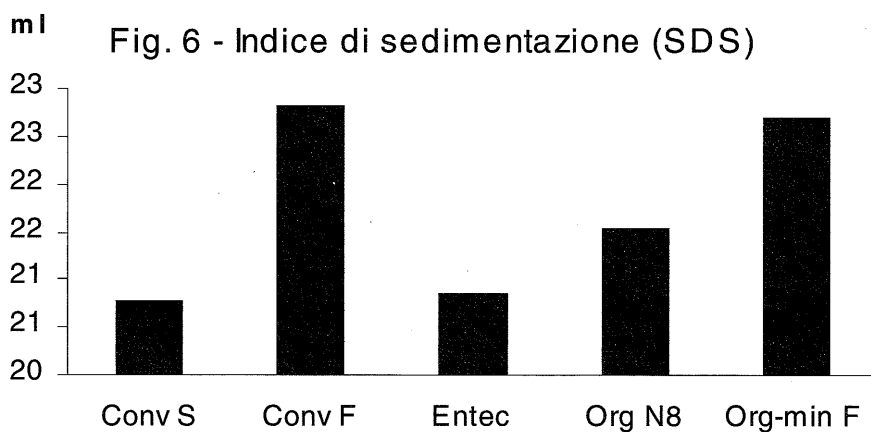
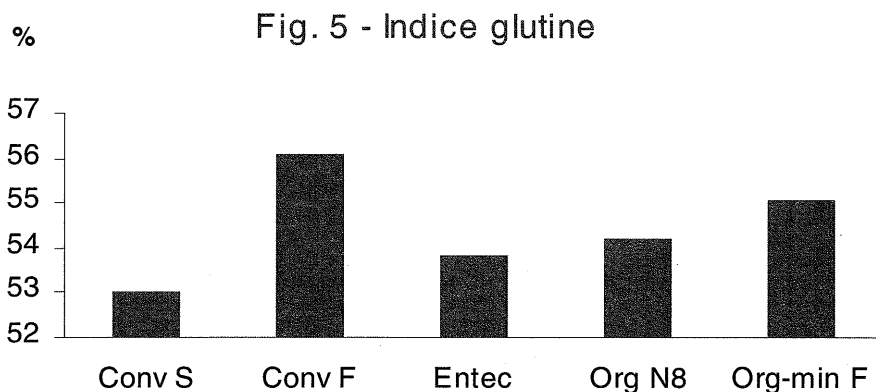


### Aspetti merceologici e qualitativi

La tesi "concimazione" ha influenzato poco il contenuto proteico e in glutine. Le due varietà hanno invece dato una risposta diametralmente opposta: il Simeto ha raggiunto livelli di azoto proteico e glutine secco medio-bassi, con valori medi rispettivamente dell'11% e dell'8,6% sullo sfarinato integrale; nel Valbelice la dotazione proteica è stata più elevata con valori medi del 12-13% mentre il glutine ha raggiunto un livello sensibilmente elevato (10,9%).

Le analisi delle caratteristiche del glutine umido hanno messo in evidenza diversi aspetti. Dal punto di vista varietale la qualità del glutine della cv Simeto è stata nettamente superiore sia in termini di tenacità (indice di glutine medio del 95,2%) che di sedimentazione (28 ml), mentre la cv Valbelice, come era prevedibile, si è attestata su livelli scadenti con indice di glutine del 13,7% e SDS di 15 ml.

I trattamenti fertilizzanti con concimazione di copertura hanno tuttavia incrementato i livelli di indice di glutine e di SDS rispettivamente di 2-3% e di 1-2 ml (Fig.5 e Fig.6) evidenziando come le stesse dosi di azoto fornite in momenti e modalità diversi possano influenzare il livello qualitativo delle produzioni.



### **Concentrazione di nitrati e ammonio nel terreno**

I valori dei nitrati del terreno sono variati fortemente in relazione alla fertilizzazione adottata. La concentrazione di nitrati durante la fase di botticella, stadio fenologico determinante per la formazione di una spiga produttiva, è risultata superiore nelle due tesi con fertilizzazione di copertura sia negli orizzonti 0-30 che 30-60 cm (Fig. 7 e Fig. 8). Infatti la Conv F e la Org-min F hanno fatto registrare, nell'orizzonte 0-30 cm, un incremento di nitrati nel terreno del 10,61% e del 12,38% rispetto alla tesi di riferimento Convenzionale S. Nella tesi N8, nella quale sono stati registrati i livelli di azoto nitrico più bassi, la concentrazione di nitrati è evidentemente connessa al basso tasso di mineralizzazione dell'azoto organico.

Fig. 7 - Valori percentuali dei nitrati dell'orizzonte 0-30 cm  
(Conv. Semina=100)

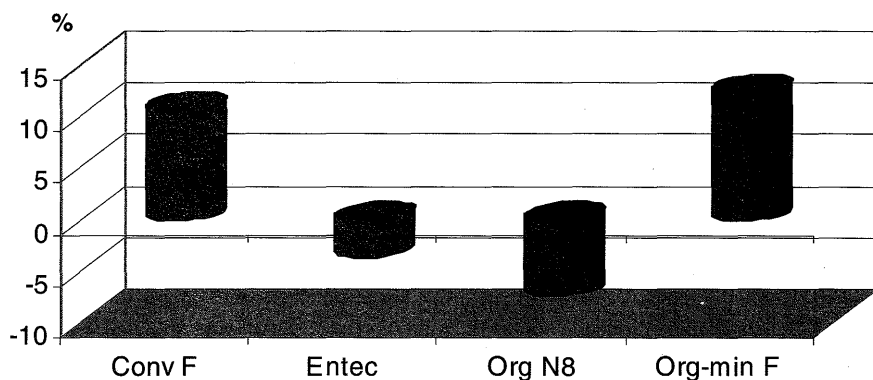
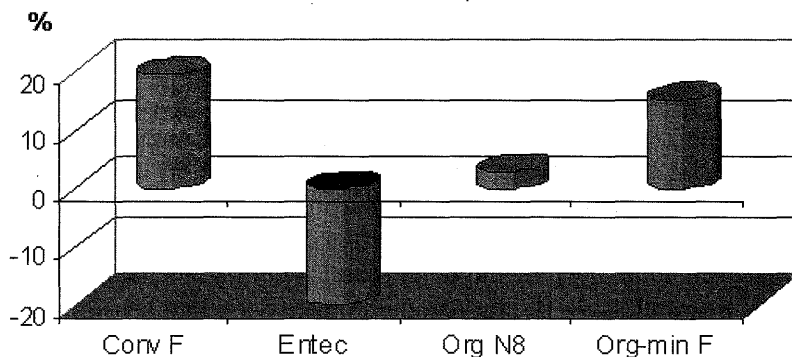


Fig. 8 - Valori percentuali dei nitrati dell'orizzonte 30-60 cm (Conv. Semina=100)

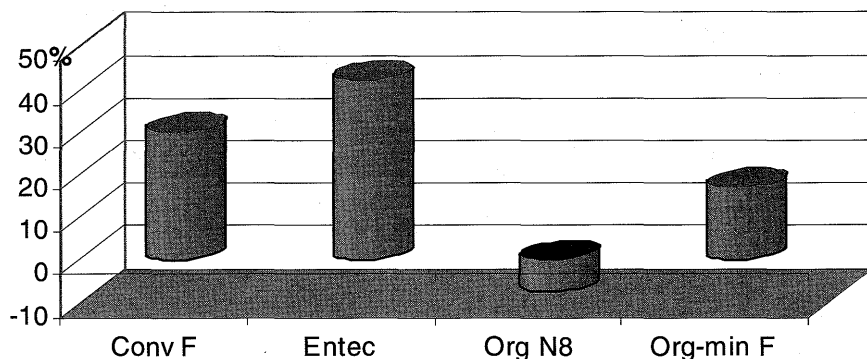


Anche nell'orizzonte 30-60 cm le tesi con concimazione di copertura hanno raggiunto i valori più elevati di nitrato rispetto alla convenzionale S (+19.68% e +15.33% nelle tesi Conv F e Organo-min F), la concimazione organica si attesta su valori comparabili, mentre i bassi valori riscontrati nella tesi Entec sembrano indicare che l'inibitore della nitrificazione abbia rallentato lo spostamento dei nitrati negli strati più profondi (-19,84%).

L'azoto ammoniacale ha raggiunto i valori più elevati nella tesi Entec (+42,28%) (Fig.9) rispetto alla tesi Conv. S. Evidentemente la presenza del DMPP ha rallentato i processi di nitrificazione provocando un ac-

cumulo di ammonio. Le tesi Conv. F ed Org-min F hanno presentato, come già riscontrato per i nitrati, concentrazioni di ammonio più elevate del Convenzionale S (rispettivamente +30,14%, +17,03%).

Fig. 9 - Valori percentuali dell'ammonio dell'orizzonte 0-30 cm  
(Conv. Semina=100)



### **Conclusioni**

La concimazione frazionata ha consentito un utilizzo dell'azoto, da parte della pianta, più efficiente sia in termini di resa sia in termini qualitativi; la buona performance produttiva del trattamento frazionato, non accompagnata da un decremento delle proteine della granella, ha garantito il raggiungimento di livelli di produzione proteica per ettaro sensibilmente superiori ai trattamenti alla semina.

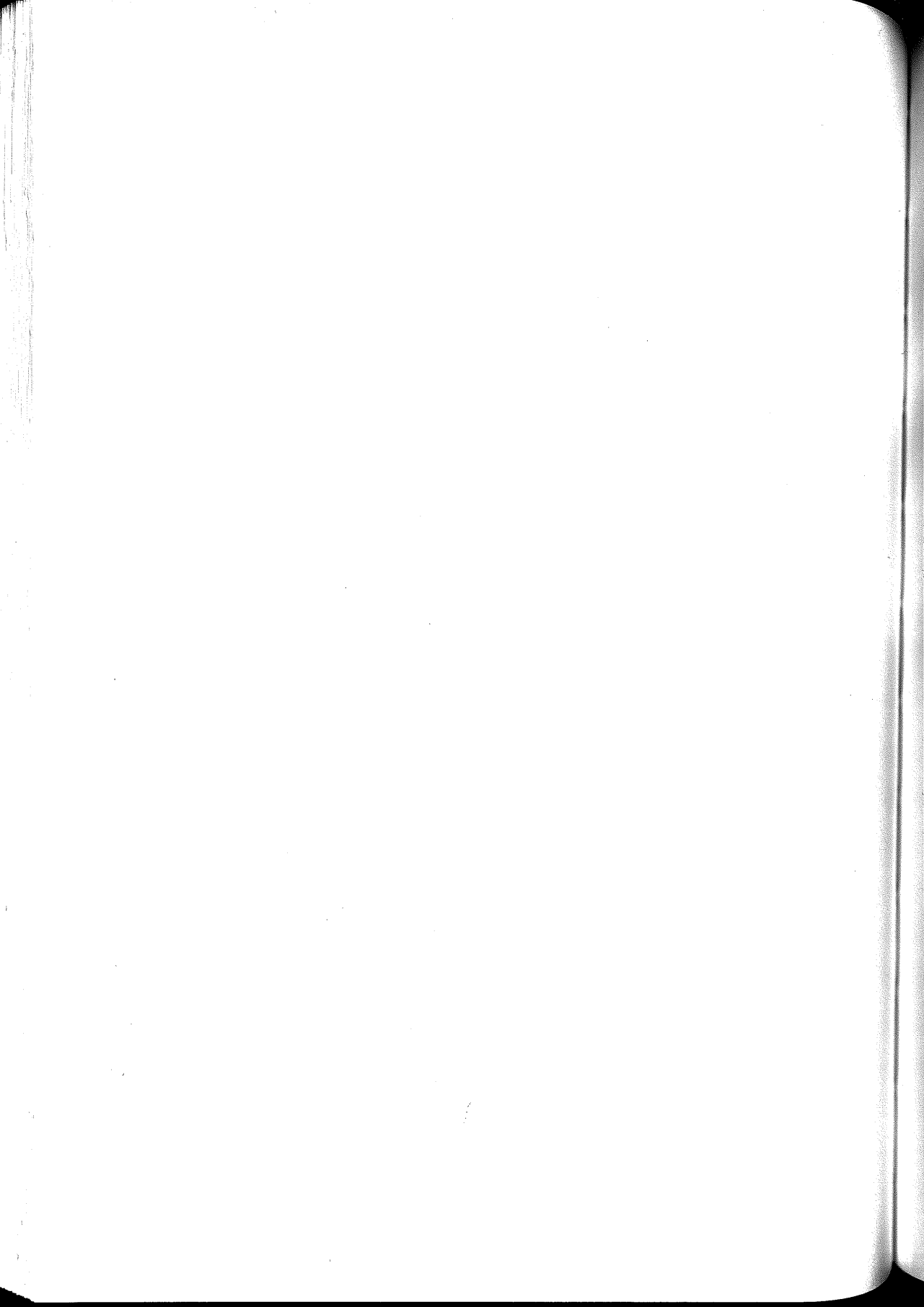
Per una valutazione agronomica più completa ed oggettiva delle diverse fertilizzazioni si deve però tener conto, oltre che del già citato effetto annata, anche dei benefici effetti residui delle concimazioni di tipo organico da verificare sulle colture successive. Inoltre ai vantaggi agronomici derivanti dalla somministrazione frazionata del fertilizzante corrispondono dei costi maggiorati per la distribuzione del concime in copertura. Un bilancio complessivo delle diverse modalità di fertilizzazioni richiede quindi un periodo di prova più lungo che permetta una valutazione agronomica, ambientale ed economica quanto più ampia e approfondita possibile.

### **Ringraziamenti**

Si ringrazia per la fornitura dei fertilizzanti "Natural N8" e "Nutrigran" il sig. Notaro Nicola della "SCAM". Si ringraziano inoltre per la fattiva collaborazione durante la fase analitica il sig. Manfredi Buscemi.

### **Bibliografia**

- ALEXANDER M. (1977). Introduction to soil Microbiology:225-250 -John Wiley & Sons(ed)
- BOWER C.A., WILCOX L.V. (1965). Soluble salts. In: Methods of soil analysis (C.A. Black Ed.) SSSA Book Series n.5 . ASA and SSSA, Madison, Wi, USA.
- BREMNER J.M., YEOMANS J.C. (1987). Effects of nitrification inhibitors on denitrification of nitrate in soil. *Biology and fertility of Soils* 2:173-179.
- Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana (1993). Metodi ufficiali di analisi per le sementi - Decreto Ministeriale 22 Dicembre 1992.
- MULVANEY, R.L. (1996). Nitrogen-inorganic forms. In Bigham, J.M. ed. *Methods of soil analysis part 3: chemical methods*. Soil Science Society of America, Inc. Madison, WI. pp. 1123-1184.
- Norme: UNI 10266, 10273, 10274, 10275, 10277, 10281, 10690.
- PRASAD R., POWER J.F. (1995). Nitrification inhibitors for agriculture, health and the environment. *Advances in Agronomy* 54:223-281.
- RAUN W.R. AND JOHNSON G.V. (1999). Improving Nitrogen Use Efficiency for Cereal Production- *Agron. J.* 91:357-363 .
- TESI D. E ZERULLA W. (1999). L'impiego dell'inibitore della nitrificazione 3,4 DMPP su frumento duro: effetti sulla produttività e sulla dinamica dei nitrati nel suolo - *Boll. SISS* n.48:867-872.



## *TAVOLA ROTONDA:*

### *LA FILIERA DEI FERTILIZZANTI ORGANICI*

La Tavola Rotonda è stata preceduta da un intervento introduttivo di M. Adua, dirigente ISTAT sulla: "Produzione e commercio dei fertilizzanti organici".

Rapporteur: S. de Bertoldi

Nel suo intervento il Dr. Adua ha illustrato le tendenze del mercato dei fertilizzanti dall'anno 1997 al 2000, rilevando una carenza nell'esportazione di fertilizzanti italiani, rispetto all'importazione. Infatti per ogni tonnellata di fertilizzante esportato, ci sono 6 tonnellate di fertilizzanti che vengono importati nel nostro paese. Tuttavia la tendenza all'export è in sensibile aumento (+19%) e quella all'import in lenta diminuzione (-3%).

Per quanto riguarda il consumo di fertilizzanti si registra una diminuzione dei concimi minerali (-20%) ed un aumento dei concimi organici e soprattutto degli ammendanti, il cui uso è in questo periodo più che raddoppiato, a conferma della maggiore attenzione alle politiche a favore della tutela ambientale e dell'agricoltura biologica.

Rimane tuttavia l'esigenza di incrementare l'utilizzo di fertilizzanti organici ed organo-minerali in Italia, che rappresenta ad ora solo il 15% della fertilizzazione totale. Vengono di seguito invitati dalla Dott.ssa Anna Benedetti quale moderatore del dibattito ad intervenire alla discussione il Dott. N. Salvo in rappresentanza dei produttori (Assofertilizzanti) il Dott. C. Nigro ed il Prof. C. Ciavatta come rappresentanti della Commissione e del mando della ricerca. La Dott.ssa Rita Maestro ed il Dott. Vincenzo Di Carlo per il controllo (rispettivamente Ispettorato Centrale Repressione Frodi e ISNP - Analisi di revisione) ed infine il Dott. Trifletti per i consumatori (Confagricoltura). Apre il dibattito il Dott. Salvo che descrive l'esperienza nel gruppo fertilizzanti del CEN, ed il lavoro svolto al fine di disciplinare fertilizzanti organici a livello europeo, alla luce anche delle problematiche dovute dalla BSE. Lavoro che fino ad ora non ha avuto seguito, in quanto nel nuovo Regolamento CE sui fertilizzanti di prossima emanazione, sono stati esclusi i concimi organici ed organo-minerali

Si sottolinea quindi l'esigenza di creare un testo unificato delle Direttive CE, che disciplini anche la materia dei fertilizzanti organici ed organo-minerali.

Il Dr. Nigro invece esprime dei dubbi sull'importanza di un'armonizzazione a livello Europeo della legislazione dei fertilizzanti organici,

in quanto ci sono troppe differenze da paese a paese per quanto riguarda le esigenze e l'utilizzo.

Sostiene invece che sia fondamentale un aggiornamento della nostra legge 748/84, che pur essendo una delle migliori a livello europeo, presenta tuttavia aspetti da aggiornare, come ad esempio i limiti dei metalli pesanti.

Il Prof. Ciavatta al contrario sostiene l'esigenza di costituire una normativa comune per gli Stati membri, che fissi le regole per l'uso agronomico di matrici molto diverse da paese a paese.

Il Dr. Nigro sottolinea l'esigenza di stabilire limiti di metalli pesanti diversi nei fertilizzanti utilizzati a seconda del tipo di suolo (e quindi da paese a paese).

Il Dr. Trifletti (direttore area ambiente, Confagricoltura) afferma l'importanza della tracciabilità del prodotto e certificazione sia del prodotto che del processo come forma evoluta di assistenza tecnica. Evidenzia poi – a titolo esemplificativo gli aspetti da considerare per avere un compost di qualità e quindi l'esigenza di maggiori controlli qualitativi sul prodotto sfuso:

- stabilizzazione del prodotto
- compatibilità ambientale
- effettivo apporto di elementi nutritivi.

Il ruolo delle Regioni nella promozione dell'uso del compost deve farsi più costante e attento alle esigenze degli agricoltori.

Infine si sottolinea la forte dipendenza del mercato dalla grande distribuzione.

La Dr.ssa Maestro interviene ribadendo la mancanza di strumenti concreti per il controllo e la repressione delle frodi, sia a livello legislativo (occorre un aggiornamento della legge 748/84) che come sviluppo di nuovi metodi di analisi.

Ad oggi non ci sono ancora ad esempio metodi ufficiali per il rilevamento delle matrici organiche nei fertilizzanti.

Il Dr. Di Carlo a supporto di quanto affermato dalla Dott.ssa Maestro solleva il problema della libera circolazione delle merci in Europa e quindi della possibilità di fabbricare prodotti scadenti fuori dell'Italia, che poi possono essere immessi sul mercato italiano senza essere sottoposti alla legislazione vigente. A questo giro di tavolo segue un vivace dibattito ed uno degli aspetti più discussi riguarda proprio la qualità dei prodotti.



Il Dr. Canali sostiene di fondamentale importanza potere avere un controllo sulle materie prime, oltre che di processo e di prodotto, riferendosi in particolare all'utilizzo di matrici organiche in agricoltura biologica, di cui spesso non si conosce la provenienza.

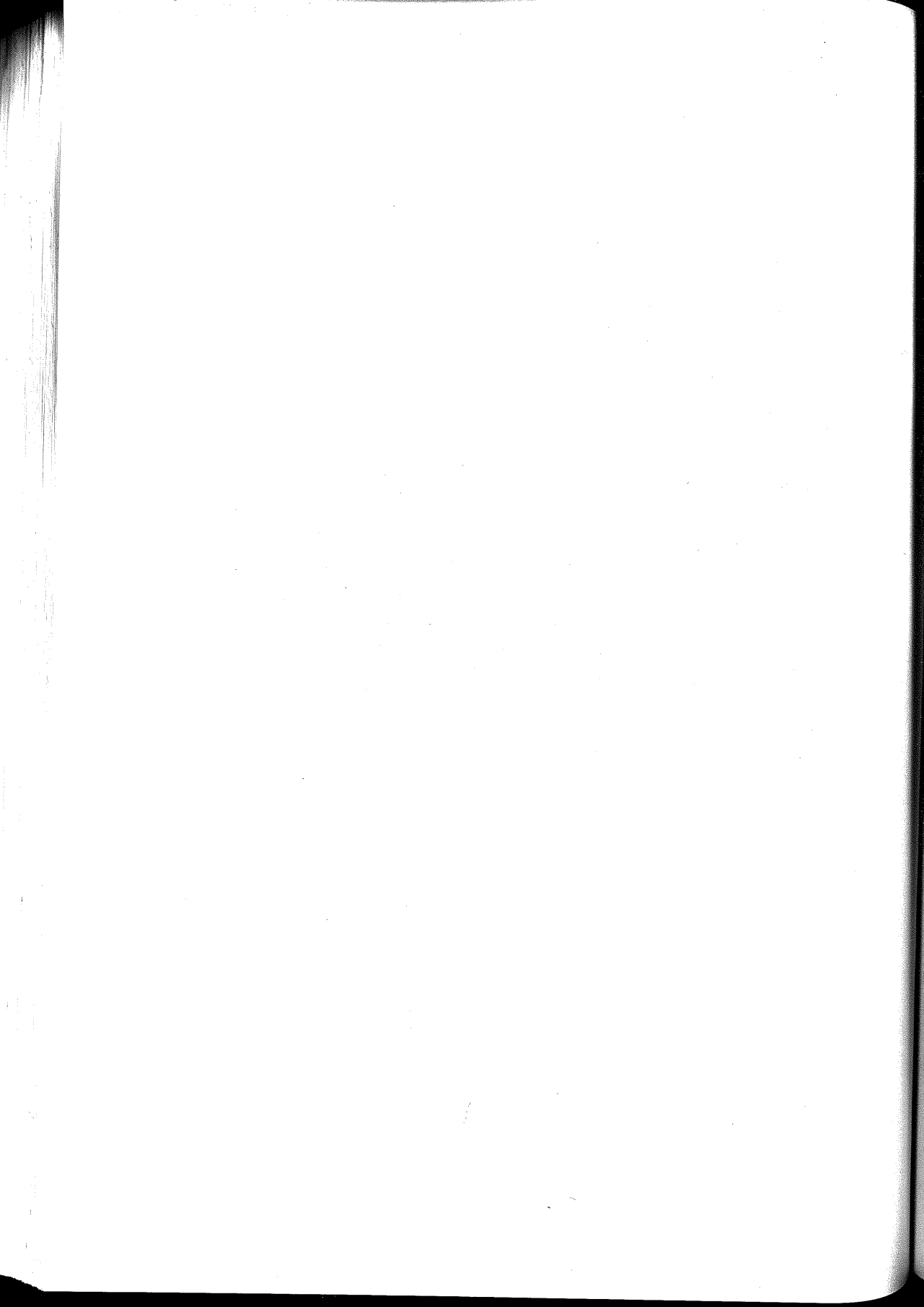
Il Dott. Manstretta interviene ricordando che a livello di Assofertilizzanti è ormai operante da un certo numero di anni l'Istituto per il controllo della qualità al quale aderiscono volontariamente le diverse ditte al fine di ottenere una autenticazione di qualità delle loro produzioni.

Il Dott. Salvo riprende la parola per sottolineare ancora i due problemi principali emersi dalla tavola rotonda:

incompletezza delle normative nazionali e comunitarie e quindi uno sforzo da parte delle istituzioni per tentare di sanare questi vuoti originariamente oltre che di confusione soprattutto di frodi.

esigenza di autocertificazione di qualità da parte delle ditte attraverso i mezzi che attualmente vengono messi a disposizione dagli organismi internazionali quali ad esempio ISO, CEN, ecc.

Il Prof. Sequi invitato dalla Dott.ssa Benedetti a chiudere i lavori ribadisce l'esigenza di una sempre maggiore qualità nelle produzioni che garantisce poi una maggiore qualità in tutta la filiera agro alimentare e quindi una maggiore competitività dell'Italia sul mercato europeo, ma anche internazionale. Migliorare la qualità è possibile migliorando gli strumenti per la tracciabilità dei prodotti e dei processi, ma nel contempo anche le sanzioni ai trasgressori per le frodi commesse.

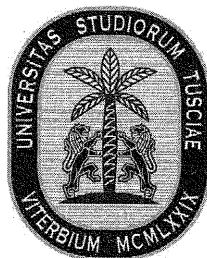




Ministero delle Politiche Agricole e Forestali  
Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo



Società Italiana della  
Scienza del Suolo



Università degli Studi  
della Tuscia

Convegno

**Presentazione dei manuali dei Metodi  
di Analisi di Microbiologia  
e Biochimica del Suolo**

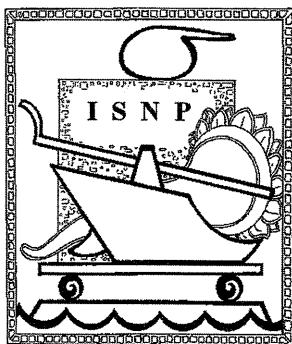
Viterbo

19 aprile 2002

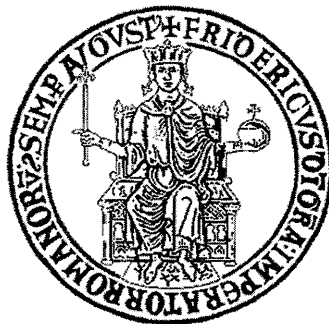
Aula Magna del Rettorato

Università della Tuscia

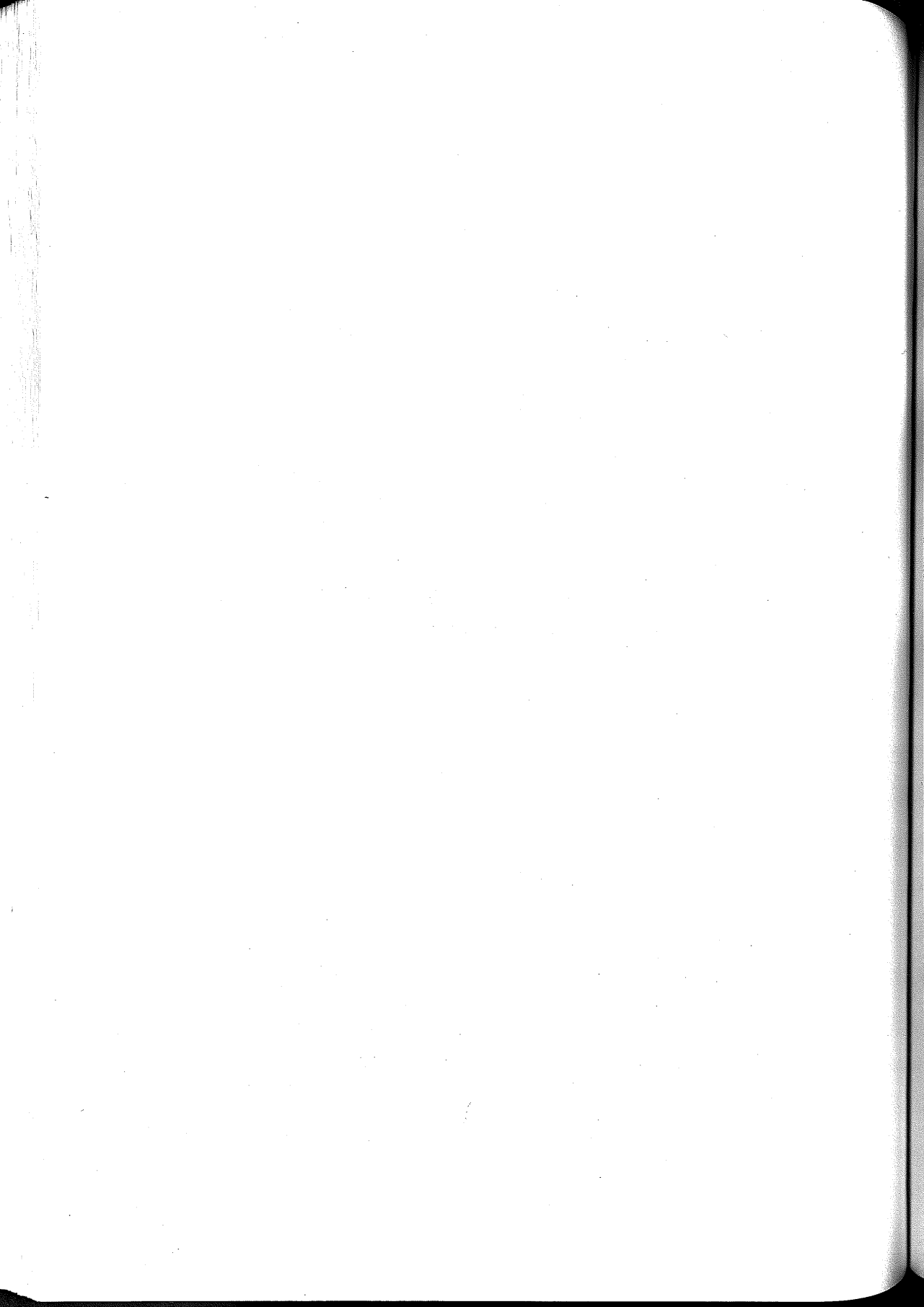
*Via San Giovanni Decollato, 1*



Istituto Sperimentale per la  
Nutrizione delle Piante



Università degli Studi di Napoli  
"Federico II"



## *PRESENTAZIONE*

La Commissione III "Biologia del Suolo" unitamente alla Commissione IV "Fertilità del suolo e Nutrizione della Pianta", della Società Italiana della Scienza del Suolo propone una giornata di studio sulle problematiche connesse alla diffusione e successivo utilizzo seriale dei Metodi di Microbiologia e Biochimica del Suolo.

Cogliendo l'occasione della presentazione dei Manuali della Collana dei metodi Analitici per l'Agricoltura diretta da Paolo Sequi di Microbiologia e di Biochimica del Suolo, si vuole promuovere una giornata di confronto tra le diverse competenze tecniche e scientifiche che operano nell'ambito della Microbiologia del Suolo. Mai come in questo momento arrivano al mondo della Microbiologia del Suolo richieste continue di aiuto da parte di operatori ed utenti ambientali per il monitoraggio, la conservazione e il ripristino della qualità e fertilità integrale del suolo. Una efficace risposta può scaturire solo dal superamento di numerosi ostacoli ancora esistenti sia di tipo scientifico che operativo.

Ben consapevoli che l'opera che si va a presentare non costituisce una proposta esaustiva di tutte le potenzialità offerte dalla Microbiologia moderna, essa, tuttavia, è la prima (e forse unica) raccolta organica di metodi classici di Microbiologia ufficializzati a livello Nazionale.

E' anche prevista una Tavola Rotonda dal titolo "L'Identikit del microbiologo moderno" il cui obiettivo è quello di promuovere una maggiore integrazione tra le diverse competenze coinvolte evidenziando nuove prospettive di sviluppo e sinergie intra e inter specifiche.

*PROGRAMMA*

Benvenuto ai partecipanti

- Magnifico Rettore
  - Coordinatore dell'Osservatorio Nazionale Pedologico per la Qualità del Suolo
- Presidente della SISS

A. Benedetti

Descrizione dell'opera

Potenzialità della microbiologia nella scienza del suolo

I. Cacciari

Metodi di Microbiologia del suolo

L. Gianfreda

Metodi di Biochimica del suolo

P. Nannipieri

Metodi innovativi di Microbiologia del suolo

Tavola rotonda

Identikit del microbiologo moderno

Moderatori: C. Sorlini e M. Nuti

---

Interventi programmati

Motivazioni di un manuale di microbiologia classica

G. Picci

Individuazione dell'utenza e difficoltà di trasferimento delle metodologie alla routine

S. Grego

Necessità e problemi pratici dell'utenza

M. Sbaraglia

Problematiche sottese alle diverse tipologie di metodo

S. Casella

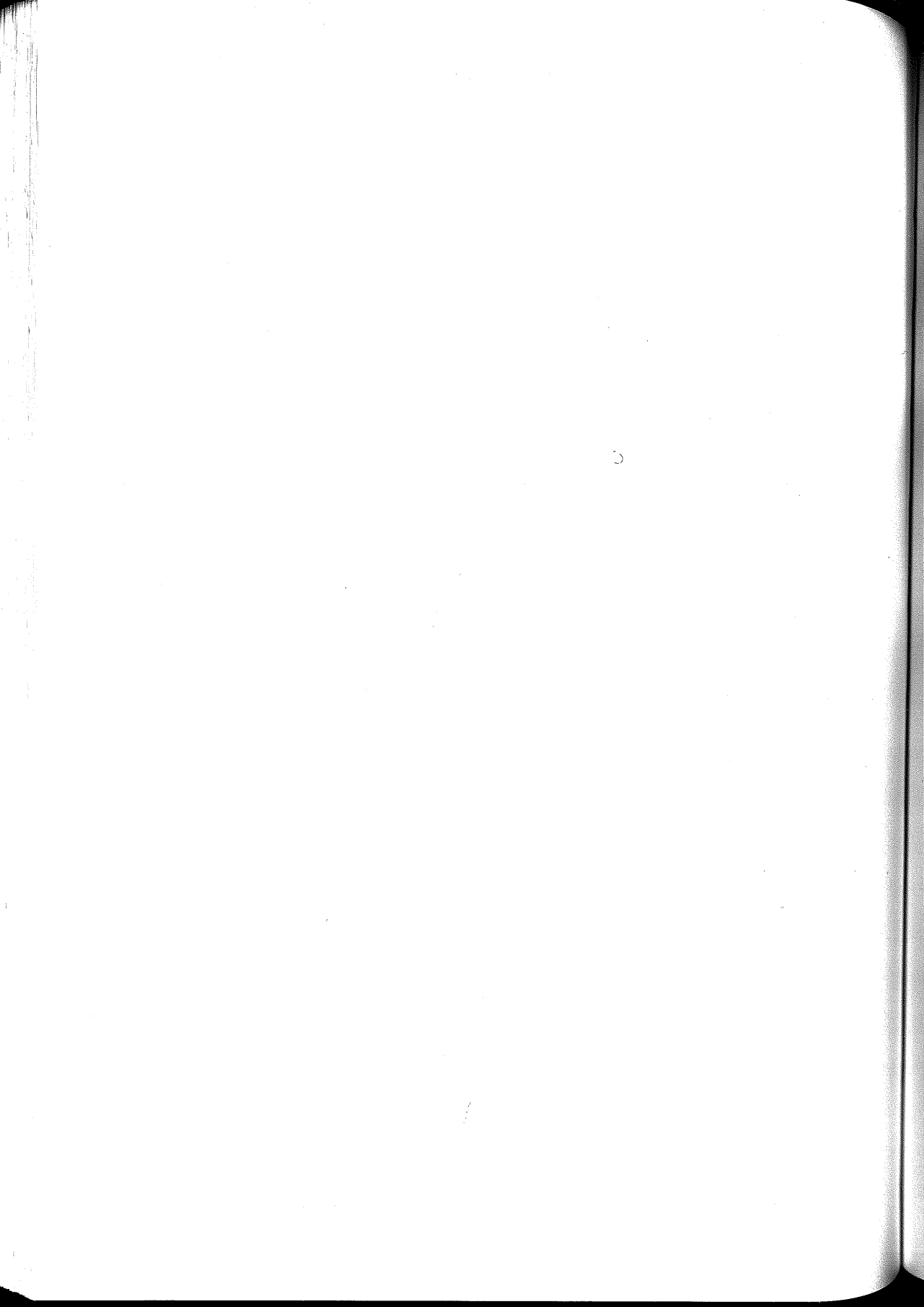
Sinergie di competenze intraspecifiche

L. Allievi

Sinergie di competenze interspecifiche

C. Dazzi, P. Ruggiero, A. Del Re

---





## *PRESENTAZIONE DEI MANUALI DI METODI DI ANALISI DI MICROBIOLOGIA E BIOCHIMICA DEL SUOLO*

Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 2/4 - Roma

### **Premessa**

La Collana dei Metodi Analitici per l'Agricoltura diretta da Paolo Sequi per il suolo, con la pubblicazione del volume di G. Picci e P. Nannipieri (coordinatori) "Analisi Microbiologica del Suolo", si arricchisce di un nuovo volume. È infatti fresco di stampa il Manuale di Analisi Microbiologica del Suolo. In esso vengono proposti i Metodi di Microbiologia del suolo classici, ma non per questo desueti. Essi costituiscono la base di tutti gli studi sui microrganismi del suolo, che hanno poi portato all'evoluzione dei metodi biochimici, di quelli ecofisiologici e molecolari.

Il manuale riporta innanzitutto un ampio capitolo dedicato al prelievo, alla preparazione e alla conservazione del campione da sottoporre ad analisi microbiologiche e biochimiche, capitolo importantissimo perché specie nei confronti della microbiologia del suolo queste pratiche, se scorrette, possono inficiare pesantemente il dato analitico. Successivamente vengono descritti e commentati i metodi per la valutazione delle cariche microbiche e gruppi generici, per i gruppi fisiologici di microrganismi e per la microflora fotosintetica ossigenica.

È importante sottolineare che questo manuale pur non proponendo argomenti particolarmente innovativi (forse potrebbero generare nel mondo scientifico qualche perplessità) costituisce invece una pietra miliare nello studio e nella caratterizzazione dei suoli. La fertilità biologica legata infatti alla presenza o meno dei microrganismi nel suolo ed alla loro attività e diversità continua ad essere poco rappresentata nel monitoraggio routinario del suolo e questo dipende dal fatto che molto spesso i risultati dei diversi parametri non rappresentano un valore assoluto interpretabile nell'ambito di una scala di valori nota e collaudata come ad esempio il pH. I parametri biologici debbono essere interpretati e questo non è sempre semplice. Il manuale si pone come un grimaldello necessario a scardinare la convinzione che analizzare il suolo nel suo aspetto "vitale" è difficile e lontano dal-

la portata della grande utenza. Con l'ufficializzazione di questi metodi (G.U. n. 179 del 1/08/2002) l'Italia è il primo stato in Europa a disporre di metodi di analisi microbiologica ufficiali che potranno servire nel contempo come punto di riferimento e di partenza per la normazione di parametri irrinunciabili nella qualificazione dei suoli.

### **Indicatori di qualità della fertilità biologica del suolo**

A diversi livelli operativi (organismi di standardizzazione, governativi, amministrazioni locali, Enti pubblici, privati, ecc.) e in modo sempre più pressante, viene richiesto alla comunità scientifica di esprimersi circa la possibilità di poter disporre di un congruo numero di informazioni sulla qualità del suolo dal punto di vista biologico e nel nostro caso microbiologico.

La domanda a cui rispondere è, per i parametri microbiologici, particolarmente difficile in quanto i microrganismi del suolo reagiscono con estrema rapidità anche a semplici variazioni stagionali e si adattano a pressioni ambientali diverse. Conseguentemente è difficile poter distinguere fluttuazioni naturali da alterazioni derivanti da un impatto antropico specialmente se il dato viene rilevato in differita e soprattutto in mancanza di una situazione di controllo.

Numerosi suggerimenti derivano da diversi autori circa queste problematiche, come ad esempio da Domsh (1980, 1983) che stabilisce che qualsiasi alterazione dovuta ad agenti naturali od inquinanti, che permetta una completa ripresa delle proprietà microbiologiche entro 30 giorni è da considerarsi nella norma delle fluttuazioni naturali. Le alterazioni che invece comportano un ritardo di 60 giorni sono da ritenersi tollerabili, mentre quelle che richiedono più di 90 giorni sono da annoverare tra i veri e propri agenti di stress. Brookes (1995) suggerisce di non utilizzare mai nessun parametro da solo, ma di individuarne alcuni collegati tra loro che possano servire da "controllo interno" come ad esempio il C della biomassa ed il C organico totale del suolo. Quando i suoli deviano molto dal rapporto (C della biomassa) / (C organico totale del suolo) considerato normale per una particolare gestione del suolo, clima e tipo di suolo, il rapporto stesso diviene un sensore di danno o di cambiamento nel funzionamento dell'ecosistema suolo. Si osserva in effetti una relazione pressoché lineare tra queste due variabili, sebbene si possano verificare notevoli diversità tra suoli con caratteristiche fisiche differenti o tra suoli sottoposti a diverse pratiche di gestione.

Brookes invece suggerisce i criteri di seguito riportati per la scelta delle proprietà microbiologiche da utilizzare come indicatori di inquinamento del suolo.

**Criteri da utilizzare nella scelta delle proprietà microbiologiche  
da utilizzare come indicatori dell'inquinamento del suolo**

(Brookes, 1996)

1. La proprietà ha bisogno di essere misurabile accuratamente e precisamente su un largo range di tipi e condizioni di suolo.
2. Poiché deve essere analizzato un elevato numero di campioni è preferibile che il parametro possa essere misurato facilmente ed economicamente.
3. Il parametro deve essere di natura tale che anche le misure del controllo possano essere eseguite, cosicché gli effetti dell'agente inquinante possano essere determinati con precisione.
4. Il parametro deve essere sufficientemente sensibile da identificare l'inquinamento, ma anche sufficientemente robusto da non generare falsi allarmi.
5. Il parametro deve avere una validità scientifica generale basata su conoscenze scientifiche affidabili.
6. Se l'affidabilità di un singolo parametro è bassa, è preferibile scegliere due o più parametri indipendenti. In questo caso dovrebbero essere conosciute le loro interrelazioni in ambienti non inquinati.

È possibile distinguere i parametri e i loro relativi metodi in quattro diversi gruppi a secondo delle informazioni che essi possono fornirci:

1. Biomassa microbica.
2. Attività della biomassa.
3. Diversità microbica genetica e funzionale.
4. Relazione pianta-microrganismo.

Prima di darne una breve descrizione è opportuno focalizzare l'attenzione sul fatto che tutti i parametri che vengono determinati in laboratorio hanno caratteristiche di potenzialità essendo rilevati a temperatura ed umidità controllate e spesso in presenza di substrati specifici. L'attività della biomassa microbica infatti può essere suddivisa in potenziale e reale. Per *attività potenziale* si intende l'attività metabolica, ivi compresa quella enzimatica che i microrganismi del suolo riescono a sviluppare in condizioni ottimali di tutte le variabili influenti come temperatura, umidità e substrato nutritivo, per *attività attuale* quella che i microrganismi sviluppano quando le variabili influenti non presentano valori di ottimalità cosa che accade in con-

dizioni ambientali di pieno campo. Questo secondo tipo di attività può essere determinata con sensori di pieno campo ed ancora non sono disponibili metodi seriali e routinari.

Occorre sottolineare dunque che in genere i risultati delle determinazioni biochimiche del suolo sono indicativi di attività potenziali piuttosto che delle attività attuali di campo per le quali si deve operare mediante determinazioni *in situ*. In questo caso, raramente le condizioni sono ottimali; infatti temperatura ed umidità possono variare ampiamente, raggiungendo anche dei valori estremi molto sfavorevoli per l'attività microbiologica. Inoltre la concentrazione del substrato ed il pH sono difficilmente uguali a quelli ottimali. Anche nel caso delle attività di campo è possibile distinguere tra attività attuale e massima raggiungibile con la correzione in campo di quei fattori limitanti modificabili come ad esempio l'umidità, il pH ed il contenuto di nutrienti.

### **Biomassa microbica**

Ad esso appartengono tutti quei metodi che sono in grado di definire la quantità ponderale dei microrganismi del suolo, sia come carica microbica totale che come gruppi fisiologici o nutrizionali. Sono di questo tipo i metodi di conta su piastra, microscopici colorimetrici compresi i metodi biochimici che per le loro caratteristiche danno comunque informazioni sulla popolazione attiva.

I metodi convenzionali per determinare la biomassa attiva nel suolo sono basati su procedura di conta diretta (Alef and Nannipieri, 1995; Alef, 1995; Dobereiner, 1995; Lorch et al, 1995; Zuberer, 1994). I metodi di conta diretta prevedono due approcci:

1. La conta su piastra.
2. MPM (the most probable number).

Probabilmente alcuni microrganismi che oggi riteniamo non coltivabili sono in realtà potenzialmente coltivabili individuando l'adeguato substrato colturale e le condizioni di crescita più opportune. Nonostante ciò resta, comunque, una elevatissima percentuale di microrganismi non ancora rilevabili con le attuali tecniche; essi sono infatti dormienti e necessitano di particolari stimolazioni per riacquistare l'abilità di crescita oppure possono essere non vitali ma mantenere intatte le loro caratteristiche rilevabili con la microscopia (Madsen, 1996). Le tecniche di conta diretta consentono di va-

lutare sia funghi che batteri, ma forniscono scarse indicazioni sulla composizione delle rispettive comunità.

### **Attività della biomassa**

A questo gruppo afferiscono tutti i metodi biochimici che forniscono indicazioni sui processi metabolici della comunità microbica, sia nel suo insieme che per gruppi funzionali.

Tutte le attività che vengono determinate in laboratorio hanno, come precedentemente accennato, caratteristiche di potenzialità essendo rilevate imponendo uno o più fattori a livelli ottimali quali, ad esempio, temperature ed umidità controllate e spesso in presenza di substrati specifici.

I metodi biochimici stessi possono a loro volta essere ripartiti in due sottogruppi.

Al primo sottogruppo appartengono i metodi che quantificano la popolazione attiva nel suo insieme e quindi rientrano, per il tipo di informazione che forniscono nel primo insieme di metodi soprariportato riguardante appunto gli aspetti "ponderali" del problema. Al secondo sottogruppo appartengono invece quelli che sono in grado di definire l'attività e l'attività potenziale di singoli organismi o gruppi metabolici, ecc. come ad esempio (test respirometrici, azoto mineralizzabile ecc.). È possibile individuare inoltre metodologie in grado di valutare nell'ambito dell'attività potenziale anche quella massima raggiungibile con l'aggiunta ad esempio di substrati specifici. È questo il caso della nitrificazione ed ammonificazione potenziale che si basano sull'aggiunta di caseina lattica e di solfato ammonico (Alef and Nannipieri, 1995).

### **Diversità microbica genetica e funzionale**

A questo gruppo appartengono i metodi di più recente acquisizione che forniscono informazioni di tipo ecofisiologico e molecolare.

Tradizionalmente l'analisi della comunità microbica viene determinata mediante le sopracitate tecniche di conta, ma solo una piccola frazione 0,1% della popolazione microbica è coltivabile. L'uso delle tecniche molecolari per lo studio della diversità microbica del suolo è ormai molto diffuso in quanto riesce a fornire informazioni molto efficaci sulla loro dis-

tribuzione e sul livello di diversità. Altro aspetto molto importante riguarda i metodi che consentono di amplificare geni una volta estratti gli acidi nucleici correlabili alla popolazione non coltivabile. Inoltre utilizzando sonde specifiche per gruppi tassonomicamente definiti è possibile studiare i microrganismi nel loro habitat.

### **Relazione pianta-microrganismo**

La rizosfera rappresenta nel suolo la zona di influenza delle radici con gli organismi ad essi associati. Molti studi hanno descritto il comportamento ecofisiologico di questa zona, ponendo particolare attenzione al flusso di nutrienti tra piante e microrganismi sia simbiotici che non e il rilascio da parte delle piante di nutrienti come fotosintati, prodotti di rizodeposizioni, ecc. in grado di formare substrati nutritivi per i microrganismi ad essa associati.

A questo gruppo appartengono tutti quei metodi che mettono in relazione la vita microbica del suolo alla pianta che esso ospita e, quindi, attingono alle metodologie precedentemente descritte finalizzando l'analisi alla porzione di suolo direttamente a contatto con la radice. A questi metodi poi si devono aggiungere quelli specifici, quali l'intensità dell'infezione micorrizica, le potenzialità simbiotiche, ecc.

### **Multifunzionalità dei metodi**

È importante sottolineare comunque che questi quattro gruppi di metodi non rappresentano dei compartimenti stagni l'uno nei confronti dell'altro. Molto spesso sono interfacciabili e la scelta di inserire un metodo all'interno di una categoria rispetto ad un'altra è dovuto proprio al tipo di interpretazione che si vuole dare al risultato di quel metodo. È questo ad esempio il caso del test dell'ATP che viene utilizzato sia come indice di biomassa (I gruppo) che come indice di attività (II gruppo).

Lo stesso può in sostanza essere detto per il SIR (Substrate induced respiration). Questo metodo fu proposto da Anderson e Domsh (1975-1978) per identificare la frazione metabolicamente attiva della biomassa microbica. La respirazione del terreno (usualmente determinata come rilascio di CO<sub>2</sub> dal suolo) viene stimolata raggiungendo un suo massimo di attività nel giro di pochi minuti mediante aggiunta di glucosio al suolo.

Entro 6-8 ore dal trattamento il rilascio di CO<sub>2</sub> dal suolo raggiunge un livello stabile che è espressione della quantità di biomassa microbica presente nel suolo in esame (Sparling, 1995). L'incremento dell'attività respiratoria sopra questo livello dipende dalla crescita microbica: è così possibile utilizzare il primo valore come dosaggio ponderale della biomassa microbica, il secondo come dosaggio della sua attività (Sparling, 1995).

Considerazioni simili possono essere avanzate per la tecnica del Biolog che in realtà fornisce risultati sia sulla configurazione ecologica della comunità microbica (Gruppo III), ma nel contempo anche sull'efficienza di un dato gruppo di microrganismi nel metabolizzare un substrato nutritivo (II e III gruppo) o di tutte le determinazioni delle attività enzimatiche (gruppo III). È ipotizzabile che questi metodi definibili "multifunzionali" possano essere visti come un ampliamento del concetto di "controllo interno" proposto da Brookes nel caso della interrelazione tra un parametro chimico con uno biochimico.

La parte del lavoro più critica comprende la scelta delle tecniche appropriate al monitoraggio e dei criteri interpretativi dei risultati ottenuti attraverso la determinazione dei criteri atti alla valutazione di "qualità" ricercata (Benedetti, 2000).

Come valutare i risultati ottenuti analiticamente, quali informazioni dedurre e quali strategie adottare? Anche in questo caso la letteratura propone elaborazioni integrate dei risultati quale l'indice Amoeba al fine di costruire il Soil Quality Index (SQI) (Dilly, 2000).

<b>I</b> <b>Biomassa microbica del suolo e numero</b>	<b>II</b> <b>Attività della biomassa microbica del suolo</b>	<b>III</b> <b>Diversità microbica del suolo e struttura delle comunità</b>	<b>IV</b> <b>Relazione piante- microrganismi</b>
- Tecniche di fumigazione con cloroformio	<b>Attività attuale</b> ( <i>Senza substrato</i> )	- Metodi microbiologici e molecolari	- Micorrize
- Respirazione indotta da substrato	- Respirazione del suolo	- Profili di utilizzazione del substrato	- N <sub>2</sub> fissazione
- ATP	<b>Attività potenziale</b> ( <i>Con substrato</i> )	- Acidi grassi legati con legame estereo a fosfolipidi	- Suppressiveness
- Conta diretta	- Nitrificazione	- Profili di attività enzimatica	- Associazione di microrganismi
	- Incorporazione di timidina e leucina		
	- Test ecotossicologici		

## **Conclusioni**

Il crescente interesse che la ricerca scientifica e tecnologica ha dedicato in questi ultimi anni ai microrganismi nel comparto agroalimentare è motivato da diversi fattori:

- il ruolo dei microrganismi nel definire le caratteristiche di un ecosistema e quindi nel condizionare lo sviluppo di altre specie vegetali ed animali appartenenti allo stesso ecosistema;

- l'impiego di questi microrganismi nei processi produttivi di preparazioni alimentari di largo consumo, alla cui produzione sono legati notevoli interessi economici;

- l'effetto dei batteri ancora presenti negli alimenti sulla salute del consumatore;

- il ruolo dei differenti biotipi microbici nel definire le caratteristiche dei prodotti tipici;

- il potenziale biochimico ed enzimatico dei differenti biotipi microbici, che può essere utilizzato per il conseguimento di specifici obiettivi tecnologici.

Pertanto, in un periodo in cui per il comparto agricolo la "qualità" è diventata l'esigenza prioritaria, è inevitabile che su microrganismi di interesse biotecnologico e sulla loro biodiversità si concentrino attenzione e studi.

Negli ultimi 50 anni l'avvento di nuovi criteri produttivi che hanno coinvolto l'intero comparto agricolo nazionale, ha comportato in molti casi modificazioni anche profonde degli ecosistemi ambientali e del rapporto tra ambiente di produzione e caratteristiche del prodotto agricolo. Gran parte delle modificazioni imposte ai processi di produzione rappresentano delle indiscutibili ed irrinunciabili evoluzioni tecnologiche che hanno permesso il miglioramento quali-quantitativo dei prodotti, della loro diffusione e della vita dei produttori stessi. Allo stesso tempo, questa evoluzione dei processi produttivi in agricoltura pone nuove problematiche da comprendere.

Lo studio della biodiversità microbica al fine di preservare i biotipi di maggiore interesse applicativo appare pertanto di grande interesse. In questo senso l'applicazione di tecniche di biologia molecolare deve essere considerato uno strumento indispensabile per la caratterizzazione dei biotipi di maggiore interesse.

Disporre di metodi analitici normalizzati consente di potenziare l'approccio multifunzionale della biodiversità microbica nel comparto



agroalimentare, aprendo nuove prospettive di applicazione nei confronti della qualità degli alimenti, della difesa e dell'ambiente.

ALIMENTI
- Filiera enologica
- Filiera lattiero-casearia
- Filiera conservazione per gli alimenti
DIFESA
- Filiera "patogeni" difesa
SUOLO-AMBIENTE
- Filiera suolo e ambiente

### **Bibliografia**

- ALEF K. AND NANNIPIERI P., 1995, "Methods in applied soil microbiology and biochemistry". Academic Press, New York
- ALEF K., 1995a, " Nutrient sterilization, aerobic and anaerobic culture technique. In: *Methods in applied soil microbiology and biochemistry* (K. Alef and Nannipieri P., eds), pp. 123-133, Academic Press, New York
- ANDERSON J.P.E. AND DOMSH K.H., 1978, "A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soil. *Soil Biology and Biochemistry* 10, 215-221
- ANDERSON J.P.E. AND DOMSH K.H., 1975, "measurement of bacterial and fungal contributions to soil respiration of selected agricultural and forest soil. *Canadian Journal of microbiology* 21, 314-322
- BENEDETTI A., 2000, "Defining Soil Quality: introduction to Round Table". In: Benedetti A., Tittarelli F., Pinzari F., De Bertoldi S. Eds.: "*Proceeding of Joint WGs Meeting of the Cost Action 831 Biotechnology of soil: monitoring, conservation and remediation*". Rome 10-11 December 1998. Directorate General XII Science Research and Development
- BLOEM J., BOLHUIS P.R., VENINGA M.R. AND WIERINGA J., 1995, "Microscopic methods for counting bacteria and fungi in soil. In: *Methods in applied soil microbiology and biochemistry* (K. Alef and P. Nannipieri, eds.) pp. 162-173, Academic press, new York
- BROOKES P.C., 1995, "The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals". *Biology and Fertility of Soil* 19, 269-279
- DILLY O. Ed. Proceeding COST Action 831, Biotechnology of soil: Monitoring, conservation and Remediation Workshop "Evaluating Soil Quality", 18-20 May 2000, Kiel, Germany. In corso di stampa.
- DOBEREINER J., 1995, "Isolation and identification of nitrogen fixing bacteria from soil and plants. In: *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. (K. Alef and P. Nannipieri, eds.), pp. 134-135. Academic Press, New York
- DOMSCH K.H., JAGNOW G., ANDERSON T.H., 1983, "An ecological concept for the assessment of side-effects of agrochemicals on soil micro-organism. *Residue Reviews* 86, 65-105
- DOMSCH K.H., 1980, "Interpretation and evaluation of data". In: Recommended tests for assessing the side-effects of pesticides on the soil microflora. Weed Research Organization Technical Report N.59, 6-8
- DORAN J.W., 2000, "Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality". *Applied Soil Ecology* 15, 3-11
- GARLAND J.L. AND MILLS A.L., 1991, "Classification and characterization of heterotrophic microbial communities on the basic of patterns of community-level sole-carbon-source utilization patterns. *Applied and Environmental Microbiology* 57, 2351-2359
- HERRICK J.E., 2000, "Soil quality: an indicator of sustainable land management?". *Applied Soil Ecology* 15, 75-83

- HILL G.T., MITKOWSKI N.A., ALDRICH-WOLFE L., EMELE L.R., JURKONIE D.D., FICKE A., MALDONADO-RAMIREZ S., LYNCH S.T., NELSON E.B., 2000, "Methods for assessing the composition and diversity of soil microbial communities" *Applied Soil Ecology* 15, 25-36
- HORWARTH W.R. AND PAUL E.A., 1994, "Microbial biomass. In: methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and Biochemical properties (R. W. Weaver, S. Angle, P. Bottomley, D. Bezdicek, S. Smith, A. Tabatabai and A. Wollem, eds), pp. 753-773. Soil Science Society of America Madison, WI
- INSAM H., AMOR K., RENNER M AND CREPAZ C., 1997, "Changes in functional abilities of the microbial community during composting of manure". *Microbial Ecology* 31, 77-87 .
- JENKINSON D.S., DAVIDSON S.A. AND POWLSON D.S., 1979, "Adenosine triphosphate and microbial biomass in soil". *Soil biology and Biochemistry* 11, 521-527
- JENKINSON D.S., 1988, "Determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. In: *Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems* (J.K. Wilson, ed.), pp. 368-386. CAB International, Wallingford, Great Britain
- LOCZKO E., RUDAZ A. AND ARAGNO M., 1997, "Diversity of anthropogenically influenced or disturbed soil microbial communities. In: *Microbial communities Functional Versus Structural Approaches* (H. Insam and A. Rangger, eds.), pp. 57-67, Springer-Verlag, Berlin
- Lorch H.J., Benckieser G. and Ottow J.C.G., 1995, "Basic methods for counting microorganisms in soil and water. In: *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. (K. Alef and P. Nannipieri, eds), pp. 136-161. Academic press, New York .
- Lynch J.M., "What is the rhizosphere?". *Proceedings of Inter Cost Actions 821, 830, 831 meeting*. Edinburgh 17-19 September 1998.
- MADSEN E.L., 1996, "A critical analysis of methods for determining the composition and biogeochemical activities of soil microbial communities in situ. In: *Soil Biochemistry* vol. 9 (G. Stotzky and J.M. Bollag, eds.), pp. 287-370
- NANNIPIERIP, CECCANTI B. AND GREGO S., 1990, "Ecological significance of the biological activity in soil. In: *Soil Biochemistry*, Vol. 6 (J.M. Bollag and G. Stotzky, eds.), pp. 293-355. Marcel Dekker. New York
- SPARLING G.P., 1995, "The substrate-induced respiration method. In: *Methods in applied soil microbiology and Biochemistry*. (K. Alef and P. Nannipieri, eds.), pp. 397-404. Academic press, New York
- ZUBERER D.A.: "Recovery and enumeration of viable bacteria. In: *Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties* (R. W. Weaver, S. Angle, P. Bottomley, D. Bezdicek, S. Smith, A. Tabatabai and A. Wollum, eds), pp. 119-144.

## *METODI STANDARDIZZATI DI ANALISI DI BIOCHIMICA DEL SUOLO: UNA NECESSITÀ PER GLI STUDIOSI DI SCIENZA DEL SUOLO*

Liliana Gianfreda, Maria A. Rao

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e dell'Ambiente, Università di Napoli Federico II  
Via Università 100, 80055, Portici, Napoli

Fin dai primi anni del secolo scorso, al suolo fu riconosciuta una funzionalità biologica. Infatti Quastel nel 1946 definì il suolo "una entità biologica caratterizzata da complesse reazioni biochimiche".

La complessità delle trasformazioni biologiche che avvengono nel suolo deriva dalla presenza in esso di diverse entità viventi, micro e macrofauna, e dei loro corredi metabolici costituiti essenzialmente da proteine enzimatiche intra, extra e ectocellulari, capaci di mediare processi semplici e complessi di degradazione delle sostanze che arrivano al suolo e assicurare la successiva formazione delle macromolecole necessarie alla loro sopravvivenza. La presenza di organismi vegetali, con intensa attività a livello radicale, contribuisce, poi, a completare la complessa fenomenologia biologica di un suolo e a definire quella che viene chiamata generalmente attività biologica di un suolo (Figura 1)

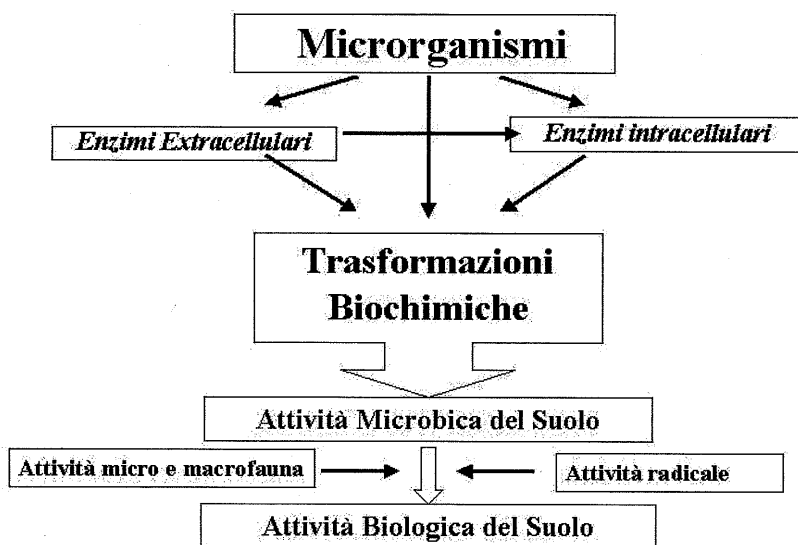


Figura 1. Attività biologica di un suolo

Il contributo più significativo all'attività biologica di un suolo è sicuramente fornito dai microrganismi che assolvono a numerose funzioni sia di natura dinamica sia di natura statica (Tabella 1).

**Tabella 1.** Principali funzioni svolte dai microrganismi del suolo

---

Fonte statica e dinamica di nutrienti
Decomposizione di residui vegetali e animali
Immobilizzazione e mineralizzazione dei maggiori nutrienti vegetali
Formazione, degradazione e stabilizzazione della sostanza organica
Mantenimento e regolazione della fertilità
"Early warning" del cambiamento delle condizioni del suolo
Indicatore della direzione del cambiamento
Artefice nei processi di recupero

---

La dinamica dei nutrienti, nel sistema suolo, è fortemente dipendente dall'attività microbica che può costituire un "sink", da cui i vari nutrienti possono entrare ed uscire in un equilibrio dinamico, regolato e controllato dalle esigenze dei microrganismi stessi e dalle condizioni ambientali in cui essi vivono.

I complessi processi di decomposizione dei residui animali e vegetali, e di successiva immobilizzazione e mineralizzazione dei nutrienti, rende questi organismi viventi indispensabili per assicurare un corretto apporto di sostanze nutritive ai vegetali e per salvaguardare, mantenere e regolare dei livelli accettabili di fertilità. L'attività microbica, poi, oltre ad esplicare un ruolo chiave nella formazione, degradazione e stabilizzazione della sostanza organica, può costituire quello che, nella terminologia inglese, viene definito un "early warning" del cambiamento delle condizioni del suolo, capace di fornire non solo precise indicazioni sui cambiamenti che avvengono nelle caratteristiche e proprietà fondamentali del suolo, ma anche sulla direzione del cambiamento, risultando, quindi, molto importante come "spia sentinella" in eventuali processi di recupero e ripristino delle condizioni originali di suoli inquinati e stressati.

Perché un suolo riesca ad esplicare le sue numerose funzioni (Tabella 2) è necessario che raggiunga e mantenga un certo livello di "qualità". Il concetto di "qualità" di un suolo è stato a lungo dibattuto all'interno della comunità scientifica degli studiosi di scienza del suolo. Sono state proposte molte e differenziate definizioni della "qualità del suolo"

Doran e Parkin (1994) e Doran e Safley (1997) introdussero il concetto di qualità di un suolo affermando che esso può essere semplicemente definito come "l'abilità di un suolo a svolgere varie funzioni intrinseche ed estrinseche". Essi, poi, specificarono che la qualità di un suolo è co-

stituita da una serie di proprietà fisiche, chimiche e biologiche che in un modo integrato siano capaci di:

- fornire un mezzo adatto alla crescita delle piante e all'espressione di una attività biologica;
- regolare e distribuire il flusso e la conservazione delle risorse idriche nell'ambiente;
- costituire un tampone ambientale nella formazione e distruzione di sostanze tossiche per l'ambiente e gli organismi viventi.

**Tabella 2.** Funzioni del suolo

Funzione	
	produttiva
	biotica ambientale
	climatica regolativa
	idrologica
	di deposito
	di controllo di rifiuti e sostanze inquinanti
	di spazio vivo
	di archivio e eredità
	di spazio di collegamento

Gli stessi autori, poi, inglobarono tali concetti in una più ampia definizione non tanto di qualità ma di stato di salute del suolo, in termini soprattutto di sostenibilità. Il concetto di salute di un suolo indica la "capacità del suolo, continuata nel tempo, di funzionare come un sistema vivente, che esplica le sue funzioni vitali all'interno dei confini dell'ecosistema, di sostenere la produttività biologica, di promuovere la qualità dell'aria e dell'acqua e mantenere le piante, gli animali e l'uomo in uno stato salubre" (Doran e Zeiss, 2000). Risulta chiaro, da quanto detto finora, che per poter valutare e stimare la qualità e lo stato di salute di un suolo è necessario poter disporre di una serie di indicatori di facile misura, sensibili alle variazioni che avvengono nel clima e nel management del suolo, e in grado di rispondere in modo diretto, e quanto più possibile rapido, a tali cambiamenti, cambiando essi stessi in modo misurabile e quantificabile.

Molte proprietà biologiche possono servire da indicatori di salute del suolo, mentre solo alcune di esse danno una misura della qualità di questo ultimo (Figura 2). Tuttavia, una corretta e approfondita valutazione della qualità e/o della salute del suolo richiede necessariamente la misura di più di una di queste proprietà, non essendo nessuna di essa, presa singolarmente, sufficiente a dare una esatta fotografia dello stato di un suolo (Doran e Saffley, 1997; Nortcliff, 2002).

<b>Biological indicators</b>	<b>Soil quality</b>	<b>Soil health</b>
<u>Microbial biomass</u>	+	+
<u>Soil respiration</u>	+	+
<u>Mineralizable N</u>	+	+
<u>Enzyme activity</u>	+	+
Abundance of microflora	+	+
Soil biodiversity	-	+
Plant growth	+	+
Plant biodiversity	-	+

**Figura 2.** Proprietà biologiche in grado di fungere da indicatori di qualità e di salute del suolo

Tra le proprietà biologiche riportate in Figura 2 le proprietà biochimiche ricoprono sicuramente un ruolo estremamente importante, perché esse sono una misura della capacità metabolica del suolo a catalizzare e sostenere numerosi processi coinvolti nel turnover dei macro e micronutrienti (Figura 3). Infatti, la loro determinazione coinvolge una serie di potenzialità che si possono elencare in:

- fornire una valutazione delle influenze fisiche e chimiche sul suolo;
- dare informazioni sulla intensità, tipo e durata di un effetto sull'attività metabolica del suolo;
- fornire una valutazione dell'impatto del management in agricoltura e in ambito forestale.

Tra le proprietà biochimiche che più rispondono a questi requisiti sono sicuramente importanti:

- la quantità della biomassa microbica
- l'attività reale e potenziale della biomassa microbica
- le attività enzimatiche.

L'importanza di avere una valutazione della quantità di biomassa microbica presente in un suolo è ben descritta da Jenkinson e Powlson (1976) prima e da Jenkinson (1988) poi, che definirono un "concetto" di

biomassa microbica di un suolo. Secondo tali autori, la biomassa microbica di un suolo, infatti, costituisce una singola unità, o pool, della massa totale dei microrganismi o nutrienti immobilizzati all'interno delle cellule microbiche e può essere considerata come "la cruna dell'ago attraverso cui tutta la sostanza organica del suolo deve necessariamente passare". E' possibile misurare tale entità con vari metodi che vanno dalla determinazione del carbonio e dell'azoto con i metodi dell'estrazione/fumigazione alla determinazione del contenuto di ATP.

Rispetto ai metodi tradizionali di tipo microbiologico la determinazione biochimica della biomassa microbica presenta vantaggi e svantaggi che sono elencati in Tabella 3.

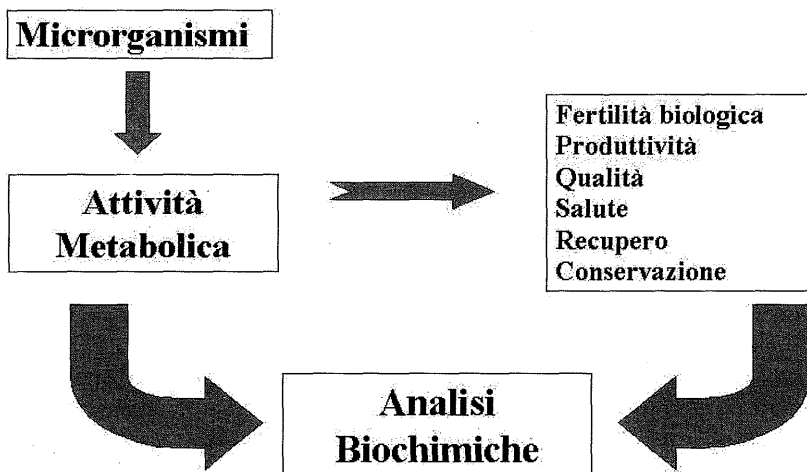


Figura 3. Importanza delle analisi delle proprietà biochimiche

Tabella 3. Determinazione biochimica della quantità di biomassa microbica di un suolo: vantaggi e svantaggi

<b>Vantaggi</b>	Più affidabili e riproducibili della conta diretta Adatti a scopi comparativi Veloci da attuare
<b>Svantaggi</b>	Nessuna distinzione fra batteri e funghi Nessuna distinzione fra biomassa dormiente e attiva Fluttuazioni stagionali intrinseche Mancanza di valori di riferimento adottati a livello generale Assenza di valori soglia

Le attività microbiche esplicate dai microrganismi presenti in un suolo sono fortemente influenzate dalle condizioni ambientali e dalle situazioni in cui i microrganismi crescono e si sviluppano. In altri termini, l'attività che un microrganismo può esprimere può essere anche maggiore di quella misurabile, nel senso che la cellula, posta in condizioni diverse più favorevoli, può esprimere una attività molto più elevata. Ciò porta a definire una attività reale e una attività potenziale. Questa ultima è quella che potenzialmente una cellula microbica potrebbe esprimere se posta nelle migliori condizioni di crescita e sviluppo. A seconda delle condizioni sperimentali adottate in laboratorio è possibile magnificare o non tali attività potenziali (Figura 4).

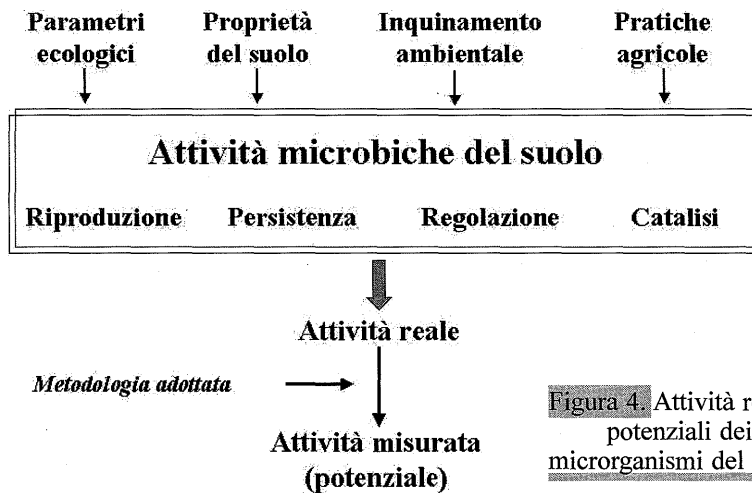


Figura 4. Attività reali e potenziali dei microrganismi del suolo

Tra le proprietà biochimiche che sono una diretta misura dell'attività reale dei microrganismi vi sono:

- la respirazione basale
- il potere mineralizzante
- l'attività azotofissatrice
- l'attività ammonio-fissatrice
- attività denitrificante.

Mentre tra quelle potenziali vi sono:

- la respirazione indotta da substrato
- il potenziale denitrificante
- il potenziale ammonificante.



Tali proprietà sono, quindi, quelle che la cellula microbica riesce ad esplicare se, in senso metaforico, la si forza a lavorare al massimo. Sia nell'uno che nell'altro caso, la conoscenza di tali proprietà può contribuire in modo vantaggioso o svantaggioso a dare informazioni utili e/o incomplete sulle proprietà biologiche complessive di un suolo (Tabelle 4 e 5).

**Tabella 4.** Determinazione dell'attività microbica di un suolo: vantaggi e svantaggi

<b>Vantaggi</b>	Elevata sensibilità alle variazioni della qualità di un suolo Misura della integrità della capacità metabolica di un suolo Informazioni sullo stato fisiologico delle cellule Misura dei cambiamenti di un suolo
<b>Svantaggi</b>	Fortemente influenzata da fattori ambientali (pH, umidità, temperatura) Difficoltà interpretative per mancanza di valori "ideali" di riferimento Alcuni metodi laboriosi e time-consuming

**Tabella 5.** Determinazione dell'attività potenziale microbica di un suolo: vantaggi e svantaggi

<b>Vantaggi</b>	Misura dell'attività massima raggiungibile Caratterizzazione di particolari gruppi di microrganismi Informazioni sulle potenzialità metaboliche delle popolazioni dormienti Indicazioni utili per la razionalizzazione di interventi agronomici di fertilizzazione
<b>Svantaggi</b>	Alcuni metodi spesso laboriosi Buona o anche elevata manualità

Le attività enzimatiche costituiscono una misura di alcune capacità catalitiche di un suolo. Esse possono essere rappresentative non solo dell'azione catalitica legata alla presenza di cellule vitali, ma anche della abilità di un suolo a sostenere una serie di reazioni biochimiche anche in assenza di cellule vive. E' noto, infatti, che le attività enzimatiche di un suolo sono raggruppabili in diverse categorie, a seconda della loro localizzazione nei vari comparti del suolo stesso (cellule vive e vitali, cellule morte, immobilizzate sui colloidi organici ed inorganici del suolo) (Gianfreda e Bollag, 1996). Senza dilungarsi ulteriormente su questo complesso argomento basta ricordare che l'attività di un enzima in un suolo è la risultante dei contributi delle varie categorie che ad essa concorrono, i cui rapporti relativi possono cambiare sia nello spazio che nel tempo (Nannipieri, 1994). Ciò rende evidente la difficoltà di misurare un tale parametro e di poter distinguere tra i diversi contributi.

Numerose attività enzimatiche sono misurabili in un suolo e tra esse ricoprono un ruolo molto importante quelle coinvolte nelle reazioni

chiave dei cicli biogeochimici dei maggiori nutrienti C, N, P e S. Ad esempio le fosfatasi e le solfatasi, responsabili dell'idrolisi dei composti fosforilati e solforati organici, sono estremamente importanti, perché consentono il rilascio di fosforo e zolfo inorganico, che sono le due uniche forme assimilabili e, quindi biodisponibili, ai microrganismi e alle piante.

Anche in questo caso per avere una descrizione, quanto più rigorosa e reale del sistema suolo, è necessario misurare non tanto una singola attività, ma piuttosto un set di attività quanto più ampio possibile in modo da avere il maggior numero di informazioni sull'attività catalitica del suolo.

Come per le precedenti proprietà esistono vantaggi e svantaggi (Tabella 6).

**Tabella 6.** Determinazione dell'attività enzimatica di un suolo: vantaggi e svantaggi

<b>Vantaggi</b>	Valutazione integrata della capacità metabolica Sensibilità a molti fattori naturali e antropici Risposte abbastanza immediate
<b>Svantaggi</b>	Non corrispondenza ad una entità omogenea Assenza di un valore soglia Mancanza di valori di riferimento accettati a livello generale Impossibilità di distinguere fra gli enzimi biontici e abiontici Dipendenza dal tipo di trattamento e dal metodo di conservazione del suolo

Alla luce di quanto detto, ne viene di conseguenza che lo studio dell'attività biologica di un suolo richiede, come requisito indispensabile, la possibilità di utilizzare dei metodi di misura semplici, affidabili e di facile e generalizzata esecuzione, che riflettano in modo quanto più preciso e reale le attività biologiche e metaboliche degli organismi viventi del suolo.

In letteratura sono presenti numerosi metodi, a volte molto differenti tra loro, per la misura delle proprietà biochimiche di un suolo. Questo rende estremamente difficile la scelta del metodo più opportuno da adottare soprattutto in studi volti a comparare suoli diversi e a studiarne le risposte a input di natura naturale ed antropica.

Per ovviare a tali difficoltà diventa, quindi, importante poter disporre di Metodi Standardizzati di Analisi Biochimica del Suolo, utilizzabili e generalizzabili a livelli più ampi (nazionali ed internazionali).

Nell'ambito della Società Italiana di Scienza del Suolo, è nata l'iniziativa di raccogliere in modo ordinato dei metodi standardizzati per la determinazione delle proprietà biochimiche del suolo. Tale iniziativa, che rientra in un progetto molto più ampio teso alla costruzione di manuali per la determinazione delle numerose proprietà che caratterizzano un suolo, ha già

portato alla realizzazione di un Manuale di Metodi di Analisi Fisica del Suolo (1997), di Metodi di Analisi Chimica del Suolo (2000) e di Analisi Microbiologica del Suolo (2002), che hanno colmato una grossa lacuna nell'ambito dei laboratori di scienza del suolo.

Il manuale di Metodi di Analisi Biochimica del Suolo, a cui hanno partecipato numerosi studiosi del settore, prevede una impostazione degli argomenti tale da garantire una semplicità di utilizzo, insieme ad una rigosità scientifica. In particolare, esso prevede una organizzazione in schede di facile consultazione, in ciascuna delle quali dopo una esaustiva introduzione all'argomento, è presente una spiegazione dettagliata delle apparecchiature necessarie e dei passi sperimentali da compiere. Chiudono le schede una chiara descrizione della gestione, elaborazione ed espressione dei risultati.

Al fine di consentire la scelta più opportuna della proprietà biochimica da misurare, ricordando ancora una volta che la singola proprietà potrà fornire informazioni poco esaustive e che è necessario misurare quante più proprietà è possibile, il manuale è stato organizzato in quattro sezioni che raggruppano le metodologie più appropriate per determinare e quantificare la quantità della biomassa, l'attività reale e potenziale della biomassa microbica e le attività enzimatiche (Figura 5).

## Impostazione del Manuale

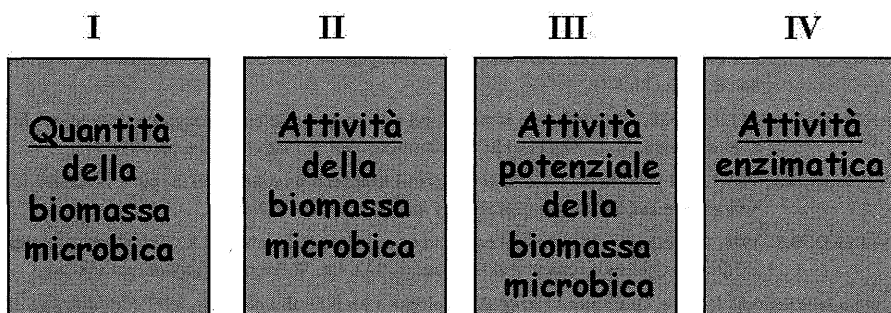


Figura 5. Organizzazione del Manuale di Metodi di Analisi Biochimica del Suolo

Lo sforzo compiuto nella preparazione della suddetta opera è stato quello di realizzare un prodotto di ampia applicabilità, sia in termini di metodologie sperimentali proposte e applicabili a diverse problematiche che di utenti potenzialmente usufruttori dell'opera.

I metodi standardizzati per la misura delle proprietà biochimiche di un suolo potranno sicuramente costituire un utile strumento per ottenere preziose informazioni nello studio dei suoli agricoli, forestali e vergini, ma risultare anche necessari quando si vuole monitorare lo stato di un suolo nel corso di un'opera di risanamento, per valutare l'entità e il successo degli interventi di bonifica applicati.

Tutto ciò indica che i campi di interesse sono molteplici e vanno dalla scienza del suolo alla biologia, ingegneria, ecologia e alle scienze ambientali in genere.

L'ampia possibilità di utilizzo di queste metodologie ha spinto gli studiosi che si sono impegnati nella preparazione del Manuale di Metodi di Biochimica del Suolo a strutturare questo ultimo in modo semplice e comprensibile, nella speranza che esso possa trovare posto sugli scaffali dei laboratori di ricerca di enti pubblici e privati, interessati e coinvolti nello studio di questo prezioso sistema che è il SUOLO.

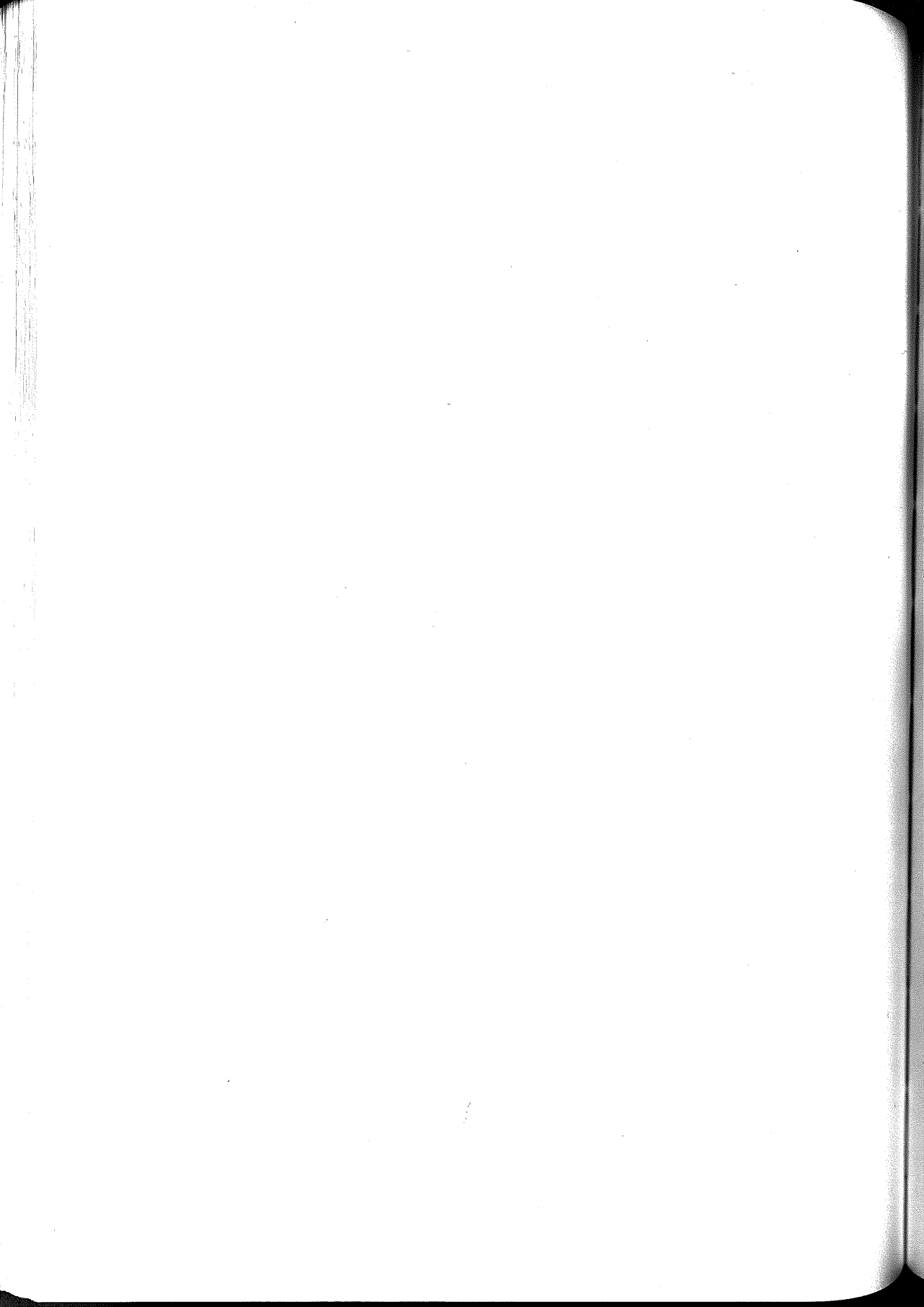
### **Bibliografia**

- DORAN. J.W., PARKIN. T.B., 1994. Defining and Assessing Soil Quality. In: Doran. J.W., Coleman. D.C., Bezdicek. D.F., Stewart. B.A. (eds). Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA Special Publication Number 35. Madison. WI. USA. pp. 3-21.
- DORAN. J.W., SAFFLEY, M., 1997. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: Doran. J.W., Coleman. D.C., Bezdicek. D.F., Stewart. B.A. (eds) Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA Special Publication Number 35. Madison. WI. USA. pp.1-28.
- DORAN. J.W., ZEISS, M.R., 2000. Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology*, 15, 3-11.
- GIANFREDA L., BOLLAG, J.-M., 1996. Influence of natural and anthropogenic factors on enzyme activity in soil. In: G. Stosky and J.-M. Bollag, (eds) *Soil Biochemistry*, Vol. 9, Marcel Dekker, pp. 123-194.
- JENKINSON D.S., POWLSON D.S., 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil V. A method for measuring microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 8, 209-213.
- JENKINSON D.S., 1988. Determination of microbial mass carbon and nitrogen in soil. In: J.R. Wilson (ed) *Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems*. CAB Int., Wallingford, England, pp. 368-386.
- Ministero delle Politiche Agricole. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 1997. *Metodi di Analisi Fisica del Suolo* (Coordinatore M. Pagliai). Collana di metodi analitici per l'agricoltura diretta da P. Sequi, Franco Angeli, Milano.
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 2000. *Metodi di Analisi Chimica del Suolo* (Coordinatore P. Violante). Collana di metodi analitici per l'agricoltura diretta da P. Sequi, Franco Angeli, Milano.
- Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 2002. *Metodi di Analisi Microbiologica del Suolo* (Coordinatori G. Picci e P. Nannipieri). Collana di metodi analitici per l'agricoltura diretta da P. Sequi, Franco Angeli, Milano.
- NANNIPIERI P., 1994. The potential use of soil enzymes as indicators of productivity, sustainability and pollution. In: Pankhurst CE, Doube BM, Gupta VVSR, Grace PR (eds) *Soil Biota: Management in Sustainable*

Farming Systems. Adelaide CSIRO, pp.238-244.

NORTCLIFF S., 2002. Standardisation of soil quality attributes. Agriculture Ecosystem Environment 88, 161-168.

QUASTEL, J. H., 1946. Soil Metabolism. Royal Institute of Chemistry of Great Britain and Ireland. London.



## *SINERGIE DI COMPETENZE INTRASPECIFICHE*

Luigi Allievi

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Alimentari e Microbiologiche,  
Sez. Microbiologia Agraria, Alimentare, Ecologica - Università degli Studi di Milano

Via Celoria, 2 - 20133 Milano

Nello studio della presenza e azione dei microrganismi in un ambiente, oltre ad indagini che potremmo definire di tipo "qualitativo" (p.es. per l'identificazione di specie) ricorriamo spesso a parametri squisitamente "quantitativi", cioè esprimibili con un numero seguito da una precisa unità di misura. Sostanzialmente questi parametri microbiologici possono essere divisi fra quelli che, riguardo alla microflora, danno una risposta alla domanda "quanta ce n'è?" e quelli che rispondono a "quanto agisce?".

### **Carica, biomassa, attività microbica**

Il primo tipo di parametro tra quelli prima citati comprende le cariche microbiche, che esprimono la quantità di microrganismi in termini di numero (più esattamente si tratta di una densità di popolazione), e le stime di biomassa che descrivono la stessa cosa in termini di quantità di materia vivente senza che venga considerato in quanti singoli individui essa si trovi frazionata. Il secondo tipo di parametro è concettualmente il più diverso dai primi poichè descrive non l'aspetto della presenza dei microrganismi ma quello della loro azione di modificazione chimica (ed eventualmente fisica, p.es. con la calorimetria) dell'ambiente in cui sono presenti: si tratta delle attività microbico/enzimatiche.

E' da osservare che mentre le determinazioni di carica, siano esse per via diretta microscopica che per via colturale tramite crescita su adatti nutrienti, sono da considerarsi di competenza puramente microbiologica, vale a dire è il microbiologo che le conduce con piena competenza, le determinazioni sia di biomassa che di attività microbica sono effettuate dal chimico/biochimico, cioè si impiegano metodiche di tipo chimico per lo studio di vari aspetti di un oggetto squisitamente biologico. Questa non è certo un'eccezione in campo scientifico e d'altra parte si deve sempre distinguere bene fra oggetto delle nostre indagini e metodi che ci permettono di studiarlo. E' pur vero che una volta che si è ottenuto il dato, per via chimico/biochimica, quando si passa alla sua interpretazione deve intervenire in qualche modo una competenza di tipo biologico.

Le determinazioni quantitative che potremmo definire tradizionali, di carica, biomassa o attività, che servono a descrivere da vari punti di vista la situazione di equilibrio di un ecosistema e che se evidenziano delle variazioni sono l'indizio di una sua alterazione, sono da vedersi non come alternative fra loro (se faccio una determinazione di attività questa sostituisce una, p.es., di carica) ma piuttosto come complementari (ognuna descrive un aspetto diverso del tutto). Un'osservazione banale come esempio: se un alto livello di attività presuppone necessariamente cariche (o biomassa) non indifferenti dei microrganismi che possono esplicare tale attività, un basso o anche nullo livello di un'attività può registrarsi in certo momento anche in presenza di alte cariche, se agisce un fattore inibente, anche naturale, o la microflora per qualche motivo ha adottato un'attività metabolica alternativa.

Un esempio pratico, basato anche su esperienze personali di ricerca: una sostanza applicata al suolo altera un'attività, p.es. di respirazione, positivamente (p.es. un fertilizzante organico) oppure negativamente (p.es. un pesticida). A costo di semplificare un po' una situazione più complessa, si può dire che questo effetto positivo o negativo potrebbe essere limitato al livello di attività enzimatica (quindi un effetto più lieve e temporaneo, più facilmente reversibile) oppure essere dovuto ad una variazione, rispettivamente positiva o negativa, dell'entità della popolazione microbica responsabile del processo, evento più "pesante", più positivo o più grave secondo i casi e comunque più difficilmente e lentamente reversibile. La sola determinazione di attività, senza una di carica o eventualmente di biomassa, non può permettere di distinguere le due eventualità e quindi di interpretare in modo più fine quanto accaduto.

E' opportuno a questo punto sintetizzare quali sono, oltre al significato, alcune importanti caratteristiche e limiti dei vari tipi di determinazione. Le determinazioni di carica per via colturale risentono soprattutto, in modo spesso molto vistosamente negativo, della presenza e addirittura preponderanza in molti suoli (così come in altri ambienti) di una frazione della popolazione microbica definita "viable but nonculturable", cioè viva nel senso di metabolicamente in qualche modo attiva, ma che non è in grado di crescere (dare colonie o comunque moltiplicazione cellulare).

Evidentemente un comportamento del genere non ha rilevanza nelle altre tecniche che stiamo esaminando, a partire dalla conta diretta microscopica, che viceversa tende a peccare in senso inverso non potendo più di tanto discriminare fra cellule realmente morte (purchè non lisate) e vive, nonostante l'esistenza di colorazioni che almeno un tempo venivano definite "vitali".



Questo significa che non possiamo vedere come alternativi neppure tipi di determinazione che almeno concettualmente lo dovrebbero essere: una biomassa totale dovrebbe essere aritmeticamente la sommatoria del numero di microrganismi per la rispettiva biomassa unitaria, o più semplicemente il prodotto del numero di microrganismi per la massa media. E' da tener presente che se in ecologia generale (cioè in biologia) il vedere la popolazione totale di esseri viventi in termini di numero è estremamente criticabile e poco significativo (pensiamo al discredito di cui godono le cosiddette "piramidi di numero" rispetto a quelle "di biomassa" per descrivere la struttura di una catena alimentare) a causa dell'enorme divario di dimensioni (il batterio rispetto all'elefante o alla balena), se passiamo al solo mondo microbico o ancor più al solo batterico il divario di dimensioni si attenua molto e dovremmo poter descrivere con altrettanta efficacia una comunità microbica in termini di carica oppure di biomassa.

Le determinazioni di biomassa d'altra parte sono meno "flessibili" di quelle di carica nel poter valutare separatamente gruppi microbici diversi, specialmente quelli diversi su base fisiologica (gruppi fisiologico/funzionali), importantissimi nella microbiologia degli ecosistemi. A livello di cariche per via colturale questa differenziazione viene invece facilmente ottenuta adottando terreni colturali selettivi, anzi in realtà metodiche d'analisi rese completamente selettive nel loro complesso, p.es. agendo anche a livello di temperatura d'incubazione o di metodo di rilevazione del risultato quale l'impiogo di un reattivo chimico.

E' utile infine evidenziare un limite delle determinazioni di carica, almeno per via colturale, che molto spesso viene trascurato o sottovalutato, mentre ha una profonda influenza sui risultati sperimentali e sulla loro interpretazione. Mi riferisco alla scarsa precisione delle determinazioni, che ha una base, una causa, di tipo statistico quindi assolutamente non eliminabile e solo parzialmente attenuabile aumentando il numero di determinazioni, quindi il lavoro sperimentale da effettuare. E' chiaro che utilizzando determinazioni intrinsecamente poco precise è più difficile far emergere come statisticamente significativa (cioè: sicura) una differenza, p.es. fra trattato e controllo non trattato, anche di consistente entità.

Di nuovo un'esperienza personale: sono risultate statisticamente significative diminuzioni, provocate da un erbicida, del livello di attività microbiche (studiate mediante una numerosa serie di determinazioni) limitate a pochi punti percentuali, mentre riguardo alle cariche microbiche per via colturale ciò è avvenuto solo in presenza di cariche medie del controllo di varie volte superiori al trattato. In tali condizioni è forte la tentazione di concludere: si è avuta influenza sull'attività ma non sulla carica microbica, ma

come possiamo escludere che ciò sia stato dovuto esclusivamente alla citata differenza di precisione?

### **La biologia molecolare**

Cosa possono dire le tecniche avanzate di biologia molecolare (quelle tecniche che sono ormai la routine almeno in ambito accademico) che permettono di studiare quali/quantitativamente l'origine di tutte le strutture e funzioni biologiche (gli acidi nucleici) senza la necessità di farla esprimere, andando "a monte" di tutto? Quali tecniche "classiche", di carattere qualitativo o quantitativo, possono completamente sostituire ed a quali possono eventualmente affiancarsi con vantaggiosa sinergia?

E' chiaro il vantaggio di aver permesso di superare d'un solo balzo qualunque problema di non-coltivabilità che affligge le tecniche di tipo colturale, sia che servano per quantificare una carica microbica che per l'identificazione di specie. Questo permette ad esempio di ottenere cariche microbiche di gruppi anche molto specifici, applicando la PCR a diluizioni successive del campione in esame, applicando quindi una lettura "bio-molecolare" alla vecchia tecnica della carica tramite MPN. Con ciò si risolve un problema di "accuratezza" della determinazione (vicinanza della stima al valore reale, senza sottostime), ma c'è da osservare che si ricade nella drammatica mancanza di "precisione" (dispersione attorno alla media di stime ripetute) caratteristica dell'MPN.

Anche altre tecniche possono essere viste come sostitutive di tecniche tradizionali: una "PCR real-time" ad esempio, che stima la quantità totale di un certo DNA, può rappresentare una stima della quantità di microrganismi, o di un certo gruppo di essi, quindi essere quello che nelle tecniche tradizionali sono le stime di carica o biomassa.

Le tecniche biomolecolari comportano tuttavia determinazioni nettamente diverse da quelle delle tecniche tradizionali, per quanto si possano trovare analogie generali di significato, per cui in vari casi le due possono venir vantaggiosamente affiancate: le prime ad esempio non risentono della non coltivabilità ma d'altra parte non possono evidenziare di per sé la reale coltivabilità dei microrganismi studiati o individuati, particolare non certo trascurabile particolarmente quando la finalità ultima sia lo sfruttamento "biotecnologico" (in senso lato) del microrganismo (microbiologia industriale, allestimento di inoculanti microbici, ecc.). Non di rado, viceversa, lo studio delle caratteristiche genotipiche di un microrganismo hanno evi-

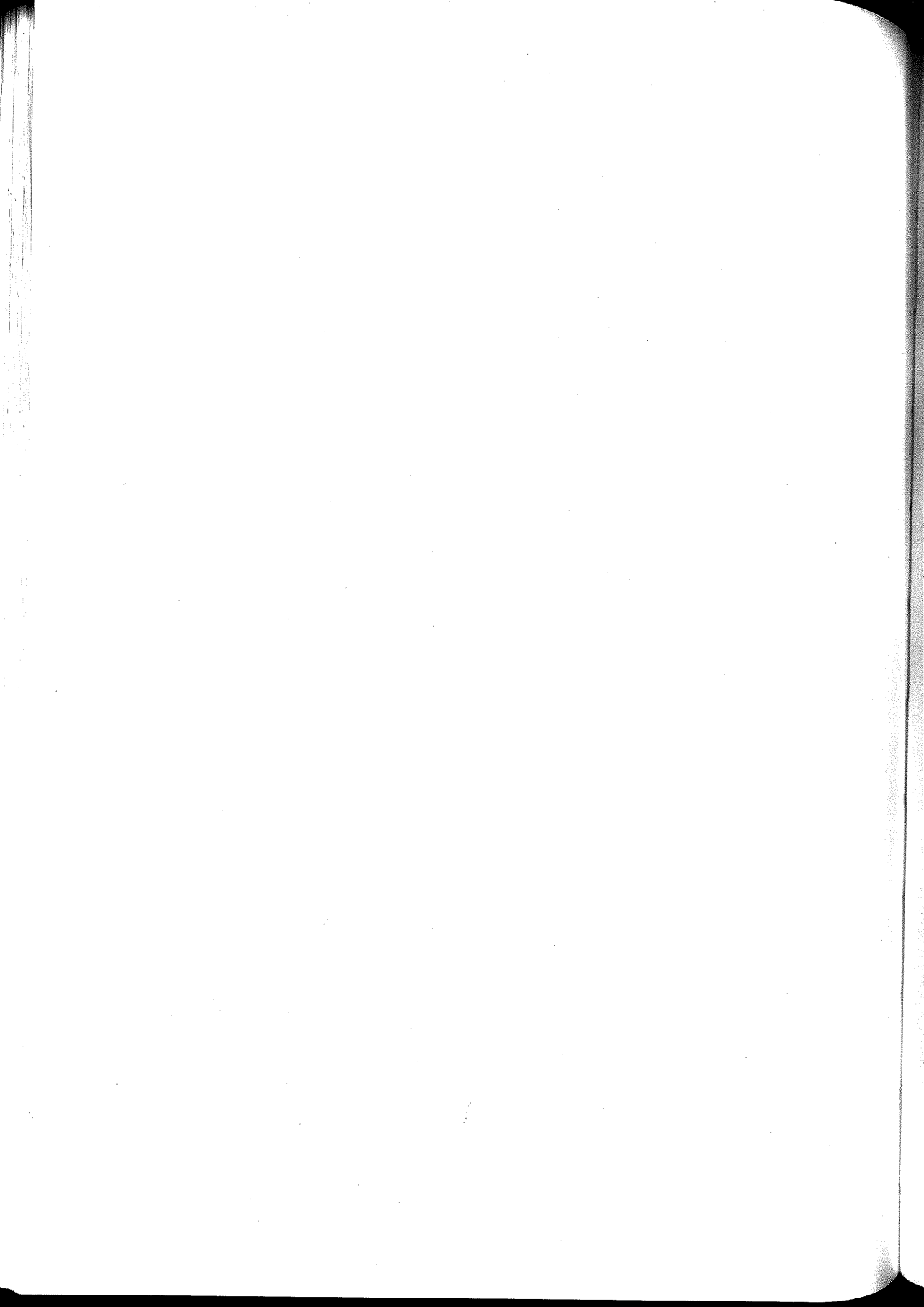
denziato analogie con forme note, che hanno permesso di elaborare terreni colturali che hanno risolto problemi di coltivabilità.

### **Conclusione**

Dalle considerazioni sinteticamente riportate, ritengo emerga chiaramente come le varie diverse tecniche analitiche a disposizione per studiare la microbiologia di un sistema quale ad esempio il suolo siano in realtà più complementari (quindi non mutuamente alternative) di quanto non sembri ad un esame puramente teorico delle stesse.

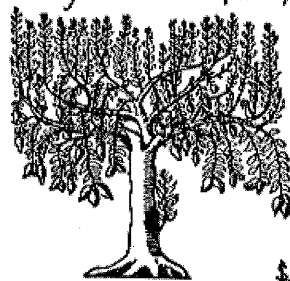
Questo comporta la necessità o almeno il vantaggio di una proficua sinergia fra competenze metodologicamente diverse (possiamo indicarle come microbiologiche, biochimiche e bio-molecolari) per lo studio più articolato e per avere una visione più completa di un unico oggetto biologico, la comunità microbica del suolo che rappresenta dal punto di vista agronomico il fattore biologico di fertilità e da quello della protezione ambientale il potente agente autodepurante di un ecosistema troppo spesso oggetto di pesanti insulti di origine antropica, fatti questi che possono permettere ed hanno effettivamente permesso (ormai da più d'un secolo) di sfruttare vari di questi microrganismi in biotecnologie di grande importanza per il progresso umano.

---





*Arbor summu. muzu. (Pinus)*



**Istituto Sperimentale per  
l'Agrumicoltura**



**Lions Club Acireale**

Convegno

## **Utilizzo e riciclo dei sottoprodotti dell'industria agrumaria**

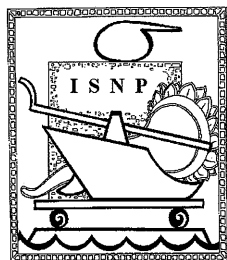
Acireale (CT)

21 maggio 2002

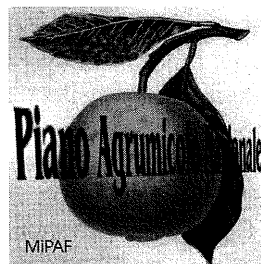
Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura

*Corso Savoia, 190*

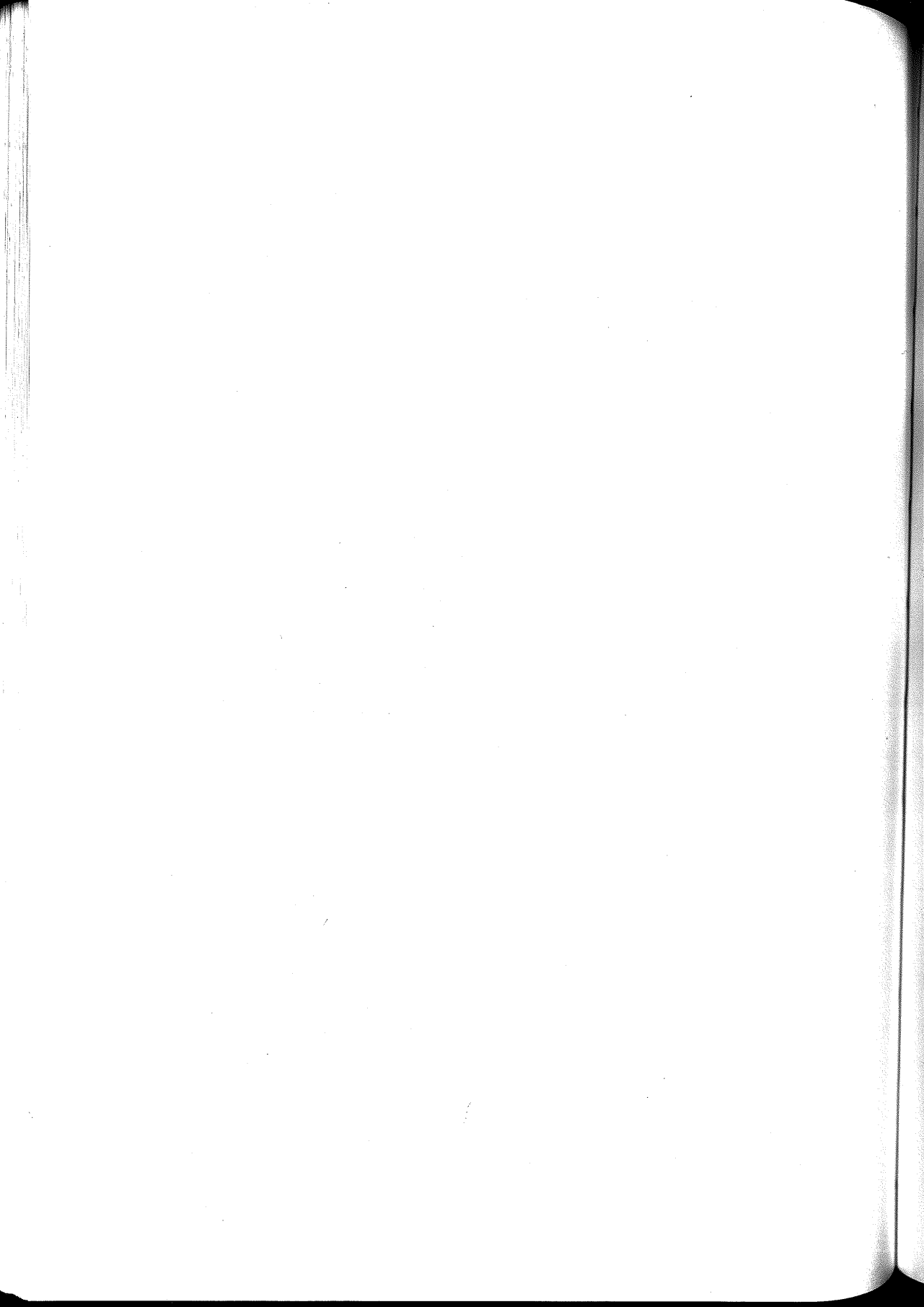
**PROGETTO PARSIFAL**



**Istituto Sperimentale per la  
Nutrizione delle Piante**



**Piano Agrumicolo Nazionale  
Ricerche e Sperimentazioni nel settore  
dell'agrumicoltura italiana**



## *PROBLEMATICHE E SVILUPPO DELLE ATTIVITÀ NEL SETTORE DEL COMPOSTAGGIO - PROGETTO FINALIZZATO MiPAF*

Fabio Tittarelli

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 4 - Roma

### **Introduzione**

L'organizzazione di un convegno sul riciclo dei residui dell'industria agrumaria, da tenere presso l'Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura di Acireale (CT), è stata la logica conclusione di un periodo di 4-5 anni di lavoro di ricerca e sperimentazione su questa tipologia di biomassa. Inoltre, come coordinatore del G.L. Biomasse dell'Osservatorio Nazionale Permanente sui fertilizzanti, ho proposto che tale convegno venisse organizzato sotto l'egida anche dell'Osservatorio sopra menzionato in quanto il monitoraggio delle biomasse di rifiuto agroindustriali e lo studio delle migliori tecnologie disponibili per il loro riciclo in agricoltura costituisce uno degli obiettivi che il G.L. si è proposto fin dalla sua prima riunione. All'interno del G.L. Biomasse, infatti, si è deciso di monitorare tutte le biomasse organiche riconducibili ai "Rifiuti compostabili" così come sono elencati al punto 16 dell'Allegato 1, suballegato 1 del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 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", dando un particolare risalto alle biomasse agroindustriali di cui si hanno pochi dati statistici di riferimento.

L'industria agrumaria e la stima degli scarti prodotti

Da un monitoraggio effettuato in collaborazione con l'Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura è risultato che i quantitativi di agrumi avviati all'industria negli ultimi venti anni siano andati progressivamente aumentando, passando da una media di 351.000 t del periodo che va dal 1971 al 1976 alle 860.000 t del quinquennio 92-97, registrando così un aumento pari al 145%. Secondo gli ultimi dati disponibili, tale quantitativo ha ormai raggiunto 1.000.000 di tonnellate all'anno. L'incremento ha interessato in maniera particolare l'arancio i cui volumi di prodotto trasformato sono passati, nello stesso periodo, da 191.000 t a 552.000 t, con un aumento di circa il 190%; anche per i limoni e per il gruppo dei mandarini si è osservato lo stes-

so andamento con incrementi, rispettivamente, del 70% e del 500%. Le cause che hanno determinato tale andamento sono ascrivibili principalmente al progressivo tracollo delle esportazioni, verificatosi maggiormente a partire dagli anni settanta, e alla conseguente congestione del mercato interno del frutto fresco. Questo fenomeno ha orientato sempre più la destinazione degli agrumi italiani verso la trasformazione industriale. Alla luce di quanto esposto è facilmente rilevabile come l'industria di trasformazione sia chiamata a svolgere un ruolo sempre più importante nel contesto agricolo nazionale.

I dati relativi al monitoraggio delle biomasse di scarto prodotte dall'industria agrumaria e alla loro caratterizzazione fisico-chimica sono stati successivamente pubblicati (Rapisarda et al., 1998) ed hanno consentito di effettuare una valutazione tecnica sulla loro potenzialità nella produzione di fertilizzanti per agricoltura convenzionale e biologica.

### **Programma di ricerca e quadro normativo**

Sulla base delle considerazioni sopra riportate, la Direzione Generale delle Politiche Agricole e Agroindustriali Nazionali del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali ha concesso un contributo, all'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante e all'Istituto Sperimentale per l'Agricoltura, per lo svolgimento del programma di ricerca "Prospettive di sviluppo della fertilizzazione in agricoltura biologica". In particolare, lo sviluppo di tale programma ha previsto di verificare, in alcune realtà agronomiche caratterizzate da un'elevata incidenza di aziende a produzione biologica, la possibilità di realizzare, su base comprensoriale, l'equilibrio nella gestione della sostanza organica e degli elementi della nutrizione vegetale che è impossibile ottenere nella singola azienda agricola. L'obiettivo è stato quello di realizzare filiere di riciclo con cui si possa chiudere il ciclo aperto dalle filiere agroindustriali.

Il programma di ricerca è stato svolto di pari passo agli incontri del Gruppo di Lavoro "Fertilizzazione in Agricoltura Biologica" (GL-FertAB), istituito dal Ministero per le Politiche Agricole e Forestali presso l'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, che ha portato all'elaborazione del testo della Circolare n.8 del 13/9/99 riguardante l'individuazione di fertilizzanti il cui uso è consentito in agricoltura biologica.

Sulla base dell'evoluzione della discussione che maturava in seno al GL-FertAB, si è deciso di approfondire le conoscenze relative alla produzione di ammendanti compostati misti ottenuti attraverso processi di tra-



sformazione e biostabilizzazione aerobica controllata di residui dell'industria agrumaria. Sono stati, pertanto, allestiti 2 cumuli per l'ottenimento di compost, differenziati tra loro per la composizione della miscela iniziale (presenza o assenza di fanghi di depurazione dell'industria agrumaria), quindi, destinabili rispettivamente a un utilizzo in agricoltura convenzionale (ai sensi della normativa 748/84) e in agricoltura biologica (ai sensi della Circolare MiPAF n. 8 del 13/9/99).

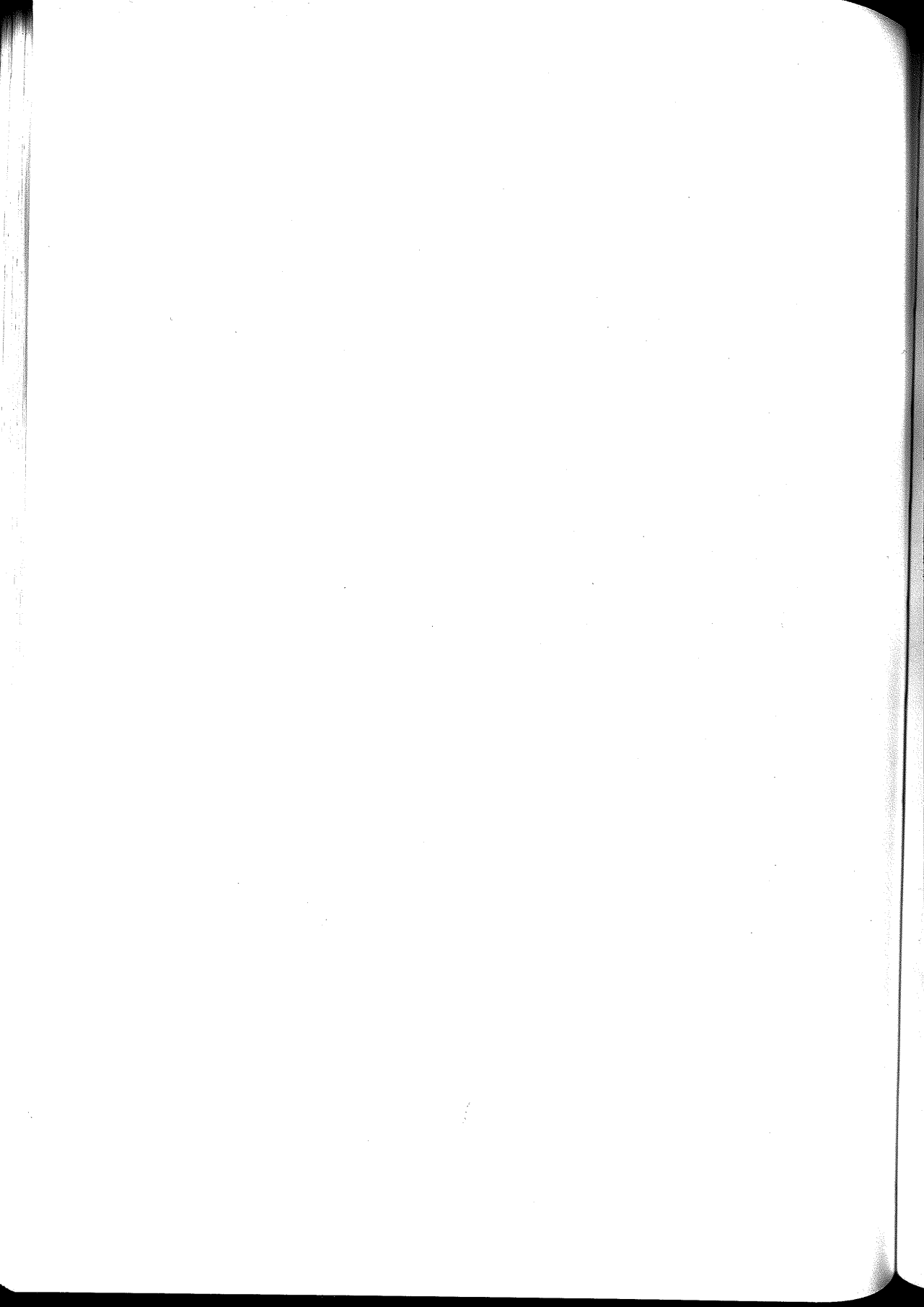
I risultati ottenuti con quella ricerca sono presentati nel lavoro di Trinchera e Calabretta pubblicato in questo volume.

Successivamente, in seguito al finanziamento del progetto "Ricerche e sperimentazioni nel settore dell'agrumicoltura italiana", nell'ambito delle attività dell'Azione 2 "Fertilizzazione a basso impatto ambientale" si è previsto di sviluppare l'attività di ricerca e sperimentazione sul riciclo delle biomasse derivanti dall'industria agrumaria.

Tale progetto, che è stato appena finanziato, prevede che vengano realizzate nuove prove di compostaggio utilizzando come matrice di base il pastazzo di agrumi miscelato con diverse tipologie di biomasse organiche di rifiuto disponibili nel comprensorio. Sono previste inoltre delle prove di fito e genotossicità sui prodotti finiti, di utilizzazione del compost come sostituto della torba per la produzione di substrati da utilizzare nelle colture senza suolo ed infine di ammendamento in pieno campo. I primi risultati in tal senso, a carattere preliminare, sono riportati nei lavori di De Simone e Marchionni per la fito e genotossicità e di Rea per le colture senza suolo, entrambi pubblicati in questo volume.

### **Bibliografia**

- INTRIGLIOLO F., CALABRETTA M.L., GIUFFRIDA A., TORRISI B., RAPISARDA P., TITTARELLI F., ANSELMINI M., ROCCUZZO G., TRINCHERA A., BENEDETTI A. (2001) Compost dagli scarti dell'industria agrumaria. *L'Informatore Agrario* 4; 35-39.
- RAPISARDA P., INTELISANO S., FANELLA F., INTRIGLIOLO F., TITTARELLI F., CANALI S., BENEDETTI A., SEQUI P. (1998) Utilizzo degli scarti di lavorazione dell'industria agrumaria. *L'Informatore Agrario* 11: 93-97.
- TITTARELLI F., TRINCHERA A., INTRIGLIOLO F., BENEDETTI A. (2002) Evaluation of organic matter stability during the composting process of agroindustrial wastes. In *Microbiology of composting*. H. Insam, N. Riddech, S. Klammer (Eds), Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002; 397-406



## *SOSTANZE AD ALTO VALORE AGGIUNTO DAI SOTTOPRODOTTI DELL'INDUSTRIA AGRUMARIA*

Paolo Rapisarda

Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura

Tutti i processi tecnologici adottati dall'industria agrumaria sono mirati all'ottenimento di due derivati principali: il succo e l'olio essenziale. Si ottiene inoltre un sottoprodotto, considerato a basso valore, costituito da scorze, polpe e semi che tradizionalmente viene chiamato "pastazzo". Le percentuali relative di ogni singolo derivato, sono all'incirca 35-40% di succo, 0,2-0,5% di olio essenziale e 60-65% di "pastazzo". Pertanto, a fronte di un totale di frutti trasformati ogni anno in Italia di circa un milione di tonnellate, la produzione dei sottoprodotti ammonta a 600-650.000 tonnellate. Ciò crea tutta una serie di problematiche legate principalmente alla economicità del processo produttivo (gli attuali costi di produzione gravano soltanto sui due derivati principali) e alle modalità di smaltimento dei residui di lavorazione. Occorre pertanto trovare una via redditizia e razionale di utilizzo degli scarti agrumari che permetta di ricavare prodotti ad alto valore aggiunto vendibili anche in settori commerciali diversi da quello alimentare.

Le scorze e le polpe, che rappresentano i maggiori costituenti del pastazzo, sono ricche di mono e disaccaridi (glucosio, fruttosio e saccarosio), polisaccaridi (pectina, cellulosa e emicellulosa) e acidi organici, (citrnico, malico e isocitrnico); sono presenti, inoltre, altre sostanze con spiccate proprietà biologiche quali flavonoidi, carotenoidi, limonoidi, D-limonene, vitamine, amminoacidi.

Nuove opportunità commerciali si aprono per questi ultimi componenti nell'industria degli integratori dietetici naturali, attualmente in forte crescita, in campo cosmetico e, ove ne venisse dimostrata l'efficacia, in campo farmacologico.

Fra i costituenti del "pastazzo", alcuni meritano una maggiore attenzione.

### **Pectina**

E' costituita da polimeri formati di molecole di acido D-galatturonico uniti da legami  $\alpha$ -1,4-glicosidici. Le funzioni acide in essa presenti possono essere esterificate con gruppi metossilici o salificati con cationi (Fig. 1).

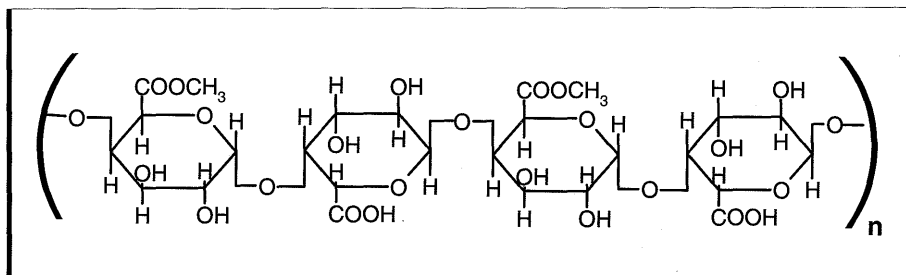


Figura 1. Struttura chimica della pectina

La pectina si concentra nelle parti solide dei frutti (scorza, membrane) e di solito è associata ad altre macromolecole quali cellulosa o emicellulosa e zuccheri come galattosio o arabinosio.

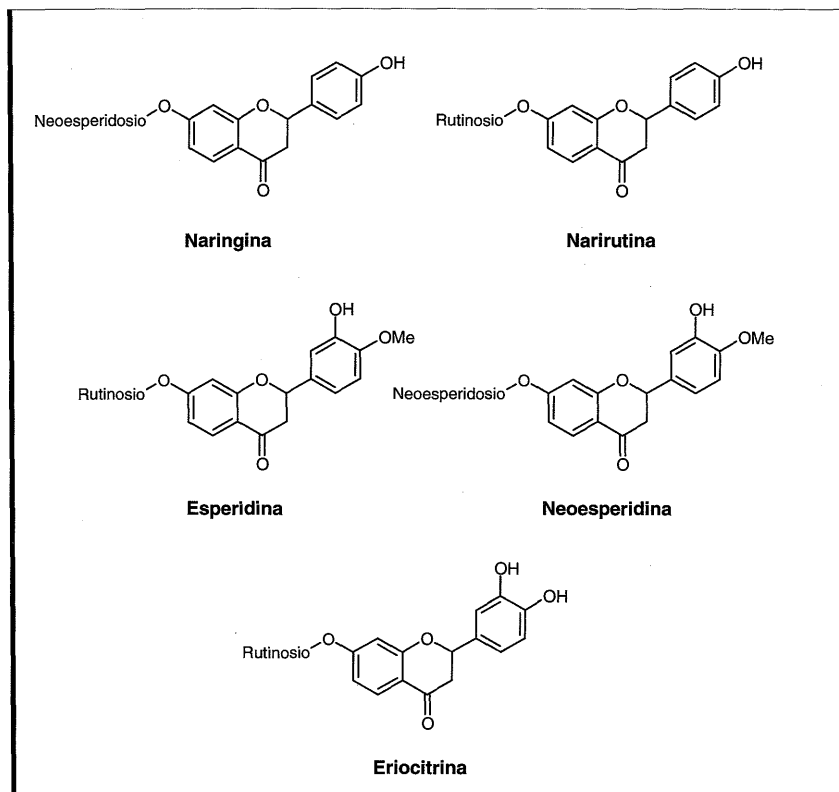
La pectina estratta dalle scorze di agrumi trova largo impiego nell'industria alimentare, farmaceutica e cosmetica. Viene utilizzata come agente gelificante nella produzione di marmellate e come addensante e stabilizzante in molti alimenti.

In campo cosmetico viene usata come modificatore reologico nelle paste dentifricie, in prodotti tricologici e come gel idratante della pelle.

Recenti studi effettuati presso l'Università della Florida hanno dimostrato l'effetto terapeutico della pectina verso determinate patologie. In particolare la pectina estratta da bucce di pompelmo, se inserita in una normale dieta, abbassa in maniera significativa il livello di colesterolo nel sangue contribuendo così a ridurre l'incidenza dell'aterosclerosi e il rischio di malattie coronariche.

## Flavonoidi

I flavonoidi sono un'altra importante classe di sostanze presenti in concentrazioni rilevanti nelle scorze e nelle polpe degli agrumi. Tre tipi di flavonoidi sono stati identificati negli agrumi, tutti presenti sotto forma di glicosidi: flavanoni, flavoni e antocianine. I flavanoni sono i più abbondanti, si concentrano principalmente nella buccia ma sono presenti anche nel succo e nelle polpe. La naringina, la narirutina e la neoesperidina sono i principali flavanoni glicosidi del pompelmo e dell'arancio amaro, mentre l'esperidina e la eriocitrina predominano nel limone. Nelle arance e nei mandarini sono presenti esperidina e narirutina (Fig.2).



**Figura 2.** Principali flavanoni glucosidi presenti negli agrumi

Le antocianine si ritrovano solamente nella polpa e nella buccia delle arance pigmentate (Fig. 3). Alla famiglia dei flavoni appartengono i polimetossiflavoni (PMF), che si concentrano nelle sacche oleifere del flavedo e quindi nell'olio essenziale dopo il processo di estrazione (Fig. 4).

L'estrazione dei flavonoidi dalle scorze o dalle polpe delle diverse specie di agrumi viene effettuata mediante trattamento con soluzioni alcaline e successiva precipitazione in ambiente acido. Di recente sono stati sviluppati dei processi innovativi per il recupero dei flavonoidi e delle antocianine che prevedono una fase di concentrazione mediante resine adsorbenti e l'essiccamento dell'eluato ottenuto attraverso un sistema "spray-dried".

Estratti concentrati di flavonoidi degli agrumi (bioflavonoidi) sono attualmente utilizzati nel settore farmaceutico o come integratori alimentari. I diidrocalconi della naringina e della neoesperidina presentano, invece, una spiccata proprietà edulcorante; il loro potere dolcificante è rispet-

tivamente 300 e 1000 volte più elevato rispetto a quello del saccarosio. Pertanto essi trovano impiego nell'industria alimentare e dolciaria come dolcificanti ipocalorici.

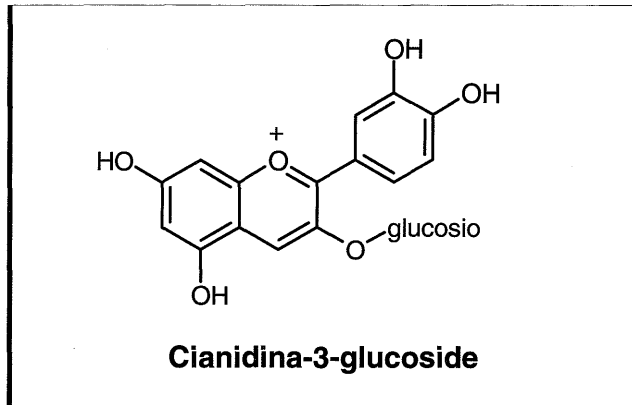


Figura 3. Principale antocianina delle arance pigmentate

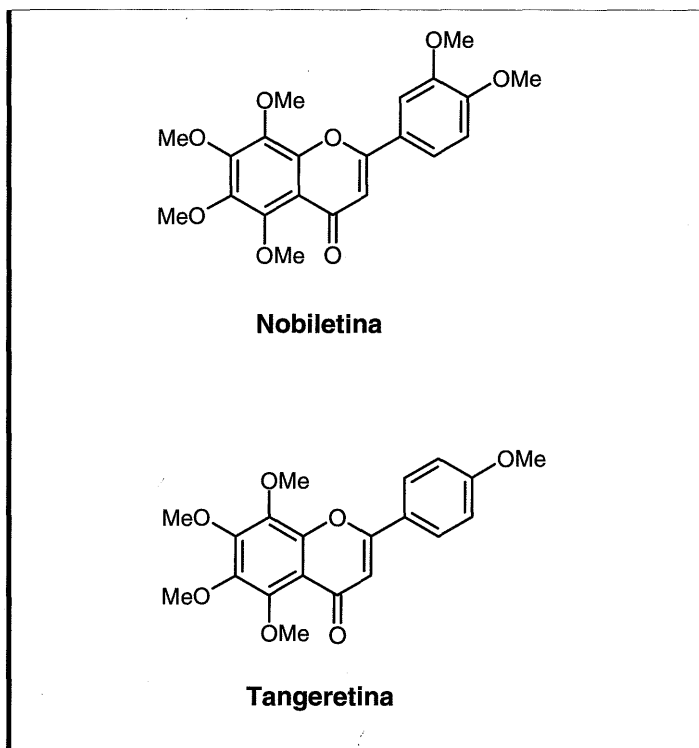


Figura 4. Due importanti polimetossiflavoni che presentano attività anti - cancro

I primi studi sull'attività biologica dei flavonoidi degli agrumi risalgono agli anni trenta quando Szent-Gyorgyi per primo attribuì ai flavonoidi estratti dal limone proprietà simili alle vitamine. Successivamente venne, però, dimostrato che questi esercitano solo un'azione sinergica nei confronti della vitamina C. Tuttavia l'effetto terapeutico dei bioflavonoidi nella cura della fragilità e permeabilità capillare è ormai ampiamente riconosciuto. Altri studi hanno dimostrato la forte attività antiossidante, antiinfiammatoria e antivirale di questi composti. Di recente è stato riscontrato che i polimetossiflavoni nobiletina e tangeretina inibiscono in-vitro la crescita di cellule tumorali in modo più efficace rispetto ai flavonoidi idrossilati (quercetina, tassifolina). Tale differenza di attività è da ricondurre alla lipofilicità dei PMF che ne agevola la permeabilità cellulare).

Anche le antocianine estratte dalle arance pigmentate esercitano un'azione protettiva nei confronti della fragilità capillare oltre a funzionare da "scavenger" di radicali liberi, cioè da antiossidanti a livello cellulare. Inoltre hanno la capacità di ridurre in-vitro e in-vivo i danni ossidativi causati dalle radiazioni UV sulla pelle e pertanto possono essere utilizzate come ingredienti in formulazioni cosmetiche "antiaging" o nella creme solari.

### **Carotenoidi**

Il colore giallo-arancione delle arance e dei mandarini e rosso dei polpelmi pigmentati è dovuto alla presenza di sostanze appartenenti al gruppo dei carotenoidi. Questi componenti si localizzano principalmente nella parte più esterna del frutto (flavedo) ma sono presenti anche nella polpa e nel succo. Pertanto le scorze e le polpe ottenute nel processo di trasformazione possono essere utilizzati come materia prima per l'estrazione di questa importante classe di pigmenti.

Il recupero dei carotenoidi può essere effettuato mediante estrazione con solvente dei cascami precedentemente essiccati o attraverso la digestione con l'olio essenziale ricavato dal frutto stesso. Nel primo caso, dopo le fasi di distillazione del solvente e di essiccamento dell'estratto, si ricava una polvere utilizzabile come colorante naturale da destinare all'industria alimentare; nel secondo caso, invece, si ottiene un olio essenziale intensamente colorato da impiegare come colorante e aromatizzante nelle bevande a base di agrumi o come additivo nell'industria farmaceutica.

Le miscele di carotenoidi estratti dalle arance, dai mandarini o dalle clementine contengono concentrazioni rilevanti di  $\alpha$ - e  $\beta$ -carotene,  $\beta$ -

criptoxantina e  $\beta$ -apo-8'-carotenale che costituiscono i principali precursori della vitamina A (Fig.5). Pertanto questi estratti potrebbero trovare impiego anche in campo farmaceutico nella prevenzione o nella correzione delle patologie da carenza di vitamina A nell'organismo; inoltre la loro spiccata attività antiossidante li propone come integratori alimentari mirati alla prevenzione del cancro generato dall'azione distruttiva dei radicali liberi sulle cellule.

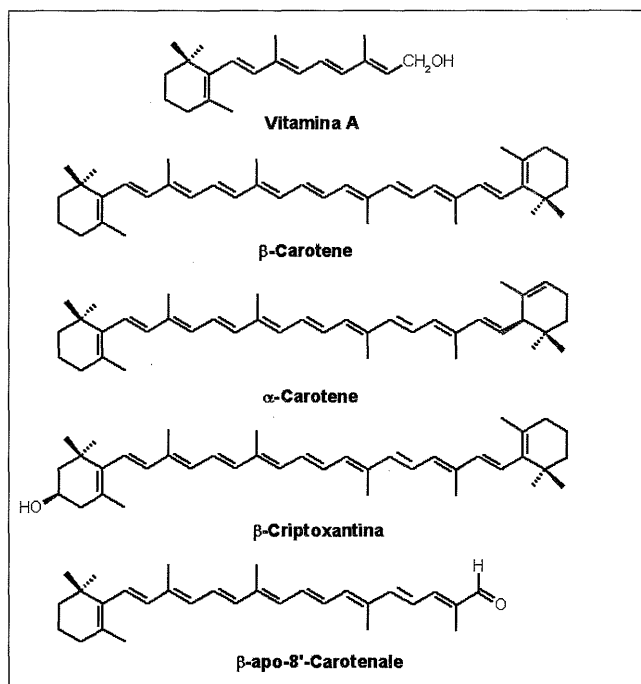


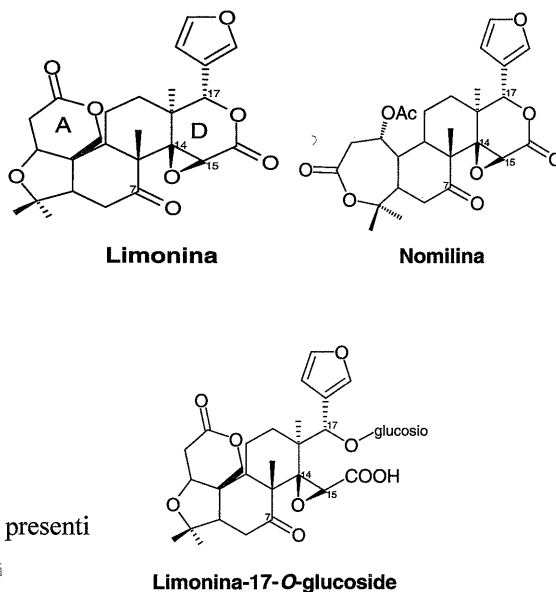
Figura 5. Vitamina A e suoi principali precursori

## Limonioidi

I limonioidi, insieme ad alcuni flavonoidi (naringina e neoesperidina), costituiscono i componenti amari degli agrumi. Hanno una struttura chimica triterpenica contenente due anelli lattonici (A e D), un gruppo chetonico (C-7), uno epossidico (C-14, 15) e un anello furanico legato in posizione C-17 (Fig.6). Circa 38 limonioidi sono stati identificati negli agrumi, quattro dei quali sono caratterizzati dal sapore amaro, mentre alcuni sono presenti sotto forma di glucosidi. La limonina è il componente più abbondante e si concentra nei semi o nelle altre parti solide del frutto (scorze e pol-



pe). I limonoidi glucosidi si distribuiscono principalmente nel succo dove la loro concentrazione è circa cento volte superiore ai rispettivi agliconi.



**Figura 6.**

Tre tipi di limonoidi presenti negli agrumi

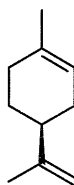
**Limonina-17-O-glucoside**

Attualmente non si è a conoscenza di processi industriali finalizzati alla estrazione dei limonoidi dai sottoprodotti dell'industria agrumaria. Tuttavia quantità rilevanti di questi componenti potrebbero essere recuperati dai processi tecnologici di deamarizzazione dei succhi.

Recenti studi hanno dimostrato che i limonoidi estratti dagli agrumi presentano una forte attività antitumorale. In particolare, una sperimentazione effettuata in-vivo su ratti da laboratorio, ha messo in evidenza che la limonina e la nomilina, i due principali limonoidi presenti nei semi, inibiscono la formazione di tumori allo stomaco e ai polmoni negli animali, inoltre contrastano la formazione di tumori cutanei indotti da agenti chimici. Anche i limonoidi glucosidi sono dotati di effetti anticancerogeni determinando l'inibizione dello sviluppo di tumori del cavo orale nei criceti. Quest'ultima proprietà se confermata sull'uomo, permetterà di ascrivere l'effetto antimutagenico esercitato dai frutti o dal succo di agrumi, non solo alla presenza di vitamina C o ai flavonoidi, ma anche ai limonoidi glucosidi che si ritrovano in concentrazioni elevate nei succhi (circa 300 mg/L) o nelle parti edibili del frutto.

## Limonene

Il limonene è il componente principale dell'olio essenziale estratto a freddo dagli agrumi. Nelle essenze di arance, clementine e pompelmi raggiunge il 90-95%, mentre scende al 60-75% nelle essenze di limone e mandarino. In quelle bergamotto le concentrazioni di questo componente si aggirano intorno al 30-50% (Fig. 7).



Limonene

**Figura. 7** Limonene, il principale componente dell'olio essenziale degli agrumi

Dal processo di deterpenazione degli olii essenziali e dalla distillazione delle emulsioni separate mediante centrifuga dagli olii essenziali, si ottengono ogni anno grandi quantità di una miscela di terpeni in cui il limonene è presente in ragione del 95% circa. Questo prodotto viene chiamato commercialmente "D-limonene" e trova utilizzo come solvente nell'industria delle materie plastiche, delle resine sintetiche e degli adesivi, mentre nell'industria cosmetica viene impiegato come prodotto base per saponi e profumi. Inoltre il limonene è in grado di aumentare l'assorbimento percutaneo di ingredienti cosmetici che esplicano la loro azione negli strati più profondi della pelle. A tale proposito sono attualmente commercializzate formulazioni contenenti limonene e caffeina allo scopo di potenziare l'efficacia di quest'ultima nei confronti degli inestetismi della cellulite.

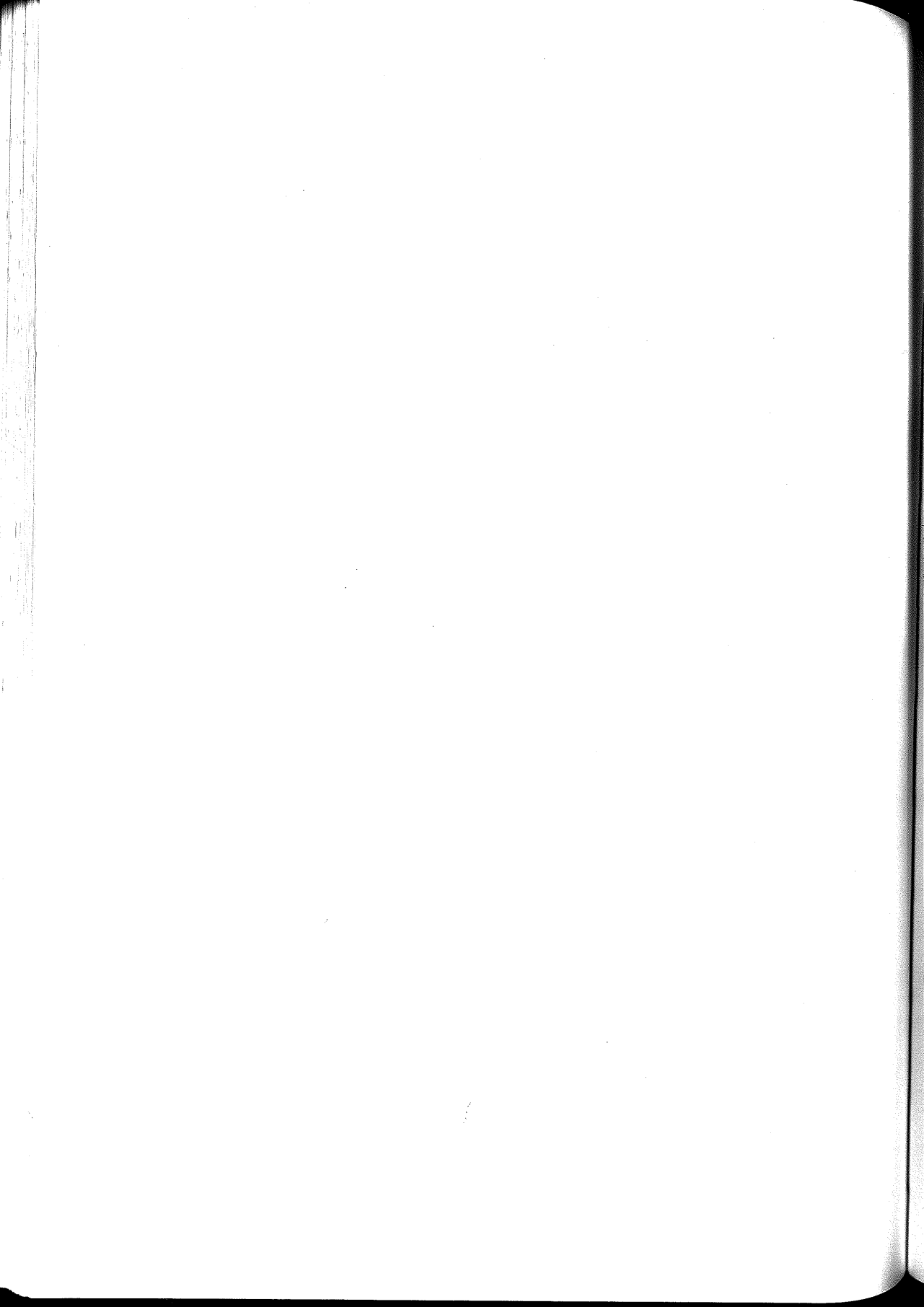
Infine recenti studi sull'attività farmacologica del limonene ne hanno evidenziato l'effetto protettivo nei confronti dei carcinogeni prodotti nella combustione del tabacco (nitrosammine).

## Conclusioni

Gli studi sull'attività biologica di molti componenti dei sottoprodotti dell'industria agrumaria lasciano intravedere nuovi campi di applica-

zione di queste sostanze in settori di grande rilevanza economica. Altri prodotti biologicamente attivi potrebbero essere ricavati utilizzando le suddette biomasse in processi biotecnologici. Infatti l'elevata concentrazione di zuccheri, acidi organici, vitamine e amminoacidi costituiscono un ottimo substrato di crescita per microrganismi capaci di produrre enzimi, antibiotici o altri metaboliti da destinare all'industria alimentare, cosmetica o farmaceutica.

Attualmente nel mondo esistono diversi impianti di estrazione di pectina e bioflavonoidi localizzati principalmente negli Stati Uniti, Brasile e Spagna. Grandi quantità di "D-limonene" si ottengono in tutti i paesi produttori di agrumi. Solo un'industria di pectina e una di estrazione di antocianine sono presenti in Italia. Esiste però un grande fervore di idee e di iniziative imprenditoriali che porterà sicuramente in tempi brevi alla realizzazione, anche nel nostro Paese, di impianti di produzione di derivati ad alto valore aggiunto dai sottoprodotti dell'industria agrumaria.



## *SOTTOPRODOTTI DELL'INDUSTRIA AGRUMARIA: POSSIBILI APPLICAZIONI NEL CAMPO NUTRACEUTICO*

Antonella Saija<sup>1</sup>, Giovanni Tringali<sup>2</sup>, Elio Insirello<sup>2</sup>,

Francesco P. Bonina<sup>3</sup>, Paolo Rapisarda<sup>4</sup>

1 Dip. Farmaco-Biologico, Univ. Messina,

2 Istituto Ricerca Medica ed Ambientale

3 Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura, Acireale, CT,

4 Dip. Scienze Farmaceutiche, Univ. Catania

Le arance rosse di Sicilia, nelle loro tre varietà Tarocco, Moro e Sanguinello, possono essere considerate un alimento altamente salutistico grazie alla presenza di alcuni componenti (come antocianine, flavanoni, acidi idrossicinnamici e vitamina C) in grado di esercitare un elevato effetto antiossidante e radical scavenging nei confronti di specie reattive dell'ossigeno (ROS). Recenti lavori hanno dimostrato che il succo delle arance rosse di Sicilia ed i componenti presenti in esso sono in grado di esercitare un effetto antiossidante ed antiradicalico in differenti modelli "in vitro" (Rapisarda *et al.*, 1999). Così un estratto di arance rosse di Sicilia, contenente antocianine, flavanoni, acidi idrossicinnamici ed acido ascorbico (di seguito indicato ROE), si è dimostrato dotato di buona attività antiossidante "in vitro" ed efficace nel proteggere "in vivo" la pelle umana, ed i suoi sistemi cellulari, dagli effetti negativi provocati da vari sistemi ossidanti (Bonina *et al.*, 1998; Morini *et al.*, 2000).

Parecchi lavori hanno dimostrato la buona biodisponibilità della cianidina-3-glucoside (principale componente dell'estratto ROE) dopo somministrazione orale nell'uomo. A conferma indiretta di questi risultati, noi abbiamo recentemente dimostrato che la supplementazione a breve termine della dieta con un il ROE è in grado di migliorare le difese antiossidanti in un gruppo di pazienti diabetici, una categoria di soggetti con capacità antiossidanti compromesse e quindi sottoposti a forte stress ossidativo (Bonina *et al.*, 2002).

La nostra attuale ricerca è volta a valutare gli effetti della supplementazione a breve termine (due mesi) della dieta con il ROE su alcuni biomarkers di stress ossidativo in un gruppo di atleti; infatti è noto che gli atleti sono esposti a stress acuto e cronico che può portare ad aumentata produzione di ROS. La sperimentazione è stata condotta su un gruppo di 17 giocatori (appartenenti ad una squadra locale), di età compresa tra 18 e 26 anni e di sesso maschile; un gruppo di soggetti volontari (n. 18) apparentemente sani, sempre di sesso maschile e di età paragonabile, è stato utilizzato come

controllo. Lo studio è stato condotto in accordo con la dichiarazione di Helsinki; il consenso scritto informato è stato ottenuto da ciascun soggetto prima della partecipazione allo studio. A tutti i soggetti è stato chiesto di non modificare le loro abitudini alimentari e di non assumere farmaci ed integratori alimentari per tutto il periodo della sperimentazione. L'estratto ROE utilizzato (fornito dalla Bionap, Roma) è ottenuto con un processo brevettato dal succo di tre varietà di arance pigmentate (Moro, Tarocco, Sanguinello) e contiene il 3.1% di antocianine (cianidin-3-glucoside), il 2.07% di acidi idrossicinnamici (acidi caffeico, ferulico, cumarico e sinapico), l'8.1% di flavanoni glicosidici (narirutina ed esperidina) ed il 7% di acido ascorbico. La supplementazione consisteva di 50 mg di ROE (contenuto in forma micronizzata in capsule) due volte al giorno per 2 mesi. All'inizio dello studio e dopo 1 mese, campioni di sangue sono stati prelevati dalla vena antecubitale dei soggetti a digiuno. Sono stati determinati, utilizzando kit commerciali, i livelli sierici di: gruppi tiolici, total antioxidant status (TAS), malondialdeide (MDA), radicali liberi (per una particolareggiata descrizione dei metodi vedi Bonina *et al.* (2002). Inoltre nei linfociti del soggetto arruolati nello studio è stato determinato il numero di scambi tra cromatidi fratelli (SCE), un marker molecolare di danno precoce a livello citogenetico predittivo di potenziale rischio clinico (IAEA, 1986).

I dati sono stati espressi come media(SD ed analizzati mediante il test t di Student per dati indipendenti o appaiati. Una differenza statistica è stata assunta quando  $P < 0.05$ .

I risultati analitici dello studio sono riportati nelle tabelle 1 e 2. In base ai risultati ottenuti nel D-ROM test (determinazione dei livelli sierici di radicali liberi) all'inizio della sperimentazione, i soggetti arruolati nello studio sono stati divisi in tre gruppi: no stress con valori  $< 300$  U.Car., borderline con valori tra 300 e 350 U.Car., e stressati con valori  $> 350$  U.Car.. È interessante notare che nel gruppo di controllo non abbiamo trovato soggetti con valori  $> 350$  U.Car. (stressati), mentre nel gruppo di giocatori non c'erano soggetti con valori  $< 300$  U.Car. (non stressati). Inoltre, in tutti gli sportivi esaminati si sono osservati livelli ematici di gruppi tiolici e di TAS significativamente più bassi rispetto al gruppo di controllo, insieme a livelli ematici di radicali liberi e di MDA marcatamente più alti. È interessante notare che nel gruppo degli atleti è stato misurato un numero di SCE significativamente maggiore rispetto ai controlli.

Già dopo 1 mese di supplementazione della dieta con l'estratto ROE alle dosi sopra riportate, ed in maniera molto più marcata alla fine della sperimentazione (2 mesi di supplementazione), i livelli ematici di gruppi tiolici, radicali liberi e TAS misurati nel gruppo degli atleti sono ritornati a

valori paragonabili a quelli osservati nei controlli, mentre i valori relativi alle concentrazioni ematiche di MDA mostravano una chiara tendenza a ritornare verso quelli di controllo. Infine, cosa molto interessante, dopo 2 mesi di supplementazione con il ROE, il numero di SCE nel gruppo di sportivi non differiva da quello misurato nei controlli.

Il trattamento con il ROE è stato peraltro ben tollerato da tutti i soggetti arruolati nello studio, e non è stata segnalata la comparsa di effetti collaterali; infatti nessun soggetto ha abbandonato lo studio prima del termine.

In conclusione i nostri risultati dimostrano che la supplementazione della dieta con l'estratto di succo di arance pigmentate può essere utile per prevenire gli eventuali danni associati ad una eccessiva produzione di radicali liberi. Va segnalato che tale tipo di trattamento, oltre ad essere privo di effetti collaterali, avrebbe anche l'addizionale vantaggio di essere poco costoso. Per quanto riguarda il meccanismo d'azione dell'estratto di arance rosse studiato, si potrebbe suggerire che gli ingredienti del ROE siano in grado di proteggere la vitamina C ed E endogene dal consumo nei processi ossidativi; il mantenimento dei livelli di vitamina C ed E potrebbe a sua volta proteggere i gruppi tiolici delle proteine, ad esempio della glutatione perossidasi, che sono particolarmente vulnerabili al danno ossidativo e quindi all'inattivazione (Li *et al.*, 1994). Ulteriori studi sono comunque necessari per chiarire con precisione i meccanismi coinvolti nell'osservato effetto benefico della supplementazione dietetica con ROE in soggetti sottoposti a stress fisico.

I risultati della presente ricerca sono stati parzialmente presentati al X Congresso Nazionale della Società Italiana di Farmacognosia, Cagliari, 2-6 Ottobre 2002 (Trombetta *et al.*, 2002).

**Tabella 1.** parametri di stress ossidativo nei soggetti di controllo e negli sportivi arruolati nello studio. I valori sono stati calcolati all'inizio dello studio e dopo 1 e 2 mesi di supplementazione con il ROE. I dati sono espressi come media±D.S. e sono stati analizzati mediante il test T di Student per dati appaiati o indipendenti.  
a P < 0.05 vs il rispettivo controllo (dati indipendenti); b P < 0.05 vs il rispettivo inizio dello studio (dati appaiati)

Soggetti (n)	ROM (U. Car.)			TAS (mM Trolox)			MDA (µM)Controlli		
	Prima	1 mese	2 mesi	Prima	1 mese	2 mesi	Prima	1 mese	2 mesi
No stress (10)	215±21	241±19	236±25	1.04±0.206	1.10±0.154	1.23±0.191	1.24±0.65	1.18±0.73	1.29±0.51
Borderline (8)	335±23	314±26	341±27	1.06±0.135	1.07±0.136	1.13±0.104	1.33±0.72	1.27±0.69	1.44±0.12
Atleti									
Borderline (6)	330±16	289±34 b	269±56 b	0.53±0.295a	0.94±0.312	1.15±0.281b	1.98±0.94	1.84±0.86	1.49±0.16b
Stress (11)	409±34	308±45b	250±35 b	0.50±0.164a	1.09±0.374b	1.23±0.360b	1.99±0.93	1.60±0.98b	1.47±0.71b

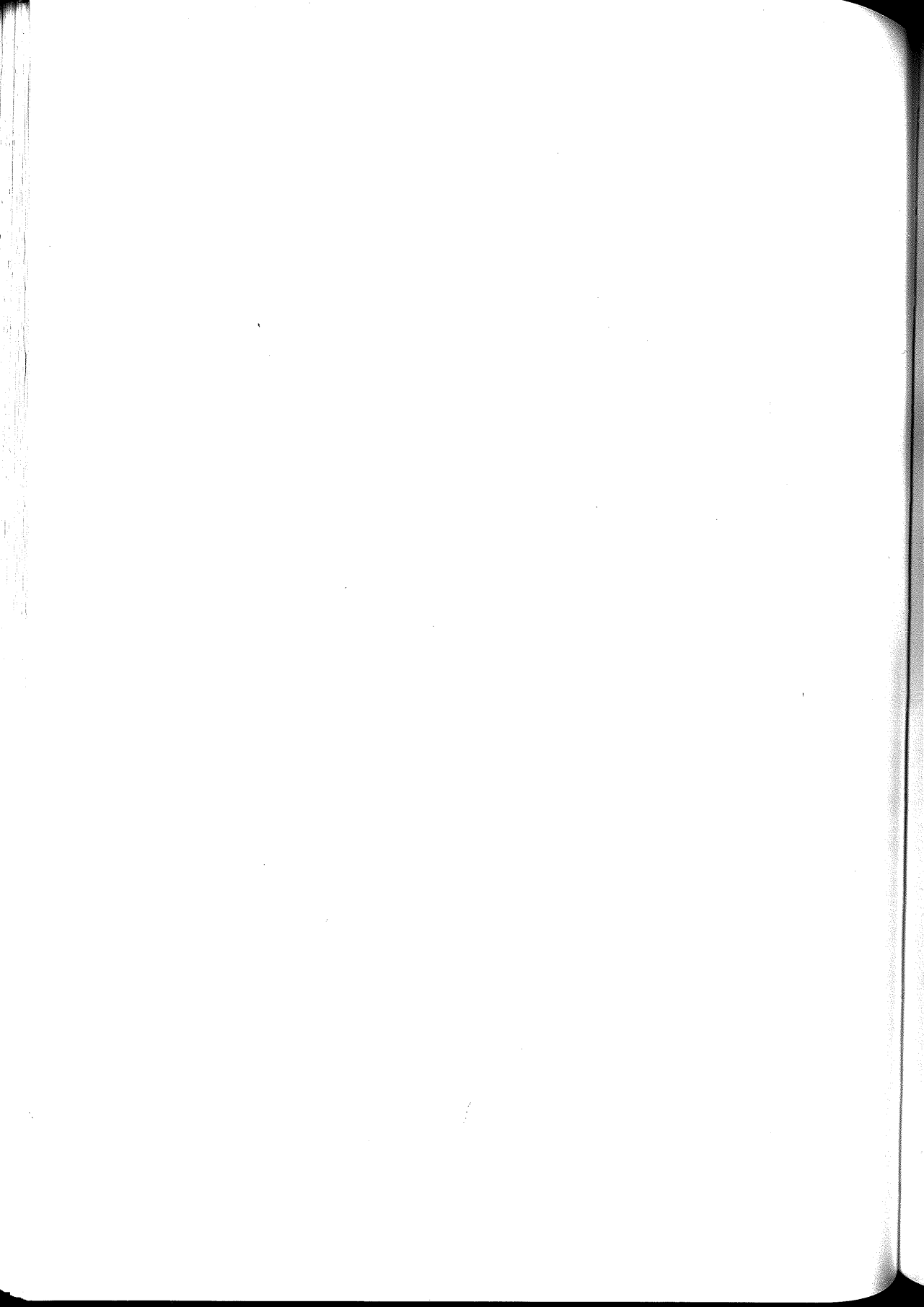
**Tabella 2.** parametri di stress ossidativo nei soggetti di controllo e negli sportivi arruolati nello studio. I valori sono stati calcolati all'inizio dello studio e dopo 1 e 2 mesi di supplementazione con il ROE. I dati sono espressi come media±D.S. e sono stati analizzati mediante il test T di Student per dati appaiati o indipendenti.  
a P < 0.05 vs il rispettivo controllo (dati indipendenti) b P < 0.05 vs il rispettivo inizio dello studio (dati appaiati)

SOGGETTI (n)	Gruppi SH (µmol/l)			SCE (media/mitosi)		
	Prima	1 mese	2 mesi	Prima	1 mese	2 mesi
Controlli						
No stress (10)	464±65	479±79	455±81	6.66±0.25	6.77±0.42	6.81±0.38
Borderline (8)	481±49	472±85	462±63	7.49±0.43	7.25±0.36	7.04±0.42
Atleti						
Borderline (6)	368±108a	542±108b	623±32 b	9.78±0.48a	8.96±0.51 b	7.89±0.58 b
Stress (11)	384± 87 a	572± 62b	644±48 b	10.05±0.45a	9.09±0.60b	7.86±0.54 b



**Bibliografia**

- BONINA F., SAIJA A., TOMAINO A., LO CASCIO R., RAPISARDA P., DEDEREN J.C., 1998. In vitro antioxidant activity and in vivo photoprotective effect of a red orange extract. *Int. J. Cosm. Sci.*, 20: 1-12.
- BONINA FP, LEOTTA C, SCALIA G, PUGLIA C, TROMBETTA D, TRINGALI G, ROCCAZZELLO AM, RAPISARDA P, SAIJA A., 2002. Evaluation of oxidative stress in diabetic patients after supplementation with a standardised red orange extract. *Diab. Nutr. Metab.*, 15: 14-19.
- IAEA, 1986. STI/DOC/10/260.
- LI R., COWAN D.B., MICKLE D.A.G, WEISEL R.D., BURTON G.W., 1996. Effect of vitamin E on human glutathione peroxidase expression in cardiomyocytes. *Free Rad. Biol. Med.*, 21: 419-26.
- MORINI F., DUSATTI F., BONINA F., SAIJA A., FERRO M., 2000. Fe<sup>2+</sup>-induced lipid peroxidation in human skin-derived cell lines: protection by a red orange extract. *ATLA*, 28: 427-33.
- RAPISARDA P., TOMAINO A., LO CASCIO R., BONINA F., DE PASQUALE A., SAIJA A., 1999. Antioxidant effectiveness as influenced by phenolic content of fresh orange juices. *J. Agric. Food Chem.*, 47: 4718-23,
- TROMBETTA D., BONINA F.P., PUGLIA C., TRINGALI G., INSIRELLO E., RAPISARDA P., DE PASQUALE A., SAIJA A., Evaluation of oxidative stress in professional handball players after supplementation with a standardized red orange extract, X Congresso Nazionale della Società Italiana di Farmacognosia, Cagliari, 2-6 Ottobre 2002.



## *STABILIZZAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA DI COMPOST DA RESIDUI DELL'INDUSTRIA AGRUMARIA*

Fabio Tittarelli, Alessandra Trinchera, Anna Benedetti

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 4 - 00184

### **Introduzione**

Il compostaggio di residui agroindustriali costituisce un valido sistema per il riutilizzo delle biomasse organiche di scarto come ammendanti in agricoltura. Il processo di compostaggio favorisce, infatti, la stabilizzazione, e conseguentemente la valorizzazione, della sostanza organica presente nelle matrici di partenza, attraverso la formazione di composti organici maggiormente resistenti alla biodegradazione da parte dei microrganismi. Ciò è particolarmente importante non solo ai fini dell'eliminazione di eventuali fenomeni di fito- e geno-tossicità, ma anche per il miglioramento delle caratteristiche agronomiche delle matrici organiche compostate.

La possibilità di disporre di metodi analitici efficaci per la definizione del livello di stabilità dei compost risulta quindi di fondamentale importanza per una loro corretta utilizzazione in agricoltura (Tittarelli *et al.*, 2002).

Scopo del lavoro è verificare la possibilità di utilizzare i residui dell'industria agrumaria, con particolare riferimento al pastazzo ed ai fanghi di depurazione degli impianti di trasformazione, per la produzione di compost di qualità. In particolare, è stata valutata la stabilizzazione della sostanza organica durante il processo di compostaggio relativamente a due tipologie di compost, da impiegare alternativamente in agricoltura convenzionale e in agricoltura biologica.

### **Materiali e metodi**

I compost considerati in tale sperimentazione (C-conv, C-biol) sono stati preparati miscelando differenti matrici organiche in rapporti definiti, come riportato nella Tabella 1.

**Tabella 1.** Rapporti in peso fra le matrici utilizzate per la produzione dei compost C-conv e C-biol

	Pastazzo (%)	Fango (%)	Sanse (%)	Residui verdi (%)
C-conv	40	20	-	40
C-biol	60	-	-	40

In fase di miscelazione (T0) e dopo 29 (T1), 67 (T2), 89 (T3), 130 (T4), e 165 (T5) giorni, sono stati effettuati da ciascuno dei tre cumuli dei prelievi (6 sub-campioni per ogni prelievo) di materiale compostato, in seguito sottoposto ad analisi. I campioni medi ottenuti relativamente a ciascun prelievo per i due cumuli C-conv e C-biol sono stati essiccati in stufa a 50°C, macinati e vagliati a 1 mm prima di essere analizzati.

Su ciascun campione sono state effettuate determinazioni analitiche in grado di definire il livello di stabilità raggiunto dalla sostanza organica dal punto di vista chimico quali-quantitativo, nonché biochimico.

Il carbonio organico totale (TOC%) è stato determinato mediante il metodo di Springer e Klee (1954). La sostanza organica è stata estratta in soluzione 0,1 N di NaOH/Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> per 48 ore a 65°C. L'estratto è stato quindi successivamente frazionato per acidificazione e purificazione su colonna cromatografica di polivinilpirrolidone secondo il metodo proposto da Ciavatta *et al.* (1990).

Il grado di umificazione (DH%) ed il tasso di umificazione (HR%) dei compost sono stati calcolati, mediante le seguenti formule (Ciavatta *et al.*, 1990):

$$HR\% = (C_{HA+FA} \times 100)/TOC \quad DH\% = (C_{HA+FA} \times 100)/TEC$$

L'azoto totale è stato determinato per combustione secca, mediante analizzatore automatico LECO FP 228, ed il rapporto C/N calcolato relativamente a ciascun prelievo. Il residuo alla calcinazione è stato determinato per combustione in muffola a 650°C, fino al raggiungimento della costanza di peso.

La separazione delle frazioni organiche estratte in NaOH/Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> è stata condotta in cella elettroforetica Multiphore II LKB, secondo Govi *et al.* (1994), e parzialmente modificata da Trinchera *et al.* (1999). I campioni, dializzati e liofilizzati, sono stati quindi sottoposti a focalizzazione isoelettrica su gel di poliacrilammide in un intervallo di pH tra 3.5-8.0. Le bande ottenute sono state colorate con Basic Blue 3 (al 30 %) e rilevate mediante Densitometro Laser Ultrascan-XL.

La mineralizzazione del carbonio organico del materiale prelevato durante il processo di compostaggio ai tempi T0, T1, T2, T3, T4, T5, dai cumuli C-conv e C-biol, per aggiunta ad un terreno a media fertilità, è stata seguita mediante il metodo statico di Isermeyer (1952), standardizzato per la respirazione del suolo, parzialmente modificato (Tittarelli *et al.*, 1998). La determinazione del C-CO<sub>2</sub> evoluto è stata effettuata, dopo incubazione a temperatura ed umidità controllate, a tempi prestabiliti (1, 2, 4, 7, 9, 11, 14, 16, 18, 22, 28, 35, 42, 49, 56 e 63 giorni). La respirazione relativa al solo terreno è stata utilizzata come controllo. La quantità di carbonio organico mineralizzato dei campioni prelevati durante il processo di compostaggio dai due cumuli è stata calcolata come differenza tra il C-CO<sub>2</sub> prodotto dal sistema terreno + compost ed il C-CO<sub>2</sub> prodotto dal terreno non ammendato, assumendo che il materiale aggiunto non abbia priming effect sulla decomposizione della sostanza organica del terreno (Kirchmann, 1991).

### **Risultati e discussione**

Nella Tabella 2 sono riportati i valori del contenuto percentuale di carbonio organico, del rapporto C/N, del tasso di umificazione (HR%) e del grado di umificazione (DH%) relativamente a ciascun prelievo dei compost C-conv e C-biol. Nei cumuli C-conv e C-biol, il rapporto C/N diminuisce consistentemente, confermando il corretto andamento del processo di trasformazione della sostanza organica. I parametri di umificazione aumentano sensibilmente durante il compostaggio, sia per il C-conv che per il C-biol, raggiungendo valori alquanto elevati. Il tasso di umificazione finale è risultato il medesimo per entrambi i compost (circa il 47%), mentre una discreta differenza è stata evidenziata nel valore finale del grado di umificazione, risultato pari a 74% per il C-conv e 90% per il C-biol. Tale dato potrebbe essere correlato alle differenti caratteristiche quali-quantitative della sostanza organica delle matrici di partenza, dal momento che una differenza in questo parametro di umificazione si riscontra già per la miscela al tempo T0 ed in particolare in relazione all'apporto di fango.

I parametri chimici considerati permettono di affermare che, almeno dal punto di vista quantitativo, la sostanza organica di entrambi i compost ha subito una stabilizzazione rilevante durante i processi di compostaggio, sia a seguito della mineralizzazione delle frazioni labili (decremento del C organico totale e conseguente decremento del rapporto C/N), sia attraverso la formazione di composti organici umo-simili, come attestato dagli elevati valori di HR e DH finali (Ciavatta *et al.*, 1993; Govi *et al.*, 1994; Sequi,

1995; Dell'Abate *et al.*, 1998).

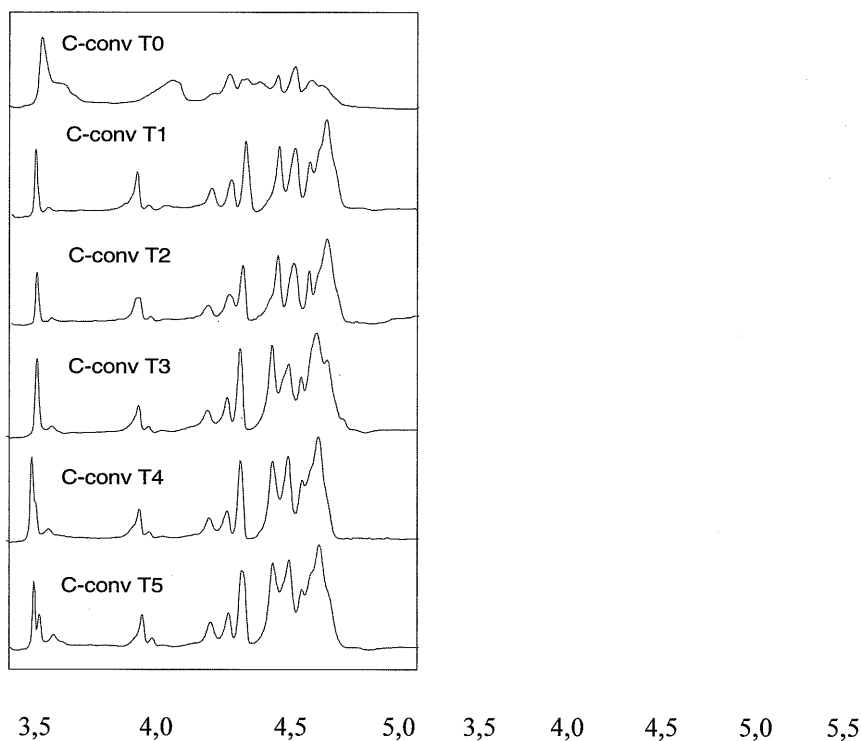
**Tabella 2.** Carbonio organico, parametri di umificazione e rapporto C/N dei compost determinati durante il processo di compostaggio

Campione	TOC %	HR %	DH %	C/N
C-conv T0	45,0	22	57	31
C-conv T1	38,7	31	73	16
C-conv T2	37,2	34	78	14
C-conv T3	34,4	36	76	13
C-conv T4	35,2	40	72	12
C-conv T5	31,0	47	74	12
C-biol T0	49,8	23	64	37
C-biol T1	45,8	31	86	23
C-biol T2	43,5	36	88	17
C-biol T3	41,9	38	83	16
C-biol T4	38,5	42	85	14
C-biol T5	37,7	47	90	14

In Figura 1 sono riportati i profili di focalizzazione isoelettrica relativi ai compost C-conv e C-biol dal tempo T0 al tempo T5.

Il profilo IEF della sostanza organica estratta dal campione di compost C-conv nella fase di miscelazione delle matrici (T0) presenta un picco di maggiori dimensioni a pH 3,5 ed una serie di picchi di minore intensità, non ben risolti nell'intervallo di pH fra 4,0 e 4,7. Al tempo T1 il profilo IEF risulta maggiormente definito e caratterizzato da un gruppo di picchi ben risolti tra pH 4,2 e 4,7. I profili riferiti ai prelievi successivi (T2-T5) mantengono sostanzialmente la medesima configurazione riscontrata al tempo T1, sebbene a pH 4,7 si osservi un lieve incremento dell'intensità dell'ultimo picco nel prelievo finale (T5). Nel caso del compost C-biol, il profilo IEF del campione T0 si presenta sufficientemente risolto, con un picco di elevata intensità a pH 3,5, un picco di media intensità a pH 3,9 ed una serie di picchi ben definiti fra pH 4,2 e 4,7 ad intensità decrescente. Nei profili relativi ai prelievi successivi si evidenzia la comparsa di alcuni picchi di bassa intensità non risolti a pH superiori a 4,8, nonché un graduale aumento dell'intensità della banda a pH 4,7. Inoltre, si nota, specie per il C-biol, una diminuzione sensibile dei picchi e bande che appaiono a pH molto bassi (3,5), indice di aumento della complessità delle matrici organiche. I traccati IEF dei due compost mostrano che, durante il processo di compostaggio, la sostanza organica estratta ha subito una trasformazione qualitativa determinata dall'aumento o dalla comparsa di bande a valori di pH maggiori di 4,5. Come ampiamente riportato in letteratura (De Nobili *et al.*, 1989; Govi *et al.*, 1994; Canali *et al.*,

1998; Trinchera *et al.*, 1999), i composti organici maggiormente umificati focalizzano a valori di pH più elevati. Pertanto l'incremento delle bande a pH superiori a 4,5 durante entrambi i processi di compostaggio considerati potrebbe corrispondere alla presenza di composti organici più stabili. Inoltre, la diminuzione sensibile di picchi e bande a pH molto bassi (3,5), specie nel caso del C-biol, sembrerebbe indicare un aumento della complessità del materiale organico analizzato. Questi risultati confermano quanto già osservato mediante la misura dei parametri dell'umificazione.



**Figura 1.** Profili di focalizzazione isoelettrica dei prelievi a tempo dei compost C-conv e C-biol (gli intervalli di pH riportati si riferiscono ai valori di pH ai quali corrispondono i picchi IEF rilevati a seguito della scansione tra pH 3,5 e 8,0).

La mineralizzazione del carbonio organico, effettuata in relazione ai campioni di compost (T0 – T5) dei cumuli C-conv e C-biol addizionati al terreno, mostra andamenti confrontabili (Figura 2). In entrambi i casi i compost al tempo T0 mineralizzano, nei 64 giorni di durata della prova, circa il 30 % del carbonio organico aggiunto, mentre al tempo T1 ne mineralizzano circa il 16%. Al tempo T2, il compost C-conv mineralizza circa

il 6% di carbonio organico, raggiungendo sostanzialmente il livello di stabilità che è riscontrabile nei successivi prelievi T3, T4 e T5. Nel compost C-biol, al tempo T2, il carbonio organico mineralizzato è pari al 10% e si riduce al 6% al tempo T3, il cui livello di stabilizzazione risulta paragonabile a quello ottenuto per i prelievi ai tempi T4 e T5. Per entrambe le tipologie di ammendanti compostati, il livello di stabilità all'azione mineralizzante dei microrganismi del terreno, raggiunto dalla sostanza organica al tempo T4 e T5, risulta pressoché identico (il 4% del carbonio aggiunto viene mineralizzato dopo 64 giorni).

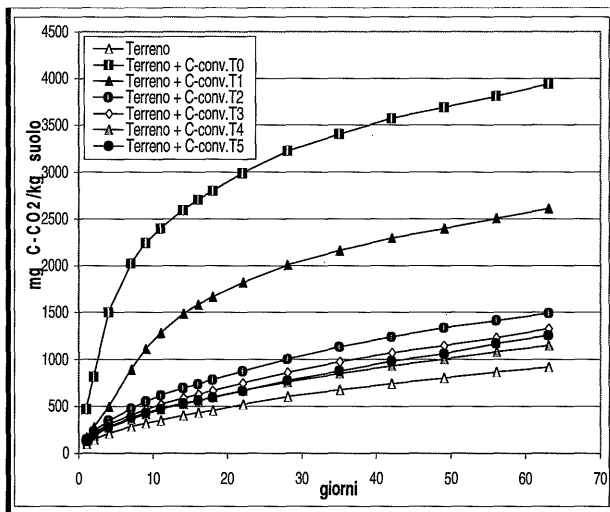
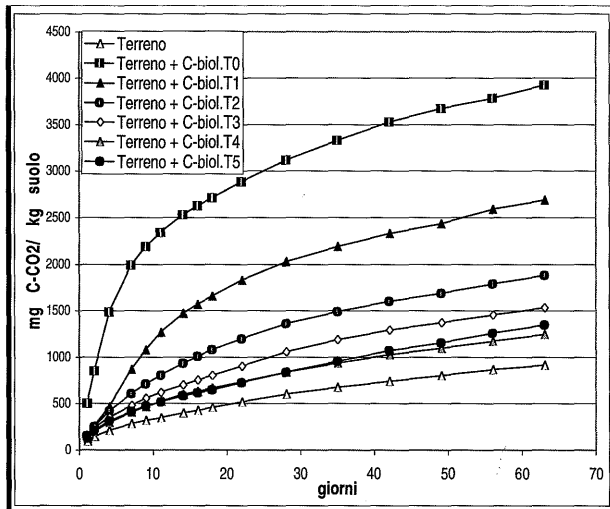


Figura 2.  
Mineralizzazione  
del carbonio  
organico dei  
compost C-conv e  
C-biol addizionati  
al terreno





L'andamento delle curve relative ai due compost considerati evidenziano come la sostanza organica raggiunga, al termine del processo di compostaggio, stabilità paragonabile sia in presenza che in assenza di fango nella miscela di partenza. Tuttavia, mentre nel compost C-conv tale stabilizzazione viene raggiunta già dopo 67 giorni (T2), nel C-biol sono necessari circa 90 giorni (T3).

### **Conclusioni**

Sulla base delle considerazioni sopra riportate, è possibile affermare che la stabilizzazione raggiunta dalla sostanza organica nei compost prodotti a partire dalle miscele di matrici conferma la possibilità di utilizzazione dei sottoprodotti dell'industria agrumaria per la produzione di compost da impiegarsi sia in agricoltura convenzionale che in agricoltura biologica.

Lo studio ha dimostrato che, nei compost C-conv e C-biol, il processo di compostaggio si sviluppa nel tempo in modo regolare sia in presenza di fango nella miscela di partenza che in sua assenza. Tuttavia, i dati relativi alla mineralizzazione del carbonio organico indicano che il raggiungimento della stabilità della sostanza organica all'azione mineralizzante del terreno si realizza in anticipo in presenza di fango rispetto al compost prodotto in assenza di tale matrice. La potenziale ricaduta tecnologica ed economica di tale osservazione meriterebbe un ulteriore approfondimento.

### **Bibliografia**

- CANALI S., TRINCHERA A., BENEDETTI A., PINZARI F. 1998. Study of compost maturity by means of humification parameters and isoelectric focusing technique. Proceedings of 16th World Congress of Soil Science. Symposium 40, Montpellier 20-26 August (CD-ROM).
- CIAVATTA C., GOVI M. E SEQUI P. 1993. Characterization of organic matter in compost produced with municipal solid wastes: An Italian approach. *Compost Science and Utilization*, 1: 75-81.
- CIAVATTA C., GOVI M., VITTORI ANTISARI L., SEQUI P. 1990. Characterization of humified compounds by extraction and fractionation on solid polyvinylpyrrolidone. *J. Chrom.*, 509, 141-146.
- DELL'ABATE M.T., CANALI S., TRINCHERA A., BENEDETTI A., SEQUI P. 1998. Thermal analysis in evaluation of compost stability: a comparison with humification parameters. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51, 217-224.
- DE NOBILI M., CIAVATTA C., SEQUI P. 1989. La valutazione del grado di maturazione della sostanza organica del compost mediante la determinazione di parametri dell'umificazione e per elettrofocalizzazione. Simposio Internazionale Produzione e impiego del compost, S. Michele all'Adige, pp. 328-342.
- GOVI M., CIAVATTA C. & GESSA C. 1994. Evaluation of the stability of the organic matter in slurries, sludges and composts using humification parameters and isoelectric focusing. *Humic Substances in the Global*

- Environment and Implications on Human Health. Senesi S. and Miano T. M. (eds). Elsevier Science, pp. 1311-1316.
- ISERMAYER H. 1952. Eine einfache Methode sur Bestimmung der Bodenatmung und der Karbonate in Boden. Z. Pflanzenernähr. Bodenk, 56, 26-38.
- KIRCHMANN H. 1991. Carbon and nitrogen mineralization of fresh, aerobic and anaerobic animal manures during incubation with soil. Swedish J. Agric. Res., 21, 165-173.
- SEQUI P. 1995. Evolution of organic matter humification during composting processes. The Challenge. Fitting composting and anaerobic digestion into integrated waste management. ORCA Techn. Doc. n°5, (B. Lemmes Ed.), Bruxelles, pp.153-159.
- SPRINGER U., KLEE J. 1954. Prüfung der Leistungsfähigkeit von einigen wichtigeren Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs mittels Chromschwefelsäure sowie Vorschlag einer neuen Schnellmethode. Z. Pflanzenernähr. Dang. Bodenk, 64, 1.
- TITTARELLI F., DELL'ABATE M.T., PIAZZA P., VARALLO G. 1998. Effect of fly ash addition on organic matter stabilisation of composts. Proceedings of 16th World Congress of Soil Science, Symposium 40, Montpellier 20-26 August 1998 (CD-ROM).
- TITTARELLI F., TRINCHERA A., INTRIGLIOLO F., BENEDETTI A. 2002. Evaluation of organic matter stability during the composting process of agroindustrial wastes. Microbiology of composting. Insam H., Riddeck N., Klammer S. (Eds). pp.397-406.
- TRINCHERA A., CANALI S., BENEDETTI A. 1999. Valutazione della stabilità di compost di origine agroindustriale mediante focalizzazione isoelettrica. Atti del XVII Convegno della Società Italiana di Chimica Agraria. Portoferraio (Italia), 29 Settembre-1 Ottobre 1999. Ed. S.T.A.R., pp. 205-213.

## UTILIZZO ZOOTECNICO DEL PASTAZZO

Alfio Lanza, Luisa Biondi

### Riassunto

Dopo aver valutato le motivazioni ed i vantaggi che portano all'impiego dei sottoprodotti dell'industria agro-alimentare nell'alimentazione animale, gli Autori esaminano le caratteristiche chimico-nutrizionali del pastazzo di agrumi, sia fresco che conservato mediante disidratazione o insilamento. Vengono evidenziati i limiti nutrizionali, rappresentati dalla carenza di proteina, ed i vantaggi nutrizionali, rappresentati dalla ricchezza in pectine il cui impiego risulta vantaggioso nell'alimentazione dei ruminanti. Vengono riportate alcune possibilità offerte dalla ricerca riguardo al miglioramento del modesto contenuto in proteina.

Viene infine esaminata la letteratura, modesta quantitativamente, sui rapporti con la qualità dei prodotti dei ruminanti, latte e carne.

### Premessa

L'impiego dei sottoprodotti dell'agricoltura e dell'industria agro-alimentare in alimentazione animale è una pratica diffusa in tutto il mondo (Fadel, 1999).

Le motivazioni che portano all'impiego dei sottoprodotti dell'industria agro-alimentare nell'alimentazione animale sono differenti a seconda dello sviluppo economico di un territorio. Nei paesi ad economia avanzata, essi sono impiegati allo scopo di abbassare il costo di alimentazione, in relazione al prezzo competitivo ed alla disponibilità quantitativa rispetto ad altre fonti con simili caratteristiche chimico-nutrizionali. E' stato stimato che, nel 1992, i sottoprodotti dell'industria agro-alimentare hanno coperto il 27% ed il 30% dei fabbisogni proteici ed energetici della produzione di latte bovino in California (Grasser *et al.*, 1995). Nei paesi in via di sviluppo (PVS) essi rappresentano la principale integrazione alimentare a basi foraggere povere costituite dai pascoli e dai residui colturali; in alcune realtà, addirittura, costituiscono la risorsa alimentare principale (Qureshi, 1993, cit. da Bjstanji *et al.*, 2000).

---

**Parole chiave:** pastazzo di agrumi; review; caratteristiche chimico-nutrizionali; qualità dei prodotti.

Il loro sfruttamento reale è tuttavia minore di quello potenziale. Aregheore & Chimwano (1991, cit. da Aregheore, 2000) riportano che nei PVS una parte dei sottoprodotti vengono perduti per carenza di adeguate conoscenze tecniche.

I vantaggi derivanti dall'impiego dei sottoprodotti agro-alimentari nell'allevamento del bestiame sono essenzialmente riconducibili a tre. Innanzitutto diminuisce la dipendenza del bestiame dai cereali, con conseguente diminuzione della competizione alimentare uomo-animale (Deaville *et al.*, 1994), in secondo luogo non risulta più necessario sviluppare e adottare programmi di smaltimento (Grasser *et al.*, 1995). Infine, partendo da alimenti di nessun valore per l'alimentazione umana si ottengono alimenti pregiati destinati al consumo umano (DePeters *et al.*, 1997). I sottoprodotti umidi potrebbero assumere anche un nuovo importante ruolo di parziale copertura del fabbisogno idrico, come messo in evidenza da Grasser *et al.* (1995). Questa considerazione assume particolare rilievo anche per le nostre aree mediterranee.

Allo scopo di esaminare la status della ricerca sull'impiego di un sottoprodotto tipico dell'area mediterranea, il pastazzo di agrumi, si è deciso di effettuare la presente review. Particolare importanza è stata data all'esame delle caratteristiche chimico-nutrizionali del pastazzo, in funzione della sua somministrazione ai ruminanti, ed al legame con le caratteristiche qualitative dei prodotti.

### **Pastazzo di agrumi**

Il pastazzo (o polpa) rappresenta il sottoprodotto dell'industria di trasformazione degli agrumi. La produzione mondiale di agrumi è rappresentata per circa il 75% da arance. Brasile e Stati Uniti coprono circa il 60% della produzione mondiale di arance e destinano circa l'85% della loro produzione al succo (Grigeldo-Miguel & Martin-Belloso, 1999). In California il pastazzo di arance rappresenta circa l'80% e quello di pompelmo il rimanente 20% del pastazzo fresco disponibile (Arosemena *et al.*, 1995). Nel periodo 1995/96 in Europa si è stimata una importazione di polpe essiccate di agrumi di 2.9 milioni di tonnellate, il 60% delle quali provenienti dal Brasile (Malisch, 2000).

Il pastazzo di agrumi è costituito dai detriti di polpa, dalle bucce, dai semi e dai frutti di scarto e rappresenta più del 50% in peso del frutto intero (Grasser *et al.*, 1995; Accardi *et al.*, 1976).

Il pastazzo di agrumi può essere utilizzato nell'alimentazione animale sia allo stato fresco che dopo insilamento o disidratazione (Lanza, 1982; Silva *et al.*, 1997).

L'impiego del pastazzo fresco è limitato dagli elevati costi di

trasporto e dalla deperibilità dovuta agli elevati tenori in umidità, 78-90%, a seconda del processo di estrazione del succo (Kimball, 1999) (tabella 1) e zuccheri (Ashbell *et al.*, 1988, cit. da Silva *et al.*, 1997). Nell'ambiente californiano il consumo di sottoprodotti umidi avviene in un raggio di 160 km dall'impianto di trasformazione entro 1-2 settimane dalla produzione (Grasser *et al.*, 1995). In Italia l'impiego risulta economicamente conveniente entro un raggio di 100 km (Caparra *et al.*, 2000b).

La disidratazione del pastazzo di agrumi rappresenta la modalità di conservazione più conosciuta e consente di impiegare il prodotto anche a distanze notevoli rispetto alla localizzazione dell'azienda di trasformazione. Per quanto detto in precedenza, le polpe di agrumi disidratate provengono quasi esclusivamente dalla lavorazione delle arance. Il pastazzo di limone, almeno in Sicilia, viene utilizzato tradizionalmente allo stato fresco. Nella operazione di essiccamento il pastazzo viene mescolato con calce. In tal modo le pectine vengono salificate (pectato di calcio) ed il prodotto, non più igroscopico, viene più facilmente asciugato (Piccioni, 1989). La calce contaminata è stata nel 1997/98 la fonte della diossina presente nelle polpe di agrumi pellettate provenienti dal Brasile (Baeyens & Goeyens, 2000), e ritrovata nel latte e nel burro del mercato tedesco (Malisch, 2000). A seguito di questo evento, l'Unione Europea ha emanato una direttiva che fissa un limite massimo di diossina nelle polpe di agrume importate in Europa (Dir. UE n. 1998/60). Il maggior limite tecnico del processo di disidratazione delle polpe di agrumi è rappresentato dal costo.

### **Caratteristiche chimico-nutrizionali del pastazzo**

Il contenuto in nutrienti del pastazzo è influenzato da numerosi fattori tra cui la specie vegetale, l'area di produzione, le modalità di estrazione del succo (Lanza, 1982; Stern e Ziemer, 1992).

Il pastazzo fresco presenta un elevatissimo contenuto in acqua (>80%), un modesto contenuto in proteina grezza (6-9 % su s.s.), un medio contenuto in costituenti fibrosi (NDF 15-21% su s.s.) ed un elevato contenuto della frazione analitica carboidrati non strutturali (61-72 % su s.s.). Il rapporto Ca/P risulta piuttosto squilibrato (circa 10/1) (tabella 1). Arosemena *et al.* (1995) hanno evidenziato una variabilità pari al 52% per il contenuto in ceneri ed in calcio e superiore al 20% per le frazioni fibrose. Alla luce della variabilità dei dati rilevata dall'esame della letteratura (CV% della tabella 1), si ritiene, in accordo con Arosemena *et al.* (1995), che l'uso di valori tabulari per il nutrizionista è sicuramente poco attendibile.

La composizione chimico nutrizionale del pastazzo disidratato di agrumi non varia sostanzialmente rispetto a quella del prodotto fresco (tabella 2). Le differenze principali riguardano il contenuto in ceneri (7.5% in media nel pastazzo disidratato contro una media di 4.9% in quello fresco) che aumentano notevolmente in conseguenza dell'aggiunta di calce. E' da evidenziare l'alto valore del coefficiente di variabilità del contenuto in ceneri (CV=53%) ed in particolare del calcio (CV=94%). Il rapporto tra calcio e fosforo che dai dati di Lanza (1982) risultava compreso tra 6:1 e 7:1, con i dati riportati nella tabella 2 diventa ancora più squilibrato (12:1).

Il maggior limite nutrizionale del pastazzo di agrumi è rappresentato dalla componente proteica, mentre il principale vantaggio è rappresentato dalla componente glucidica.

Relativamente alla componente proteica, essa è di modesta qualità in rapporto alla carenza in aminoacidi essenziali, quali triptofano, metionina, cistina e tiroxina (Lanza, 1982). Licitra *et al.* (1999) riportano un valore medio della frazione C della proteina grezza (azoto insolubile alla soluzione acido detergente, ADIN; Licitra *et al.*, 1996) pari in media al 17% della PG (totale di 27 campioni) contro la completa assenza di tale componente nei campioni freschi (totale di 9 campioni). La frazione C della proteina grezza comprende proteine associate alla lignina, complessi tannino-proteici e prodotti di Maillard e risulta assolutamente indisponibile per i processi digestivi dell'animale. Questi dati analitici confermano l'influenza negativa dei trattamenti termici sulla componente proteica, che limitano la digeribilità delle proteine del prodotto disidratato, come già evidenziato da Lanza (1982).

Al fine di migliorare il contenuto e/o la qualità della proteina del pastazzo fresco, una possibilità valutata dalla ricerca è stata la colonizzazione con masse fungine di origine alimentare. Alcuni ricercatori hanno eseguito delle prove su pastazzo fresco di agrumi inoculato con muffe di origine casearia, *Penicillium roqueforti* e/o *P. camemberti* (Caridi *et al.*, 1996; Scerra *et al.*, 1999; Scerra *et al.*, 2000). Lo sviluppo fungino ha comportato significativi aumenti del tenore sia di proteina grezza che dei protidi puri (Scerra *et al.*, 1999; Caridi *et al.*, 1996) ed è plausibile un miglioramento della composizione aminoacidica della proteina (Scerra *et al.*, 1999). Dopo 15 giorni di incubazione, il valore della proteina grezza del substrato è passato da 5.62% a 8.55% nel pastazzo di arancia e da 5.77% a 11.89% nel pastazzo di limone (Scerra *et al.*, 2000). Sono stati riportati anche un significativo incremento dell'estratto etereo e dei carboidrati strutturali. Quest'ultimo è legato sia al consumo dei carboidrati non strutturali da parte delle muffe che all'apporto di carboidrati strutturali provenienti dalle pareti cellulari fungine,

costituite soprattutto da emicellulosa e chitina. Questi risultati evidenziano la necessità di valutare eventuali influenze negative sulla digeribilità della componente fibrosa (Scerra *et al.*, 1999).

Relativamente all'elevato contenuto in carboidrati non strutturali, esso rappresenta il maggior pregio nutrizionale di tale alimento, in particolare se destinato all'alimentazione dei ruminanti. La frazione analitica carboidrati non strutturali comprende mono ed oligosaccaridi (WSC, carboidrati solubili in acqua), amido, pectine,  $\beta$ -glucani e gomme. Gli ultimi tre componenti costituiscono la frazione identificata come fibra solubile alla soluzione neutro-detergente (NDSF) (Van Soest, 1994). Le pectine, che fanno parte strutturalmente della parete della cellula vegetale, sono i carboidrati complessi più velocemente degradabili a livello ruminale, sono altamente fermentescibili e disponibili (Van Soest (1994) riporta una digeribilità del 98%) e presentano attributi della cellulosa. Esse, infatti, non formano acido lattico, la loro fermentazione è inibita a pH basso e non sono digerite dalle amilasi (Van Soest, 1994) ma soltanto dagli enzimi microbici (Leiva *et al.*, 2000). Riguardo alla composizione della frazione analitica dei carboidrati non strutturali del pastazzo, la letteratura riporta elevati quantitativi (su s.s.) di carboidrati solubili in acqua: 23-26% secondo Deaville *et al.* (1994), 12-40% secondo Hall (2000, cit. da Leiva *et al.*, 2000), 31% secondo Rihani *et al.* (1986). La presenza di amido è del tutto trascurabile: 0.1% su s.s. secondo Deaville *et al.* (1994), <1% secondo Hall (2000, cit. da Leiva *et al.*, 2000). La fibra solubile (NDSF) è presente in misura del 25-44% della s.s. (Hall, 2000, cit. da Leiva *et al.*, 2000); le pectine sono presenti in grandi quantità nelle polpe di agrumi (Van Soest, 1994) e secondo Rihani *et al.* (1986) ammontano all'11% della s.s. totale.

La fermentazione ruminale delle polpe di agrumi determina un più elevato rapporto acetato/propionato nel rumine rispetto all'amido (Stern & Ziemer, 1992; Ben-Ghedalia *et al.*, 1989, cit. da Ariza *et al.*, 2001).

Sia la digeribilità che il valore nutritivo del pastazzo di agrumi sono estremamente elevati; Silva *et al.* (1997) indicano che esse posseggono, per i bovini, un valore nutritivo simile a quello dei cereali processati. Aregheore (2000) ha stimato il valore nutritivo del pastazzo di agrumi mediante il metodo della gas-production, metodo che misura i gas di fermentazione prodotti in un rumine artificiale. La digeribilità della sostanza organica è risultata pari al 98.4% e quella della frazione fibrosa NDF pari al 69.8%; il valore nutritivo, espresso in EM, è risultato pari a 14.9 MJ/kg di sostanza secca. Deaville *et al.* (1994), in una prova effettuata con montoni adulti, hanno

rilevato una digeribilità della sostanza organica pari all'83%, una digeribilità della frazione NDF del 90% ed un modesto 56% per la proteina grezza. Il valore nutritivo espresso in EM è risultato compreso tra 12.6 e 13.2 MJ/kg ss. I dati di O'Mara *et al.* (1999) confermano ulteriormente gli elevati valori di digeribilità della sostanza organica (83-84%) e dell'NDF (69-71%) e la modesta digeribilità della proteina grezza (42-51%). Fegeros *et al.* (1995), in una prova con montoni, hanno ottenuto una digeribilità del 52.7%, del 93% e dell'83% rispettivamente per proteina, fibra grezza ed estrattivi inazotati. Il valore energetico è stato stimato pari a 1.66 Mcal di ENI/kg di s.s.

I dati di digeribilità riportati dalla letteratura recente confermano quelli ottenuti circa 20 anni fa da Lanza & Messina (1979) che riportavano valori di digeribilità superiori al 90% per la fibra grezza e gli estrattivi inazotati e di poco superiori al 50% per la proteina grezza.

Il valore nutritivo del pastazzo di agrumi è comunque strettamente legato alla presenza delle pectine. Nel pastazzo di limone depectinizzato si riduce sensibilmente il contenuto in estrattivi inazotati (da 71 a 49% su s.s.) ed aumenta quello della componente fibra grezza (da 14.2 a 36.7% su s.s.); pur se entrambi risultano caratterizzati da elevatissima digeribilità, superiore al 90%, ciò riduce fortemente il valore nutritivo del prodotto che scende da 18-19 a 5 UF /100 kg di prodotto fresco (Lanza, 1967).

O'Mara *et al.* (1999) non hanno rilevato differenze significative nella digeribilità del pastazzo disidratato di agrumi somministrato ad ovini ed a bovini. L'aggiunta di calce deprime la degradabilità ma non la velocità di degradazione ruminale (Silva *et al.*, 1997).

### **Conservazione del pastazzo mediante insilamento**

L'insilamento del pastazzo fresco rappresenta una modalità di conservazione alternativa rispetto alla disidratazione ed è una tecnica di semplice ed economica fattibilità anche a livello di azienda zootecnica.

La possibilità di conservare il pastazzo fresco di agrumi mediante insilamento è limitata dalla elevata umidità. Essa è causa di eccessive perdite di conservazione e può creare problemi di inquinamento ambientale (Scerra *et al.*, 2001). L'impiego di sostanze adsorbenti quali fieno e paglia trinciati (Lanza, 1967) rappresenta un mezzo per superare il problema. In una prova di insilamento di pastazzo di limone e triticale (Avondo *et al.*, 1988),



al crescere della percentuale di pastazzo, dal 40 al 70%, si sono osservati un significativo abbassamento della sostanza secca e del pH ed un significativo aumento dell'azoto ammoniacale, dell'etanolo e degli acidi organici (lattico, acetico, propionico e butirrico). Ai più bassi livelli di sostanza secca (pastazzo > 60%) si sono verificati fenomeni di fermentazione secondaria di tipo butirrico ed eccessiva produzione di azoto ammoniacale. Con l'insilamento del solo pastazzo di limone si è osservata una eccessiva produzione di effluente, sensibilmente ridotta dall'aggiunta del 10% di paglia. La presenza della paglia ha permesso anche una migliore conservazione dell'insilato (Licitra *et al.*, 1988).

Il valore nutritivo dell'insilato di pastazzo e paglia (in rapporto 80/20) è risultato pari a 0.784 Ufc/kg di s.s. (Scerra *et al.*, 2001) simile a quello di un buon silomais. In altri lavori (Avondo *et al.*, 1988; Licitra *et al.*, 1988; Foti *et al.*, 2000) sono riportate le caratteristiche chimiche ma non il valore nutritivo degli insilati a base di pastazzo.

Oltre che con la paglia, la ricerca scientifica riporta che l'insilamento delle polpe di agrumi può essere effettuato anche con la pollina, ottenendo prodotti ben conservati ed utilizzabili nell'alimentazione dei ruminanti (Pedroso *et al.*, 1995; Ashbell *et al.*, 1995, cit. da Silva *et al.*, 1997).

Lanza (1967) e l'Institute of Food and Agriculture Sciences dell'Università della Florida (UF/IFAS), infine, indicano che i sottoprodotti dell'industria agrumaria possono essere utilizzati quali additivi per l'insilamento. Il melasso di agrumi costituisce una fonte di carboidrati e le polpe secche di agrumi assumono funzione di sostanze adsorbenti.

### **Polpe di agrumi e qualità dei prodotti zootecnici**

La letteratura sull'impiego del pastazzo di agrumi in alimentazione animale, in sostituzione di fonti energetiche pregiate quali i cereali, è abbastanza numerosa e riguarda sia il settore bovino che quello dei piccoli ruminanti. La maggior parte dei lavori esaminano aspetti nutrizionali, quali digeribilità, fermentescibilità, determinazione del valore nutritivo, ricerca della fonte di azoto che meglio si adatta al pastazzo. Altri lavori riguardano la possibilità di impiego del pastazzo in animali in accrescimento.

Poco numerosi, invece, sono i lavori che indagano sui legami con la qualità dei prodotti, nonostante l'attualità dell'argomento.

---

**Qualità del latte.** Leiva *et al.* (2000) hanno trovato che la produzione di latte delle vacche è stata significativamente ridotta dalla sostituzione di parte del mais con pastazzo di agrumi. Il latte delle bovine alimentate con il pastazzo è risultato significativamente più ricco in grasso, proteina e urea. Il più elevato valore di urea e le più basse produzioni giornaliere di latte e di proteina suggeriscono un uso meno efficiente della proteina della dieta per la produzione di latte quando l'amido viene sostituito da fonti di fibra solubile al neutro detergente. Belibasakis & Tsirgogianni (1996) hanno inserito il 20% di polpe di agrumi in diete per vacche Frisone ed hanno ottenuto un aumento del livello di colesterolo ematico ed un aumento della percentuale e della produzione giornaliera di grasso. L'aumento del grasso nel latte è stato considerato una conseguenza dell'aumento del colesterolo; però è stata anche considerata l'ipotesi dell'influenza delle polpe di agrumi sulle fermentazioni ruminali a favore dell'acido acetico, precursore della sintesi degli acidi grassi a catena corta e media a livello mammario. Solomon *et al.* (2000) hanno riscontrato una significativa minor percentuale di proteina nel latte di bovine alimentate con una razione in cui il pastazzo sostituiva parte del mais. Infine, Fegeros *et al.* (1995) hanno utilizzato le polpe di arancia (30% del concentrato, equivalente al 10% della s.s. totale) in parziale sostituzione di mais, orzo e crusca in una prova con pecore in lattazione. Tale dieta non ha modificato la produzione giornaliera né la qualità del latte (grasso, proteina e lattosio), ma ha diminuito significativamente la percentuale di acidi grassi a catena corta (C4-C10) nel grasso del latte.

**Qualità della carne.** Le prove sperimentali trovate in letteratura sono state effettuate tutte con agnelli. L'impiego del pastazzo fresco di arancia, consumato in quantità di 335 g/d di sostanza secca (poco più di 2.0 kg/ di tal quale), ha prodotto una carcassa significativamente più adiposa (circa 4- secondo la griglia SEUROP); la conformazione ed il colore del grasso di copertura della carcassa non sono stati influenzati dalla presenza del pastazzo (Caparra *et al.*, 2000c). Relativamente ai parametri di qualità fisica e chimica della carne, si è evidenziato solo un significativo aumento degli acidi grassi polinsaturi del grasso intramuscolare, ed in particolare di C18:2 e C18:3 (Caparra *et al.*, 2000b).

L'impiego del pastazzo insilato con paglia (rapporto 80/20) (Scerra *et al.*, 2001) ha prodotto carcasse significativamente meglio conformate e meno grasse. Anche i depositi adiposi interni (renale e pelvico) sono risultati significativamente inferiori nel gruppo pastazzo. La minor adiposità (carcassa e depositi interni) è stata interpretata come una conseguenza dell'influenza del pastazzo sul rapporto acetato/propionato nel rumine e del più elevato consumo di concentrato nel gruppo di confronto. I parametri di qua-

lità fisica della carne non sono stati influenzati dalla presenza di pastazzo. Il pastazzo di agrumi colonizzato con *P. camemberti* e successivamente insilato con paglia (rapporto 80/20) è stato impiegato da Foti *et al.* (2000) e Caparra *et al.* (2000 a). Tra i numerosi parametri valutati (conformazione e adiposità della carcassa, spolpo del taglio campione, qualità fisica e chimica della carne), solo la composizione acidica del grasso intramuscolare ha risentito della dieta. E' stata rilevata una significativa maggior presenza di acidi grassi monoinsaturi (palmitoleico, eptadecenoico ed oleico) nelle carni degli agnelli allevati con il pastazzo.

La qualità delle carcasse (conformazione, adiposità e ripartizione tissutale del taglio campione) e delle carni (pH, luminosità, indice del rosso ed indice del giallo, tenerezza e calo di cottura) non ha risentito della presenza di polpa di arancia disidratata inserita in un alimento unico pellettato in sostituzione di una equivalente parte di orzo (10 e 20%) (Biondi *et al.*, 1996). La sostituzione totale dei cereali con sottoprodotti (10% polpa di agrumi e 10% polpa di carruba) in un alimento unico pellettato in una dieta a base di favino (Lanza *et al.*, 2001) ha prodotto carni significativamente più luminose, cioè più chiare, probabilmente per effetto dei tannini condensati della carruba. Tutti gli altri parametri valutati, sia sulle carcasse che sulle carni, non sono stati influenzati dalla dieta. L'analisi sensoriale, tuttavia, ha messo in evidenza una peggiore e significativa accettabilità delle carni del gruppo alimentato con sottoprodotti.

In sintesi, quindi, la qualità delle carcasse e delle carni di agnello non viene modificata in maniera sostanziale dalla presenza di pastazzo nella dieta in nessuna delle forme di utilizzazione considerate: fresco, insilato con paglia e disidratato. Le variazioni riscontrate nella composizione acidica del grasso intramuscolare, favorevoli per l'alimentazione umana, sono degne di approfondimento sia per chiarirne il meccanismo fisiologico che le determina sia, soprattutto, per evidenziare se esse si riscontrano anche sul grasso di copertura della carcassa. Ciò potrebbe portare ad un peggioramento delle caratteristiche qualitative della carcassa in termini di consistenza del grasso e forse anche di conservabilità.

### **Prospettive della ricerca**

Le polpe di agrumi rappresentano una importante realtà alimentare in numerose aree e sono state oggetto di diverse prove sperimentali nell'alimentazione del bestiame. Ciononostante, l'esame della letteratura ha messo in evidenza che ancora oggi esistono alcuni aspetti che possono essere oggetto di approfondimento.

---

Poiché l'elevato costo della disidratazione è economicamente sostenibile solo in determinate realtà, appare opportuno sondare modalità alternative di conservazione delle polpe fresche. Una possibilità da valutare potrebbe essere rappresentata dall'inserimento delle polpe di agrumi in feed-block, analogamente a quanto si fa per il melasso nella zootecnia delle aree tropicali e sub-tropicali.

Risulta sicuramente necessario, infine, effettuare studi sui rapporti tra la presenza delle polpe di agrume nella dieta degli animali e la qualità dei prodotti zootecnici. La letteratura ha evidenziato effetti controversi sulla qualità del latte bovino ed ovino ed effetti favorevoli (per l'alimentazione umana) sulla composizione acidica del grasso intramuscolare della carne ovina. Non sono stati trovati in letteratura lavori sulla eventuale pigmentazione del latte derivante dall'impiego del pastazzo fresco e soltanto in un lavoro sono state valutate le caratteristiche organolettiche del prodotto, caratteristiche che potrebbero essere legate ad un possibile trasferimento di aromi derivanti dal residuo di oli essenziali presenti nelle bucce.

Tabella 1. Composizione chimica del pastazzo fresco

	ss	PG	NDF	NSC	FG	EI	EE	Ceneri	Ca	P	Fonte bibliografica
<b>ARANCIA</b>											
	16.5	5.5	17.3	70.1	9.8	77.6	2.5	4.7			Caparra et al., 2000b
	17.5	6.8			13.0	74.9	1.8	3.6	2.2	0.2	Lanza, 1982
	16.3	6.8			12.6	74.7	1.9	4.0	2.3	0.2	Lanza, 1967
	17.5	5.6	14.5	72.6			1.6	5.7			Scerra et al., 2000
<b>Media</b>	<b>16.9</b>	<b>6.2</b>	<b>15.9</b>	<b>71.3</b>	<b>11.8</b>	<b>75.7</b>	<b>1.9</b>	<b>4.5</b>	<b>2.2</b>	<b>0.2</b>	
<b>LIMONE</b>											
	16.4	9.0			14.2	71.4	2.3	4.9	2.1	0.2	Lanza, 1982
	17.7	7.4			14.0	71.4	2.4	4.9	2.2	0.2	Lanza, 1967
	15.7	5.8	15.5	72.7			1.0	5.0			Scerra et al., 2000
	15.1	8.2			16.2	68.7	2.9	4.0			Licitra et al., 1988
<b>Media</b>	<b>16.2</b>	<b>7.6</b>	<b>15.5</b>	<b>72.7</b>	<b>14.8</b>	<b>70.5</b>	<b>2.1</b>	<b>4.7</b>	<b>2.1</b>	<b>0.2</b>	
<b>NON SPECIFICATO</b>											
		6.4	17.7				5.1		1.4	0.1	Arosemena et al., 1995
	19.7	7.2			10.9		3.0				Gasa e Castrillo, 1991
	17.0	6.7									Grasser et al., 1995
	21.9	7.8	21.6	61.2			2.0	7.4			Licitra et al., 1999
<b>Media</b>	<b>19.5</b>	<b>7.0</b>	<b>19.7</b>	<b>61.2</b>	<b>10.9</b>		<b>3.4</b>	<b>7.4</b>	<b>1.4</b>	<b>0.1</b>	
<b>TUTTI I DATI</b>											
	ss	PG	NDF	NSC	FG	EI	EE	Ceneri	Ca	P	
<b>Media</b>	<b>17.4</b>	<b>6.9</b>	<b>17.3</b>	<b>69.1</b>	<b>13.0</b>	<b>73.1</b>	<b>2.4</b>	<b>4.9</b>	<b>2.0</b>	<b>0.2</b>	
<b>CV, %</b>	<b>11.1</b>	<b>15.2</b>	<b>15.7</b>	<b>7.8</b>	<b>16.6</b>	<b>4.4</b>	<b>44.8</b>	<b>23.1</b>	<b>17.0</b>	<b>19.9</b>	

Tabella 2. Composizione chimica del pastazzo disidratato

	ss	PG	NDF	NSC	FG	EI	EE	Ceneri	Ca	P	Fonte bibliografica
<b>ARANCIA</b>											
	90.4	7.75	19.4	51.08	11.15	59.33	4.92	16.85	7	0.48	Fegeros et al., 1995
	91.85	7.23			12.16	73.29	2.13	5.32	1.81	0.27	Lanza, 1982
<b>Media</b>	<b>91.1</b>	<b>7.5</b>	<b>19.4</b>	<b>51.1</b>	<b>11.7</b>	<b>66.3</b>	<b>3.5</b>	<b>11.1</b>	<b>4.4</b>	<b>0.4</b>	
<b>LIMONE</b>											
	90.3	8.95			18.19	64.06	3.57	5.23	1.97	0.15	Lanza, 1982
<b>NON SPECIFICATO</b>											
	92.9	6.8	25.5	53.0			3.7	11			Licitra et al., 1999
	90.4	6.2	25.9		13.1						Belibasakis eTsirgogianni, 1996
		8.1	25.1	56.4			4.2	6.2			O'Mara et al., 1999
		7	23	59.3			3.7	7			Van Soest, 1994
	87.9	7.4	26	57.9	14.2	69.7	2.1	6.6	1.38	0.11	Deaville et al., 1994
	89.8	8.2	26.7	57	15.2	68.5	3.2	4.9	0.96	0.13	Deaville et al., 1994
	91.42	6.16			12.28	64.56	3.74	4.68	1.43	0.11	UF/IFAS
<b>Media</b>	<b>90.5</b>	<b>7.1</b>	<b>25.4</b>	<b>56.7</b>	<b>13.7</b>	<b>67.6</b>	<b>3.4</b>	<b>6.7</b>	<b>1.3</b>	<b>0.1</b>	
<b>TUTTI I DATI</b>											
	ss	PG	NDF	NSC	FG	EI	EE	Ceneri	Ca	P	
<b>Media</b>	<b>90.6</b>	<b>7.4</b>	<b>24.5</b>	<b>55.8</b>	<b>13.8</b>	<b>66.6</b>	<b>3.5</b>	<b>7.5</b>	<b>2.4</b>	<b>0.2</b>	
<b>CV, %</b>	<b>1.6</b>	<b>12.1</b>	<b>10.4</b>	<b>5.6</b>	<b>17.3</b>	<b>7.4</b>	<b>26.1</b>	<b>52.9</b>	<b>93.6</b>	<b>70.0</b>	

**Bibliografia**

- ACCARDI F., LETO G., ALICATA M.L., GIACCONE P. 1976. Prove di digeribilità sui pastazzi disidratati di arancia e di limone e calcolo del valore nutritivo. *Zoot. Nutr. Anim.*, 2, 69-77.
- AREGHEORE E.M. 2000. Chemical composition and nutritive value of some tropical by-product feedstuffs for small ruminants - in vivo and in vitro digestibility. *Animal Feed Science and Technology*, 85, 99-109.
- ARIZA P., BACH A., STERN M.D., HALL M.B. 2001. Effects of carbohydrates from citrus pulp and hominy feed on microbial fermentation in continuous culture. *J. Anim. Sci.*, 79, 2713-2718.
- AROSEMENA A., DEPETERS E.J., FADEL J.G. 1995. Extent of variability in nutrient composition within selected by-product feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 54, 103-120.
- AVONDO M., LICITRA G., SINATRA M.C., D'URSO G. 1988. Effetti dell'aggiunta di carote e pastazzo di limone sulle caratteristiche chimico-nutritive e di fermentazione degli insilati di criticale. *Atti XLII S.I.S.Vet.*, Mantova (Italy), 1215-1217.
- BAEYENS W. & GOEYENS L. 2000. Focus on new dioxin regulations in Europe. *Environmental Science & Policy*, 3, 65-66. Editorial
- BELIBASAKIS N.G., TSIRGOGIANNI D. 1996. Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 60, 87-92.
- BIONDI L., LANZA M., PRIOLO A., Effetti dell'impiego di polpe essiccate di arancia sulla crescita e sulle caratteristiche delle carcasse e delle carni di agnelli Comisani. *Atti L S.I.S.Vet.*, Perugia (Italy), 587-588.
- BISTANJI G., HAMADEH S., H. HASSAN, TAMI F., TANNOUS R. 2000. The potential of agro-industrial byproducts as feeds for livestock in Lebanon. *Livestock Research for Rural Development*, 12.
- CAPARRA P., FOTI F., COLACINO T., POSTORINO S., SCERRA V. 2000a. Alimentazione dell'agnellone con pastazzo di agrumi colonizzato da *Penicillium camamberti* ed insilato con paglia: 2. Influenza sulla qualità della carne. *Atti XIV Congr. Naz. S.I.P.A.O.C.*, Vietri sul Mare (SA), 245-248.
- CAPARRA P., FOTI F., SINATRA M.C., MAMMOLA C.L., SARULLO V., POSTORINO S., SCERRA V. 2000b. L'impiego delle polpe fresche di arancia nella produzione dell'agnello da carne: influenza sulla crescita e sulla composizione acidica del grasso intramuscolare. *Atti XIV Congr. Naz. S.I.P.A.O.C.*, Vietri sul Mare (SA), 237-240.
- CAPARRA P., MAMMOLA C.L., FOTI F., SARULLO V., VERMIGLIONE R., SCERRA V. 2000c. L'impiego delle polpe fresche di arancia nella produzione dell'agnello da carne. *Atti 8° Intern. Congr. Fe.Me.S.P.Rum.*, In press.
- CARIDI A., FOTI F., SCERRA V. 1996. Sviluppo di ceppi di *Penicillium* di origine casearia in pastazzo di limone e di arancia e conseguente incremento del tenore proteico del substrato. *Essenze e derivati agrumari*, LXVI, 3, 305-320.
- DEAVILLE E.R., MOSS A.R., GIVENS D.I. 1994. The nutritive value and chemical composition of energy-rich by-products for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 49, 261-276.
- PEPETERS E.J., FADEL J.G., AROSEMENA A. 1997. Digestion kinetics of neutral detergent fiber and chemical composition within some selected by-product feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 67, 127-140.
- FADEL J.G. 1999. Quantitative analyses of selected plant by-products feedstuffs, a global perspective. *Animal Feed Science and Technology*, 79, 255-268.
- FEGEROS K., ZERVAS G., STAMOULI S., APOSTOLAKI E. 1995. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. *J. Dairy Sci.*, 78, 1116-1121.
- FOTI F., CAPARRA P., CARIDI A., COLACINO T., MICARI P., SCERRA V. 2000. Alimentazione dell'agnellone con pastazzo di agrumi colonizzato da *Penicillium camamberti* ed insilato con paglia: 1. Influenza sull'accrescimento e sulla qualità della carcassa. *Atti XIV Congr. Naz. S.I.P.A.O.C.*, Vietri sul Mare (SA), 241-244.
- GRASSER L.A., FADEL J.G., GARNETT I., DEPETERS E.J. 1995. Quantity and economic importance of nine selected by-products used in California dairy rations. *J. Dairy Sci.*, 78, 962-971.

- GRIGELMO-MIGUEL N. & MARTIN-BELLOSO O. 1999. Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. *Food Research International*, 31, 5, 355-361.
- KIMBALL D.A. 1999. *Citrus Processing. A complete guide – Second edition. Processing methods, equipment, and engineering.*
- LANZA A. 1967. Impiego dei sottoprodotti della lavorazione industriale degli agrumi nell'alimentazione del bestiame. *Tecnica Agricola*, XIX, 1, 19-40.
- LANZA A. 1982. Dried citrus pulp in animal feeding. *Proc. Food Industry and the Environment. Int. Symp., Budapest (Hungary)*, 189-198.
- LANZA A., MESSINA G. 1979. Le polpe essiccate di agrume nell'alimentazione del bestiame. 1. Composizione chimica, digeribilità e valore nutritivo. *Zoot. Nutr. Anim.*, 5, 247-254.
- LANZA M., PRIOLO A., BIONDI L., BELLA M., BEN SALEM H. 2001. Replacement of cereal grains by orange pulp and carob pulp in faba bean-based diets fed to lambs: effects on growth performance and meat quality. *Anim. Res.*, 50, 21-30.
- LEIVA E., HALL M.B., VAN HORN H.H. 2000. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci.*, 83, 2866-2875.
- LICITRA G., CHIOFALO V., AVONDO M., D'URSO G. 1988. Caratteristiche chimico-nutritive e di fermentazione degli insilati di carota, pastazzo di limone e paglia. *Atti XLII S.I.S.Vet., Mantova (Italy)*, 1261-1263.
- LICITRA G., HERNANDEZ T.M., VAN SOEST P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57, 347-358.
- LICITRA G., SCHADT I., VAN SOEST P.J., CARPINO S., BARRESI S., LAURIA F., TUMINO E. 1999. *Manuale degli alimenti e dei foraggi in Sicilia. Consorzio Ricerca Filiera Lattiero-Casaria, Ragusa (Italy).*
- MALISCH R. 2000. Increase of the PCFF/F-contamination of milk, butter and meat samples by use of contaminated citrus pulp. *Chemosphere*, 40, 1041-1053.
- O'MARA F.P., COYLE J.E., DRENNAN M.J., YOUNG P., CAFFREY P.J. 1999. A comparison of digestibility of some concentrate feed ingredients in cattle and sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 81, 167-174.
- PICCIONI M. 1989. *Dizionario degli alimenti per il bestiame. Edizioni Agricole della Calderoni, Bologna (Italy).*
- RIHANI N., GUESSOUS F., JOHNSON W.L. 1986. Nutritive value of dried citrus and beet pulp produced in Morocco. *J. Anim. Sci.*, 63 (Suppl. 1), 428 (Abstr.)
- SCERRA V., CAPARRA P., FOTI F., LANZA M., PRIOLO A. 2001. Citrus pulp and wheat straw silage as an ingredient in lamb diets: effects on growth and carcass and meat quality. *Small Ruminant Research*, 40, 51-56.
- SCERRA V., CARIDI A., FOTI F., SINATRA M.C. 1999. Influence of dairy *Penicillium* spp. on nutrient content of citrus fruit peel. *Animal Feed Science and Technology*, 78, 169-176.
- SCERRA V., CARIDI A., FOTI F., SINATRA M.C., CAPARRA P. 2000. Changes in chemical composition during the colonisation of citrus pulps by a dairy *Penicillium roqueforti* strain. *Bioresource Technology*, 72, 197-198.
- SOLOMON R., CHASE L.E., BEN-GHEDALIA D., BARMAN D.E. 2000. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 83, 1322-1329.
- SILVA A.G., WANDERLEY R.C., PEDROSO A.F., ASHBELL G. 1997. Ruminant digestion kinetics of citrus peel. *Animal Feed Science and Technology*, 68, 247-257.
- Stern M.D. & Ziemer C.J. 1992. Digestible fiber sources for dairy cattle. *Proc. Minn. Nutr. Conf.*, 53, 37-56.
- UF/IFAS (University of Florida, Institute of Food and Agriculture Sciences) Wing J.M. Ed. *Citrus feedstuffs for dairy cattle.* Univ. of Florida, Cooperative Extension Service, In: HYPERLINK "[http://edis.ifas.ufl.edu/body\\_ds149](http://edis.ifas.ufl.edu/body_ds149)" [http://edis.ifas.ufl.edu/body\\_ds149](http://edis.ifas.ufl.edu/body_ds149)
- VAN SOEST P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminants.* 2nd Ed. Cornell University Press



## *TECNICHE DI CAMPO PER L'ESSICCAZIONE DEL PASTAZZO DI ARANCIA*

V. Tamburino, S.M. Zimbone

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Forestali e Ambientali,  
Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria  
P.za S. Francesco n. 4, 89061 Gallina di Reggio Calabria (RC)

### **Sommario**

Nella filiera agroindustriale italiana un ruolo significativo viene svolto dalla trasformazione degli agrumi per la produzione di succhi ed olii essenziali. Il pastazzo di agrumi, che costituisce il sottoprodotto quantitativamente più rilevante del processo di lavorazione, viene abitualmente utilizzato in Sicilia ed in parte della Calabria per l'alimentazione animale e la fertilizzazione dei terreni. La quantità di sostanza organica contenuta nel pastazzo di arancia prodotto in Sicilia (mediamente oltre 20.000 t/anno di sostanza secca) potrebbe contribuire all'alimentazione di circa il 10% del patrimonio bovino ed ovino dell'isola. L'utilizzazione del pastazzo di agrumi trova il limite più rilevante nell'elevato tenore di umidità (circa l'86%) che rende particolarmente elevati i costi per unità di sostanza secca trasportata sulle lunghe distanze. L'essiccazione con combustibili fossili, largamente praticata fino alla crisi petrolifera del 1973, risulta economicamente sostenibile solo in particolari condizioni e solo per l'uso più remunerativo come componente di mangimi composti. Alla luce di quanto sopra è apparso utile cercare di mettere a punto tecniche di essiccazione al sole del pastazzo (pratica alquanto diffusa nell'ambiente mediterraneo) in grado di assicurare una alternativa valida dal punto di vista economico e ambientale alla essiccazione con combustibili. Nel presente lavoro, sulla base dei risultati di indagini condotte in particolare sul pastazzo di arancia, viene effettuata un'analisi del processo di essiccazione e vengono fornite utili indicazioni per la gestione del processo ai fini dell'utilizzazione del prodotto essiccato. I risultati della sperimentazione hanno evidenziato come il processo di essiccazione possa essere realizzato disponendo il pastazzo in cumuli o andane ed accelerato mediante la periodica rimozione della crosta superficiale che limita l'evaporazione dagli strati sottostanti. Le operazioni di movimentazione e trattamento della biomassa successive alla realizzazione delle andane (periodica decorticatura e accatastamento delle zolle semiessiccate) possono essere meccanizzate mediante l'uso di un sollevatore telescopico dotato di forza.

---

Lavoro svolto dagli Autori in maniera paritaria nell'ambito di Progetti di ricerca finanziati dal MIPAF e dal MIUR.

## **Introduzione**

Nella filiera agroindustriale italiana un ruolo significativo viene svolto dalla trasformazione degli agrumi per la produzione di succhi ed olii essenziali (Gulisano e Marciànò, 2001). Il sottoprodotto quantitativamente più rilevante della lavorazione degli agrumi è costituito da scorze, semi e polpe ed è abitualmente denominato "pastazzo". La resa in pastazzo, che in effetti dipende dal tipo di agrume e di lavorazione, può essere mediamente considerata pari al 65%. Il pastazzo è caratterizzato da un elevato tenore di umidità (mediamente circa l'86% in peso comprese le sostanze organiche volatili).

La competitività della industria agrumaria è legata ad una gestione dei sottoprodotti che, valorizzando il loro potenziale in termini di biomassa riutilizzabile, risulti "sostenibile" in termini economici ed ambientali. Mentre il pastazzo di limone risulta sempre interamente collocato a prezzi remunerativi (prevalentemente come semilavorato per la produzione di pectina), da alcuni anni una parte della produzione di pastazzo di arancia incontra difficoltà di idonea collocazione rischiando di far rientrare tale sottoprodotto nel campo di applicazione del Decreto Legislativo 22/1997 sui rifiuti, eventualità che metterebbe fuori mercato la trasformazione agrumaria italiana. Il potenziale di biomassa recuperabile dal pastazzo di agrumi risulta rilevante; ad esempio il pastazzo di arancia prodotto mediamente in un anno in Sicilia contiene oltre 20.000 t di sostanza secca e potrebbe contribuire all'alimentazione di circa il 10% del patrimonio bovino e ovino dell'isola. In Sicilia ed in parte della Calabria si sono spontaneamente sviluppate utilizzazioni del pastazzo umido per l'alimentazione animale e la fertilizzazione dei terreni che sono entrate da tempo nelle normali pratiche agricole nei comprensori circostanti le industrie di trasformazione, ma trovano il limite più rilevante nell'elevato tenore di umidità che condiziona negativamente i costi di trasporto per unità di sostanza secca sulle lunghe distanze (Gulisano *et al.*, 2001).

Numerose indagini hanno confermato la possibilità di integrare le diete animali con pastazzo di agrumi insilato (Lanza e Messina, 1979a/b; Caridi *et al.*, 1996; Madrid *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 1997; Scerra *et al.*, 1999; Caparra *et al.*, 2000a/b; Scerra *et al.*, 2000a; Scerra *et al.*, 2000b; Caparra *et al.*, 2001) o essiccato (Florou-Paneri *et al.*, 2000; Caparra *et al.*, 2002; Foti *et al.*, 2002); altre esperienze hanno esplorato gli effetti dell'uso del sottoprodotto come ammendante in terreni coltivati (Iannizzotto, 1999; Avola *et al.*, 2001).

In passato per l'essiccazione del pastazzo e il successivo impiego mangimistico sono state adottate soluzioni impiantistiche basate sull'utilizzo di combustibili fossili (Kesterson e Braddock, 1985). Tali tecnologie,

successivamente all'aumento del costo dei combustibili fossili verificatosi nel 1973, hanno ridotto il proprio campo di applicazione negli stessi paesi di origine (dove peraltro sono utilizzabili a costi più bassi) agli impianti di maggiori dimensioni ed alle utilizzazioni più remunerative del prodotto essiccato (ad esempio come componente di mangimi composti). Tali impianti continuano ad essere impiegati nell'Italia meridionale, talvolta con rilevanti deficit gestionali, nei casi in cui mancano soluzioni alternative. Il surplus di costo di impianto che queste tecnologie comportano grava parzialmente sulla collettività (che cofinanzia gli impianti di trasformazione industriale) unitamente ai costi ambientali connessi alle emissioni di CO<sub>2</sub>, mentre gli elevati oneri (soprattutto energetici) di conduzione gravano sulla competitività della produzione industriale e indirettamente della intera filiera agrumaria, limitandone la possibilità di occupazione produttiva.

In siti rurali con clima mediterraneo l'essiccazione del pastazzo mediante energia solare, praticato in paesi come la California (Kimball, 1991), la Sicilia e la Calabria, è potenzialmente una valida tecnica in grado di agevolare la valorizzazione del sottoprodotto. In relazione all'obiettivo di razionalizzare tale processo sono state recentemente condotte articolate indagini in ambiente mediterraneo che hanno fornito risultati incoraggianti in merito (AA.VV., 2001). Le indicazioni quantitative fin qui emerse in merito alla evoluzione ed alla ottimizzazione del processo di essiccazione naturale del pastazzo di arancia vengono messe a fuoco nel presente lavoro anche al fine di individuare il residuo fabbisogno di conoscenze su cui programmare ulteriori indagini.

### **Analisi dei risultati di indagini sul processo di essiccazione naturale del pastazzo**

In alcuni lavori (Tamburino e Zimbone, 1997; Tamburino *et al.*, 2001) sono riportati i risultati di articolate indagini (sia in laboratorio che all'aperto o in pieno campo) finalizzate alla quantificazione ed analisi dei processi di essiccazione naturale del pastazzo di arancia.

Prove di laboratorio su piccoli campioni di pastazzo (15 sfere di circa 40 cm<sup>3</sup>), ricoperti con resina elastica (SARAN F-310 disciolta nel rapporto 1:5 con acido metil-etil-chetone) impermeabile all'acqua (e quindi tale da consentire misure di volume mediante immersione per il tramite del liquido spostato) ma permeabile all'aria, lasciati asciugare all'aria in assenza di ventilazione ed alla temperatura di 20-24 °C, hanno evidenziato la parallela ri-

duzione nel tempo di peso e volume che hanno raggiunto nell'arco di circa 6 settimane valori minimi complessivamente compresi tra il 13 e il 18% dei valori iniziali; le sfere essiccate risultavano compatte e senza fessurazioni e la loro massa volumica apparente si è mantenuta tra 0.94 e 1.20 g/cm<sup>3</sup> subendo limitate variazioni comprese tra il -8% (pastazzo insilato da due settimane) ed il +16% (pastazzo insilato da 1 anno). A parte tale dato, non si sono evidenziate differenze significative tra le diverse tesi esaminate (pastazzo fresco, fresco torchiato, insilato da 2 settimane, insilato da un anno, mulinato). Le effettive condizioni del pastazzo in pieno campo si avvicinano per lo strato superficiale al pastazzo fresco e per lo strato profondo al pastazzo insilato.

I principali risultati di prove condotte all'aperto su vaschette (18 di dimensioni 28x22x5 cm, equivalenti a circa 3 dm<sup>3</sup>) sono sintetizzati nella Tabella 1 e nella Figura 1. Sono state osservate (Tabella 1) riduzioni complessive di massa volumica apparente da 0.68 a 0.29 g/cm<sup>3</sup> nel caso del pastazzo fresco e da 1.02 a 0.44 g/cm<sup>3</sup> nel caso del pastazzo già insilato, corrispondenti a riduzioni complessive di volume in entrambi i casi di poco inferiori al 70% (Figura 1). Nel caso del pastazzo già insilato, quindi preliminarmente compattato e praticamente privo di vuoti, sono state valutate separatamente le quote di liquido evaporato cui corrispondono riduzioni di volume o di massa volumica apparente (in seguito alla formazione di vuoti). A tal proposito si evidenzia dalla Tabella 1 la prevalente incidenza delle perdite idriche per evaporazione connesse a riduzioni di volume fino a valori di umidità del 30-40%. Le tavolette di pastazzo asciutto si presentavano meno compatte rispetto ai piccoli campioni sferoidali per la presenza di piccole fessurazioni formatesi a seguito del processo di ritiro della biomassa.

Il pastazzo fresco può essere deposto sul terreno sotto forma di cumuli isolati o di andane (composte da file di cumuli contigui), aventi forma e dimensioni dipendenti dalle caratteristiche meccaniche della biomassa, a loro volta influenzate da diversi fattori (processo di lavorazione, umidità, viscosità, ecc.). Inizialmente cumuli ottenuti con circa 15 t di biomassa impegnano mediamente una superficie di circa 25 m<sup>2</sup> di forma pseudo-circolare (con un diametro medio di 5.6 m) e sono mediamente caratterizzati da un'altezza media di 0.65 m, un'altezza massima di 0.8 m, una massa volumica apparente pari a 910 kg/m<sup>3</sup> ed una densità areica media di circa 600 kg/m<sup>2</sup>. Le andane di pastazzo, derivanti dalla predisposizione di file di cumuli contigui, sono inizialmente caratterizzate da maggiore altezza sia media che massima (rispettivamente 0.7 e 0.85 m) e densità areica media (637 kg/m<sup>2</sup>) nonché da una larghezza media di 6.5 m.

In pieno campo la biomassa disposta in cumuli o in andane subisce per evaporazione una riduzione del proprio contenuto idrico (inizialmen-

te pari a circa l'86% del suo peso, comprese le sostanze organiche volatili). Il processo di evaporazione interessa gli strati più superficiali della biomassa (20-30 cm) con la formazione di una crosta che nell'arco di 3-5 mesi raggiunge il 14-15% di umidità, contraendo di circa 1/3 il proprio spessore, e che limita l'evoluzione del processo a carico degli strati sottostanti. Questi ultimi subiscono una compattazione raggiungendo valori di massa volumica apparente di quasi 1 g/cm<sup>3</sup>; inoltre, in seguito alla degradazione delle pectine che avviene nell'arco di 1-2 settimane dalla deposizione, può verificarsi un rilascio di acqua la cui entità dipende dalle condizioni iniziali di umidità della biomassa.

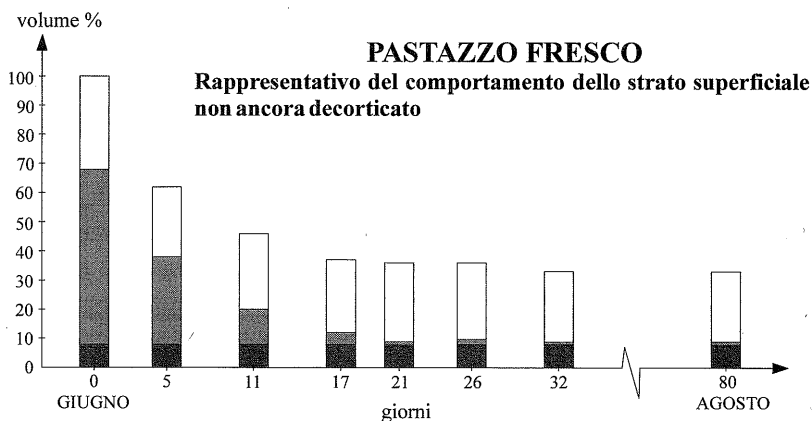
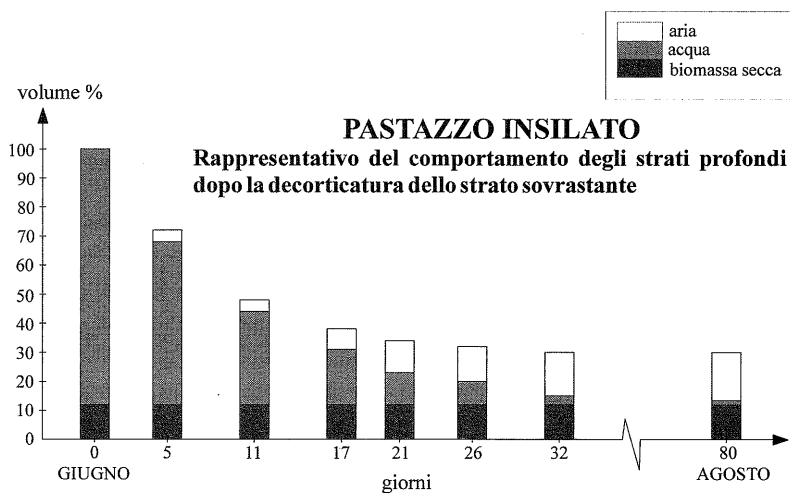
**Tabella 1.** Valori di umidità, massa volumica apparente e perdite idriche per evaporazione rilevati su campioni di pastazzo di arance (in vaschetta) profondi 4 cm

<b>a. pastazzo fresco</b>		<b>Intervalli di tempo (giorni)</b>							
		<b>0-5</b>	<b>5-11</b>	<b>11-17</b>	<b>17-21</b>	<b>21-26</b>	<b>26-32</b>	<b>32-80</b>	<b>80</b>
Umidità*	%	88	78	60	30	12	17	11	12
Massa volumica apparente*	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	0.68	0.63	0.45	0.33	0.27	0.28	0.29	0.29
Evaporato (% quantità iniziale di liquido)	%	49	30	15	4	- 1	1	trascur.	/
Tasso di evaporaz.	$\frac{\text{mm}}{\text{giorno}}$	3.6	2.3	1.3	0.6	- 0.1	0.1	trascur.	/
<b>b. pastazzo insilato</b>		<b>Intervalli di tempo (giorni)</b>							
		<b>0-5</b>	<b>5-11</b>	<b>11-17</b>	<b>17-21</b>	<b>21-26</b>	<b>26-32</b>	<b>32-80</b>	<b>80</b>
Umidità*	%	88	82	72	60	47	39	20	11
Massa volumica apparente*	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	1.02	0.95	0.93	0.83	0.69	0.65	0.51	0.44
Evaporato (% quantità iniziale di liquido)	Tot. %	38	27	14	9	3	5	2	/
	EV1 %	32	27	11	4	2.5	1.2	trascur.	/
	EV2 %	6	trasc.	1	5	0.5	3.8	2	/
Tasso di evaporaz.	$\frac{\text{mm}}{\text{giorno}}$	3.4	2.5	1.6	1.6	0.5	0.8	0.03	/

Note: \* = ad inizio periodo; EV1 = quota parte connessa a riduzione di volume; EV2 = quota parte connessa a riduzione di massa volumica apparente

Sono state condotte misure su andane e cumuli di pastazzo nel periodo giugno-settembre (con valori medi della temperatura dell'aria minima e massima tra 20 e 33 °C) al fine di quantificare nel dettaglio il processo di essiccazione superficiale. Nella Tabella 2 sono riportati i contenuti di sostanza secca rilevati sullo strato superficiale (fino alla profondità di 10 cm) del pastazzo di arancia successivamente alla rimozione della prima crosta (formatasi dal momento della deposizione della biomassa sul terreno). I dati

di profondità e spessore degli strati sono stati corretti sulla base delle misure di riduzione di altezza dei cumuli connessa alla contrazione di volume che si verifica durante la disidratazione. Come si può notare in tale Tabella il contenuto di sostanza secca è progressivamente salito da valori del 14% (di cui il 3.3% in media costituito da ceneri) per il pastazzo appena decorticato a valori massimi attorno al 90% (di cui quasi il 10% costituito da ceneri).



**Figura 1.** Riduzione nel tempo di volume e umidità di campioni (in vaschetta) di pastazzo di arance (vengono trascurate le perdite di biomassa)

Inizialmente la perdita idrica interessa solo lo strato superficiale e si verifica con una velocità decrescente nel tempo. Già dopo 3-4 ore dalla decorticatura si forma una pellicola superficiale che non dà più la sensazione di umido al tatto e che evidenzia riduzioni di umidità medie del 15%

su 2 mm di spessore. Successivamente vengono interessati dalla perdita idrica gli strati più profondi. Le tensioni connesse al ritiro durante l'essiccazione provocano fessurazioni molto più ampie ed estese di quelle riscontrate sui piccoli campioni con valori finali di massa volumica apparente attorno a 0.24 g/cm<sup>3</sup>. Ad un certo punto gli strati più superficiali non perdono altra acqua in modo significativo e sono attraversati da un flusso di vapore proveniente dagli strati sottostanti. L'essiccazione dell'intero strato profondo 10 cm ha richiesto circa 80 giorni (Tabella 2).

**Tabella 2.** Evoluzione nel tempo del contenuto (%) in sostanza secca dello strato superficiale delle andane di pastazzo predisposte a fine aprile e sottoposte a decorticatura in data 11 luglio  
(in grassetto i campi con valori significativamente diversi)

<b>Prof. iniziale</b>	<b>Intervallo di tempo (giorni) dalla scorticatura</b>				
(cm)	0	18 (*)	60	67	84
0.25	15.2	<b>56.2</b>	89.1	89.0	92.7
1	14.2	<b>38.5</b>	88.8	87.1	91.9
2	14.0	<b>23.8</b>	87.1	81.8	90.6
3	14.1	<b>18.4</b>	81.7	73.5	89.7
5	13.8	16.7	<b>55.8</b>	<b>53.6</b>	88.9
7.5	14.0	17.5	<b>29.0</b>	<b>37.7</b>	87.5
10	14.5	16.8	<b>18.7</b>	<b>29.5</b>	84.7

(\*) Evento di pioggia superiore a 20 mm nelle 48 ore precedenti

Inglobati nel pastazzo sono presenti frutti di scarto ancora interi che perdono acqua più lentamente rispetto al resto della biomassa (ad esempio dopo 90 giorni di esposizione al sole mantengono il 23% di umidità invece del 7%).

La temperatura negli strati profondi di pastazzo si mantiene simile alla temperatura media dell'aria, evidenziando l'assenza (dovuta al basso pH e all'assenza di ossigeno) di processi biochimici di rilievo. Al contrario il pastazzo triturato e mantenuto in condizioni di aerazione ed umidità del 25-45% subisce processi ossidativi che innalzano sensibilmente la temperatura della biomassa (di almeno 8 °C) e che consumano progressivamente la sostanza organica (oltre il 35% in 24 giorni a 39 °C).

Nella Tabella 3 sono riportati i flussi idrici in uscita verso l'alto calcolati mediante il bilancio idrico sulla base delle variazioni di umidità e delle riduzioni di volume subite dai diversi strati di pastazzo depresso sul terreno. Da tale Tabella e dalla Figura 2 si evidenzia che il flusso idrico in

uscita complessivo è stato mediamente pari a circa 1 mm/giorno con un andamento leggermente crescente nel tempo probabilmente per il fatto che un numero crescente di strati di pastazzo via via più profondi viene interessato dal processo di essiccazione.

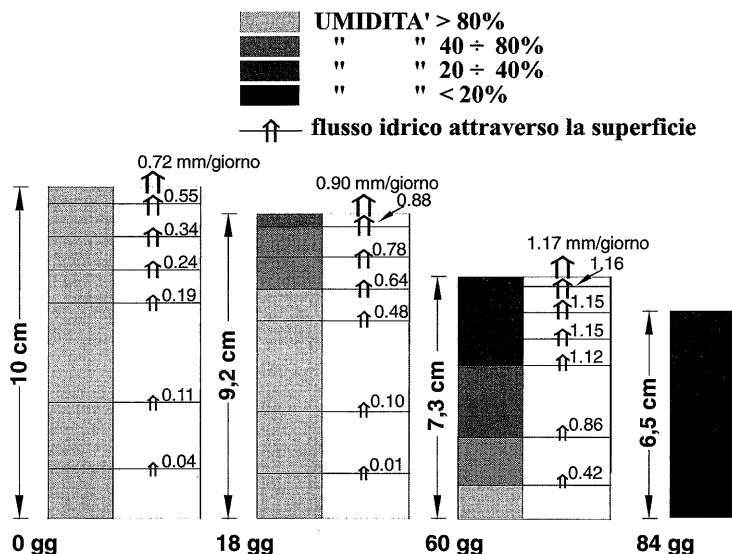


Figura 2. Variazioni di umidità e flussi idrici nello strato superficiale di pastazzo di arancia decorticato

Tabella 3. Variazioni di umidità e flussi idrici rilevati nel tempo sullo strato superficiale (fino a profondità di 10 cm) di scorze di agrumi decorticate in diverse date

	T= 0 ÷ 18 giorni			T= 18 ÷ 60 giorni			T= 60 ÷ 84 giorni			
Profondità iniziale (cm)	Umidità iniziale (%)	Flussi idrici in uscita mm/giorno	Umidità finale (%)	Profondità iniziale (cm)	Flussi idrici in uscita mm/giorno	Umidità finale (%)	Profondità iniziale (cm)	Flussi idrici in uscita mm/giorno	Umidità finale (%)	Profondità finale (cm)
0÷0.5	86.1	0.72	43.8	0÷0.3	0.90 *	10.9	0÷0.3	1.17 *	7.3	0÷0.3
0.5÷1.5	85.8	0.55	61.5	0.3÷1.1	0.88 *	11.2	0.3÷1.0	1.16 *	8.1	0.3÷1.0
1.5÷2.5	86.0	0.34	76.2	1.1÷2.0	0.78 *	12.9	1.0÷1.6	1.15 *	9.4	1.0÷1.6
2.5÷3.5	85.9	0.24	81.6	2.0÷2.9	0.64 *	18.3	1.6÷2.2	1.15 *	10.3	1.6÷2.2
3.5÷6.5	86.2	0.19	83.3	2.9÷5.9	0.48	44.2	2.2÷4.2	1.12 *	11.1	2.2÷4.2
6.5÷8.5	86.0	0.11	82.5	5.9÷7.8	0.10	71.0	4.2÷5.9	0.86 *	12.5	4.2÷5.4
8.5÷10	85.5	0.04	83.2	7.8÷9.2	0.01	81.3	5.9÷7.3	0.42	15.3	5.4÷6.4

(\*) Flussi prevalentemente sotto forma di vapore. Nota: I dati riportati nella colonna "umidità" comprendono anche le sostanze organiche volatili



La crosta di spessore medio di 8 cm che si forma dopo 40 giorni di essiccazione presenta una umidità attorno al 48% (se prelevata in modo accurato) ed una massa volumica apparente di  $0.31 \text{ g/cm}^3$  che aumenta a  $0.51 \text{ g/cm}^3$  dopo compattazione applicando una pressione di  $0.5 \text{ Kg/cm}^2$ . La parte superiore della crosta presenta una umidità inferiore al 10% ed una massa volumica apparente attorno a  $0.24 \text{ g/cm}^3$  che può essere incrementata fino a  $0.48 \text{ g/cm}^3$  mediante triturazione. In letteratura (Kesterson e Braddock, 1985) viene citata la possibilità di aumentare mediante pelletizzazione la massa volumica apparente (fino a  $0.72 \text{ g/cm}^3$  nel caso di pastazzo essiccato con combustibile), ma si tratta di un processo difficilmente realizzabile in pieno campo.

Le precipitazioni possono rallentare, anche se in modo non rilevante, il processo di essiccazione del pastazzo. Una pioggia naturale di 10 mm e di bassa intensità ha determinato incrementi di umidità dell'ordine del 5-15%, interessando uno strato di profondità non superiore a 10 cm. Il massimo imbibimento d'acqua (valutato sperimentalmente simulando una pioggia prolungata o condizioni di ristagno idrico) si aggira intorno al 45%. L'acqua di precipitazione assorbita dalla crosta superficiale evapora piuttosto rapidamente. Le precipitazioni intense hanno l'ulteriore effetto di lisciviare il pastazzo asciutto. A tale proposito sono state condotte indagini preliminari con pioggia simulata (20 mm con intensità superiore a 200 mm/h) su uno spessore di 8 cm di pastazzo asciutto. Sono stati trattenuti dal pastazzo circa 5-8 mm di acqua; il drenato di 12-15 mm conteneva dal 4 al 7‰ di sostanza secca; i quantitativi di sostanza asportata dalla precipitazione risultano nel complesso trascurabili (circa il 6‰ in termini di sostanza secca) rispetto allo strato di pastazzo. Nel caso di pastazzo asciutto preventivamente triturato i quantitativi di sostanza lisciviata sono aumentati in modo significativo.

Al fine di valutare gli effetti indotti dalla biomassa sul terreno sottostante sono state avviate alcune osservazioni in collaborazione con l'Istituto Sperimentale per l'Agromicoltura di Acireale su campioni prelevati a diversa profondità (0-5 cm, 15-20 cm, 35-40 cm) nel mese di settembre al di sotto di un'andana di pastazzo in essiccazione dal mese di aprile. I primi risultati sembrano evidenziare una leggera riduzione del pH (8 invece di 9.2 del testimone) nello strato superficiale ed un più marcato (anche se temporaneo) aumento della conducibilità elettrica dell'estratto saturo fino a 40 cm di profondità (in media paria a  $1.28 \text{ mS/cm}$  contro  $0.44 \text{ mS/cm}$  del testimone).

### **Analisi dei risultati di indagini finalizzate alla ottimizzazione del processo di essiccazione naturale del pastazzo**

Allo scopo di incrementare la superficie evaporante per accelerare il processo di essiccazione si è preliminarmente provato (Tamburino *et al.*, 2001) a rimuovere la crosta superficiale dei cumuli e delle andane con diversi metodi (pala o forca) e a disporre le zolle di pastazzo semi-essiccate in cataste (disposizione pratica e facilmente meccanizzabile). Tali prove hanno confermato l'opportunità di meccanizzare il processo. E' stata pertanto individuata e sperimentata una macchina per le operazioni di decorticatura e accatastamento della biomassa; si tratta di un sollevatore telescopico, già commercializzato, con un braccio estensibile fino a 9 m che può essere dotato di una pala caricatrice (con un fronte di lavoro di 2.24 m e una capacità di 0.8 m<sup>3</sup>) o di una forca (all'uopo realizzata con un fronte di lavoro di 2.25 m e 10 denti lunghi 0.8 m equidistanziati di 0.2 m). Prove di pieno campo, oltre a consentire di quantificare le prestazioni ed i costi di esercizio della macchina (Zimbalatti, 2001), hanno fornito i risultati indicati nelle Tabelle 4 e 5. Inizialmente le zolle di crosta rimosse meccanicamente si presentano composte da una porzione superiore secca (con umidità intorno al 10%), da una porzione inferiore umida (con umidità intorno al 85%) e da una porzione di "transizione". Dalla Tabella 4 si evidenzia che, come atteso, l'incidenza sul peso totale della singola zolla della porzione umida è stata più elevata nel caso di rimozione con pala rispetto al caso di rimozione con forca. Dalla Tabella 5 si rileva inoltre che, indipendentemente dall'attrezzo utilizzato, la sostanza secca raggiunge almeno il 45% a 20 giorni, il 72% a 40 giorni e il 77% a 60 giorni.

Altre prove in corso di svolgimento nell'ambito dell'Attività W2-A1 del Progetto n. 1 facente parte del Cluster C08/A "Prodotti agroalimentari" finanziato dal MIUR sembrano evidenziare che l'utilizzo della forca (anzicchè della pala) per la decorticatura:

- consente di incrementare fino al 50% il peso di biomassa movimentato rispetto alla pala;
- consente di accelerare il processo di essiccazione degli strati superficiali di biomassa decorticata eventualmente anche grazie alla solcatura della superficie in fase di ritrazione dell'attrezzo telescopico;
- non modifica significativamente le dimensioni massime delle

zolle di pastazzo rimosse e accatastate (circa 20 cm) ed il successivo processo di essiccazione delle cataste.

**Tabella 4.** Incidenza P (% in peso) delle tre porzioni costituenti la crosta di pastazzo di arancia rimossa meccanicamente dopo 130 giorni e relativo contenuto di sostanza secca Ps (% in peso)

Attrezzo per la rimozione della crosta	Porzioni zolla							
	Secca		Di transizione		Umida		Intera zolla	
	P	Ps	P	Ps	P	Ps	P	Ps
Pala	35	90	20	42	45	15	100	47
Forca	40	90	26	55	34	15	100	55

**Tabella 5.** Andamento nel tempo del contenuto di sostanza secca (%) in zolle di crosta di pastazzo di arancia accatastate meccanicamente

Attrezzo per la rimozione e l'accatastamento delle zolle	Intervallo di tempo (giorni) dalla predisposizione delle cataste di zolle			
	0	20	40	60
Pala		39	58	81
Forca		37	45	77

Tali prove hanno inoltre evidenziato che le zolle di pastazzo accatastate (alla fine del mese di giugno) subiscono una riduzione (pari a circa il 25%) delle loro dimensioni massime in seguito al rivoltamento meccanizzato delle cataste provato al fine di accelerare i tempi di essiccazione.

Le principali fasi del processo di essiccazione comprendono il trasporto della biomassa dal sito di produzione a quello di essiccazione, la deposizione in cumuli o andane, la loro periodica decorticatura con accatastamento ed eventuale rivoltamento, la eventuale trinciatura del prodotto accatastato e la eventuale successiva conservazione nel periodo piovoso del prodotto essiccato in cumuli coperti con teli impermeabili. La quota parte del prodotto essiccato che si mantiene "pulita" può essere destinata all'uso zootecnico, mentre la eventuale parte residua a contatto con il terreno può essere utilizzata in agricoltura rientrando (mediante una semplice correzione del pH) nella classe degli ammendanti organici naturali indicata dalla normativa italiana che disciplina i fertilizzanti (Decreto 27 marzo 1998 del Ministro per le Politiche Agricole).

### **Considerazioni conclusive**

I risultati di recenti indagini sperimentali confermano la possibilità, in siti rurali con clima mediterraneo, di sfruttare economicamente l'energia solare per l'evaporazione dell'acqua dal pastazzo di arancia in modo da facilitarne l'utilizzazione come alimento zootecnico o ammendante.

Il processo di essiccazione della biomassa disposta in andane o cumuli determina la formazione di una crosta superficiale che limita l'evoluzione del processo a carico degli strati umidi sottostanti. Il processo può essere accelerato aumentando la superficie evaporante mediante la rimozione e l'accatastamento delle zolle di crosta superficiale. Ciò può essere conseguito mediante periodiche operazioni di decorticatura e accatastamento della biomassa in essiccazione effettuate meccanicamente con un sollevatore telescopico possibilmente dotato di forca. Al fine di massimizzare la massa volumica apparente della biomassa essiccata può essere utile operare una triturazione del prodotto accatastato.

Nel prosieguo delle indagini che consentiranno di verificare ulteriormente i dati già disponibili su entità e velocità del processo di essiccazione naturale del pastazzo sarà opportuno:

- approfondire l'influenza delle condizioni superficiali della biomassa sulla velocità del processo di essiccazione;
- quantificare le perdite idriche per drenaggio della biomassa;
- quantificare gli effetti sul suolo della biomassa in essiccazione;
- quantificare la riduzione dei tempi di essiccazione ottenibile mediante il rivoltamento delle croste accatastate dopo la periodica operazione di decorticatura della biomassa.

### **Bibliografia**

- AA.VV. 2001. Atti del Convegno di Studi sul tema "Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria", Caltagirone (CT), 26-27 aprile.
- AVOLA G., DI LEO M., BELLIGNO A., ABBATE V., 2001. Influenza dell'apporto al terreno dei residui dell'industria agrumaria sul girasole. Lavoro presentato al Convegno della Società Italiana di Chimica Agraria, Catania, 25-27 settembre.
- CAPARRA P., FOTI F., COLACINO T., POSTORINO S., SCERRA V., 2000a. Alimentazione dell'agnellone con pastazzo di agrumi colonizzato mediante muffe selezionate ed insilato con paglia: influenza sulla qualità della carne. Atti del XIV Congresso nazionale S.I.P.A.O.C., Vietri sul Mare, ottobre.

- CAPARRA P., FOTI F., SINATRA M.C., MAMMOLA C.L., SARULLO V., POSTORINO S., SCERRA V., 2000b. L'impiego delle polpe fresche di arancia nella produzione dell'agnello da carne: influenza sulla crescita e sulla composizione acidica del grasso intramuscolare. Atti del XIV Congresso nazionale S.I.P.A.O.C., Vietri sul Mare, ottobre.
- CAPARRA P., FOTI F., SCERRA V., 2001. Impiego del pastazzo di agrumi nell'alimentazione degli agnelli. Atti del Convegno di Studi sul tema "Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria", Caltagirone (CT), 26-27 aprile.
- CAPARRA P., FOTI F., SCERRA V., SINATRA M.C., 2002. Impiego delle polpe di arancia essiccate naturalmente nell'alimentazione degli agnelli: effetti sulla qualità delle carcasse e delle carni. Lavoro inviato al XV Congresso nazionale SIPAOC, Cagliari, 11-14 settembre.
- CARIDI A., FOTI F., SCERRA V., 1996. Sviluppo di ceppi di *Penicillium* di origine casearia in pastazzo di limone e di arancia e conseguente incremento del tenore proteico del substrato. *Essenze-Derivati Agrumari*, Anno LXVI n.3, 305-320.
- FLOROU-PANERI P., CHRISTAKI E., BABIDIS V., KUFIDIS D., SPAIS A.B., VASSILOPOULOS V., 2000. The dietary incorporation of dried citrus pulp on the performance and carcass characteristics of growing quail. *Tecnica Agricola*, n. 4, pp. 25-30.
- FOTI F., CAPARRA P., SINATRA M.C., SCERRA V., 2002. Impiego delle polpe di arancia essiccate naturalmente nell'alimentazione degli agnelli: performance produttive e profilo metabolico. Lavoro inviato al XV Congresso nazionale SIPAOC, Cagliari, 11-14 settembre.
- GULISANO G., MARCIANO C., 2001. Aspetti economici della produzione e della trasformazione industriale degli agrumi. Atti del Convegno di Studi sul tema "Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria", Caltagirone (CT), 26-27 aprile.
- KESTERSON J.W., BRADDOCK R.J. 1985. By-products and specialty products of Florida citrus. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville.
- KIMBALL D., 1991. Citrus processing. Quality control and technology. AVI Book, New York, USA.
- IANNIZZOTTO A. (1999). L'impiego dei residui solidi dell'industria agrumaria. "Pastazzo" nel frumento (*Triticum durum* Desf.). Effetti sul comportamento bioagronomico della coltura in vasche lisimetriche. Tesi di laurea, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Catania.
- LANZA A., MESSINA G., 1979a. Le polpe essiccate di agrume nell'alimentazione del bestiame (1. Composizione chimica, digeribilità e valore nutritivo). *Zootecnica e Nutrizione Animale*, anno V, n. 1, febbraio.
- LANZA A., MESSINA G., 1979b. Le polpe essiccate di agrume nell'alimentazione del bestiame (2. Impiego nell'alimentazione dei bovini, suini e volatili). *Zootecnica e Nutrizione Animale*, anno V, n. 1, febbraio.
- MADRID J., HERNANDEZ F., PULGAR M.A., CID J.M., 1997. Urea and citrus by-product supplementation of straw based diets for goats: effect on barley straw digestibility. *Small Ruminant Research* 24, 149-155.
- SCERRA V., CARIDI A., FOTI F., SINATRA M.C., 1999. Influence of dairy *Penicillium* spp. on nutrient content of citrus fruit peel. *Animal Feed Science and Technology* 78, 169-176.
- SCERRA V., CARIDI A., FOTI F., SINATRA M.C., CAPARRA P., 2000. Changes in chemical composition during the colonisation of citrus pulps by a dairy *Penicillium roqueforti* strain. *Small Ruminant Research* 72, 197-198.
- SCERRA V., CAPARRA P., FOTI F., LANZA M., PRIOLO A., 2001. Citrus pulp and wheat straw silage as an ingredient in lamb diets: effects on growth and carcass and meat quality. *Small Ruminant Research* 40, 51-56.
- SILVA A.G., WANDERLEY R.C., PEDROSO A.F., ASHBELL G., 1997. Ruminant Digestion kinetics of citrus peel. *Animal Feed Science Technology* 68, 247-257.
- TAMBURINO V., ZIMBONE S.M., DE MARTINO R., 2001. Analisi dei processi di essiccazione del pastazzo di agrumi.

mi. Atti del Convegno di Studi sul tema "Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria", Caltagirone (CT), 26-27 aprile.

ZIMBALATTI G., 2001. Indagine sulla movimentazione meccanizzata del pastazzo di agrumi. Atti del Convegno di Studi sul tema "Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria", Caltagirone (CT), 26-27 aprile.

## *PRODUZIONE DI COMPOST DAI RESIDUI DELL'INDUSTRIA AGRUMARIA*

Maria Luisa Calabretta

Istituto Sperimentale per l'Agricoltura  
Corso Savoia, 190 - Acireale (CT)

La crisi agrumicola, che ormai da anni colpisce il settore, ha incrementato le quantità di prodotto destinate alla trasformazione industriale. Infatti, quasi la totalità della produzione agrumicola non potendo essere collocata sul mercato del fresco, che nel passato rappresentava la principale destinazione, viene inviata alle industrie di trasformazione. Si calcola che la quantità di prodotto trasformato supera le 800.000 t/annue.

Questa diversa collocazione, alternativa al mercato del fresco, incrementa la quantità di prodotto trasformato, determinando un conseguente aumento della produzione dei residui derivanti dal processo industriale.

I prodotti ottenuti dalla trasformazione agrumaria sono i succhi, gli oli essenziali e le scorze, destinati ad essere ulteriormente sottoposti a trattamenti industriali per l'ottenimento, rispettivamente, di bibite, prodotti farmaceutici e dolciari; canditi e pectine; mangimi per uso zootecnico.

Il succo, ottenuto per pressione della parte edule dei frutti degli agrumi, per la sua complessa composizione è considerato un alimento liquido di elevato valore biologico. Acqua, zuccheri, acidi organici, sali minerali, aminoacidi, vitamine, pigmenti, enzimi e sostanze pectiche sono i costituenti più rappresentati nel succo. Non è la quantità di ciascuna sostanza a determinare il valore dietetico, bensì il particolare stato e l'equilibrio biologico in cui esse si trovano, conferendo al succo le sue proprietà nutritive.

Gli oli essenziali sono miscele di sostanze chimicamente e fisicamente differenti, estratti per azione di appropriate macchine sulla buccia del frutto e successiva separazione centrifuga dell'emulsione acqua-essenza ottenuta.

Le scorze, parzialmente private dell'essenza o con l'intero contenuto della stessa, possono essere destinate all'industria dei canditi, dove sono tenute in salamoia fino al momento dell'impiego per la canditura; oppure sottoposte ad essiccamento e utilizzate per l'estrazione di pectina (scorze di limone e bergamotto). Le scorze di arancia e di mandarino, per il mi-

nor contenuto di sostanze pectiche e l'elevato quantitativo di cellulosa e sostanze zuccherine, trovano impiego nella preparazione dei mangimi. Con il processo di essiccazione si ha la disponibilità di questo sottoprodotto anche nelle aree non agrumicole, in quanto si riducono notevolmente i volumi del pastazzo e, di conseguenza, i costi di trasporto.

Le porzioni di scorze, polpe e semi che rappresentano i maggiori costituenti del pastazzo sono formati principalmente da: acqua (75-85%); mono e disaccaridi, composti principalmente da glucosio, fruttosio e saccarosio (6-8%); polisaccaridi (pectina, protopectina, cellulosa ed emicellulosa) pari a circa l'1,5-3%; acidi organici dallo 0,5 all'1,5% (citrico, malico ed isocitrico); altre sostanze con spiccate proprietà biologiche quali vitamine, flavonoidi, aminoacidi ed elementi minerali.

Oltre ai residui solidi (pastazzo) l'industria agrumaria produce una quantità rilevante di reflui, costituiti dalle acque di lavaggio dei frutti, delle apparecchiature, delle superfici calpestabili, dalle acque e dai fanghi provenienti dalle centrifughe impiegate per la separazione delle essenze. Per questi effluenti si rende necessario un trattamento di depurazione, eseguito da impianti di tipo biologico a fanghi attivi. I fanghi che si formano durante questo trattamento vengono in parte riciclati nel sistema e in parte filtrati ed essiccati. Il fango essiccato contiene un elevato livello di sostanze proteiche (28,9-43,8%) e quantità significative di vitamine ed altri elementi minerali.

I risultati delle determinazioni analitiche hanno evidenziato un contenuto di carbonio organico simile a quello dei fanghi di differente origine e un contenuto di N (2,7%) e degli altri elementi (macro, meso e micronutritivi) generalmente più basso se confrontato con differenti tipologie di fanghi. Fanno eccezione il Ca (18,8%) e il Fe (1855 mg/kg), che oltre a derivare dai reflui primari, vengono normalmente aggiunti, durante il processo di depurazione in qualità di correttori del pH o flocculanti, mentre sono presenti in limitatissime concentrazioni i metalli pesanti (Pb, Cd, Ni, Hg).

Con l'obiettivo di valorizzare i sottoprodotti dell'industria agrumaria e tenendo conto che non hanno nessun impiego tal quale, si considera la possibilità di utilizzare il pastazzo e i fanghi provenienti dagli impianti di depurazione, come matrici per la produzione di compost di qualità, trasformandoli così in una risorsa con elevato valore aggiunto.

Tutto ciò è stato realizzato considerando che l'impiego della matrice fanghi è previsto e normato per la produzione di compost da impiegare in agricoltura convenzionale (Legge 748/84), mentre non è consentito l'uso di nessuna tipologia di fanghi (civili e industriali), per la produzione di compost da utilizzare in agricoltura biologica (Circolare MiPAF n.8 del 13/9/99).



La realizzazione delle prove di compostaggio è avvenuta presso l'azienda "Palazzelli" di Lentini (SR) dell'Istituto Sperimentale per l'Agrumicoltura, allestendo i cumuli con un volume pari a circa 10 m<sup>3</sup>, su una piattaforma impermeabile.

Per il compost, da utilizzare in agricoltura biologica (C-biol), sono stati impiegati pastazzo (proveniente da arance pigmentate) e residui di potatura (verde urbano, potatura di piante arboree, residui dell'attività vivaistica); per i compost da impiegare in agricoltura convenzionale sono stati realizzati il cumulo C-conv, e il cumulo C-sansa, utilizzando come matrici pastazzo e residui di potatura per entrambi e rispettivamente fanghi di depurazione per il primo e sansa esausta per il secondo.

Sulla base della composizione chimico-fisica delle matrici impiegate (Tabella 1) sono stati realizzati i cumuli, mediante l'utilizzo di un modello di previsione che ha tenuto in considerazione il contenuto in metalli pesanti nelle stesse e l'effetto di una loro concentrazione durante il processo di compostaggio, in funzione dei limiti imposti dalla normativa nel prodotto finito (Tabella 2), calcolando così le percentuali delle singole matrici da utilizzare (Tabella 3).

**Tabella 1.** Analisi chimico-fisiche delle matrici utilizzate per la formazione dei cumuli

	Pastazzo di agrumi	Residui di potatura	Fanghi	Sansa esausta
Umidità (%)	88.6	42.5	65.1	9.7
PH	3.2	7.9	8.2	
Azoto (%)	1.39	0.83	3.55	1.2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0.27	0.11	3.66	0.05
K <sub>2</sub> O (%)	0.90	0.25	0.54	0.61
C organico totale (mg/kg)	51.4	44.0	28.0	55.4
C/N	37	53	8	46
Calcio (%)	1.06	1.61	6.25	0.33
Magnesio (%)	0.12	0.25	0.72	0.03
Cadmio totale (mg/kg)	<0.5	<1	5.0	<0.5
Mercurio totale (mg/kg)	<0.1	n.r.	0.12	n.r.
Rame totale (mg/kg)	7.0	14	105	7
Zinco totale (mg/kg)	12	91	680	9
Nichel totale (mg/kg)	<0.5	19.8	37.5	<2
Piombo totale (mg/kg)	<0.5	42.1	27.0	<2
Cromo (IV) (mg/kg)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.

I cumuli ottenuti, sono stati coperti, in relazione alle condizioni atmosferiche, con un telo protettivo, costituito al 100% da fibre di polipropi-

lene, stabilizzato ai raggi ultravioletti, di peso contenuto (200 g/m<sup>2</sup>). L'utilizzo del telo ha avuto la funzione di proteggere il cumulo dal dilavamento causato dalle precipitazioni atmosferiche e, al tempo stesso, lo ha preservato dall'essiccazione dovuta al vento e alle radiazioni solari, garantendo, inoltre, la possibilità di mantenere le condizioni ottimali di temperatura e di umidità.

**Tabella 2.** Principali parametri chimico-fisici dei compost e limiti di legge (valori riferiti alla sostanza secca a 105°C)

Parametro	C-conv	C-biol	Legge 748/84 Circolare MiPAF n. 8/99*
PH	8,4	8,5	8,5
Ceneri (%)	37,5	24,6	-
C organico totale (%)	31	38	>25
N totale (%)	2,8	2,5	-
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	2,3	0,7	-
K <sub>2</sub> O (%)	0,8	0,7	-
C/N	12	15	<25
C da acidi umici e fulvici (%)	14	18	>7
Cadmio totale (mg/kg)	1,5	<0,5	1,5
Mercurio totale (mg/kg)	<0,1	<0,1	1,5
Rame totale (mg/kg)	37	32	150
Zinco totale (mg/kg)	320	99	500
Nichel totale (mg/kg)	31	20	50
Piombo totale (mg/kg)	10	13	140
Cromo (VI) (mg/kg)	n.r.**	n.r.**	0,5
Conducibilità elettrica (mS/cm)	2,08	1,78	-

\*Per le tipologie di compost che non prevedono la presenza esclusiva di sostanza organica di RSU proveniente da raccolta differenziata, non sono previste ulteriori limitazioni rispetto alla legge 748/84 per i parametri sopra riportati.

\*\* n.r. = non rilevabile

**Tabella 3.** Rapporti in peso tra le matrici utilizzate per la composizione dei cumuli

	Pastazzo	Residui di potatura	Fanghi	Sansa esausta
	(%)	(%)	(%)	(%)
C-cov	40	40	20	-
C-bio	60	40	-	-
C-sansa	57	19	-	24

Durante l'intero processo di biostabilizzazione sono stati monitorati i parametri della temperatura, dell'umidità, del pH e del rapporto C/N.

I cumuli C-biol e C-Conv hanno mostrato un andamento molto simile che si differenzia da quello presentato dal cumulo C-sansa.

Per i primi due cumuli, dopo una prima fase termofila, durante la quale sono stati di poco superati i 60°C, la temperatura si è mantenuta al di sopra dei 50°C, per circa 60 giorni. Successivamente, è stato osservato un lento decremento di tale parametro fino al raggiungimento, nella fase finale del processo, di circa 40°C.

L'umidità è stata mantenuta entro valori ottimali (40-60%), mediante i rivoltamenti che sono stati effettuati con maggiore frequenza durante la fase termofila, e poi diradati con l'avanzare del processo.

Nonostante il valore particolarmente basso del pH del pastazzo (circa 3), questo parametro ha raggiunto valori di 6 e 6,5 già in fase di miscelazione, aumentando rapidamente durante il processo fino a raggiungere il valore di 8,5 in entrambi i cumuli (Figura 1).

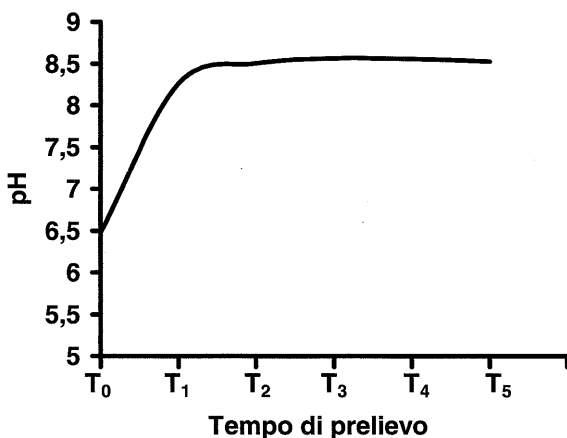
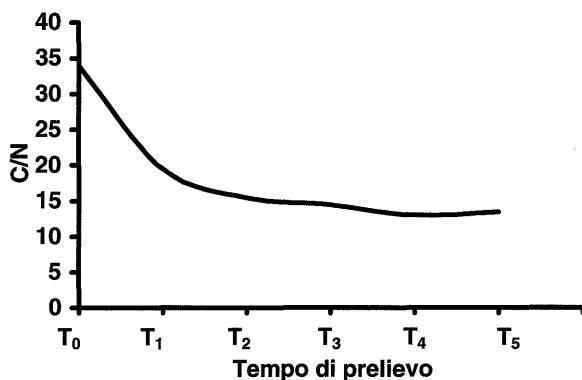


Figura 1.  
Valori di pH raggiunti  
duranti il processo  
di compostaggio

Il rapporto C/N è decresciuto rapidamente durante il periodo di tempo preso in considerazione, offrendo un'ulteriore indicazione dell'andamento regolare del processo di trasformazione della materia organica (Figura 2). I dati analitici relativi ai parametri dell'umificazione e alle prove di mineralizzazione della sostanza organica hanno confermato questo andamento.

Dall'andamento globale del processo si evince che le temperature del cumulo C-sansa si sono mantenute più basse rispetto agli altri due e, nonostante il periodo di compostaggio sia stato più lungo non si è avuta la completa stabilizzazione della sostanza organica.

Le determinazioni analitiche sono state eseguite su campioni prelevati, dopo il rivoltamento, in punti definiti del cumulo e miscelati fino ad omogeneizzazione; successivamente essiccati in stufa a 50°C, macinati e vagliati a 1mm prima di essere sottoposti ad analisi di laboratorio.



**Figura 2.**  
Valori del rapporto  
C/N raggiunti durante  
il processo  
di compostaggio

I compost ottenuti non contenevano residui visibili delle matrici di partenza e si presentavano di colore scuro, di granulometria fine e omogenei.

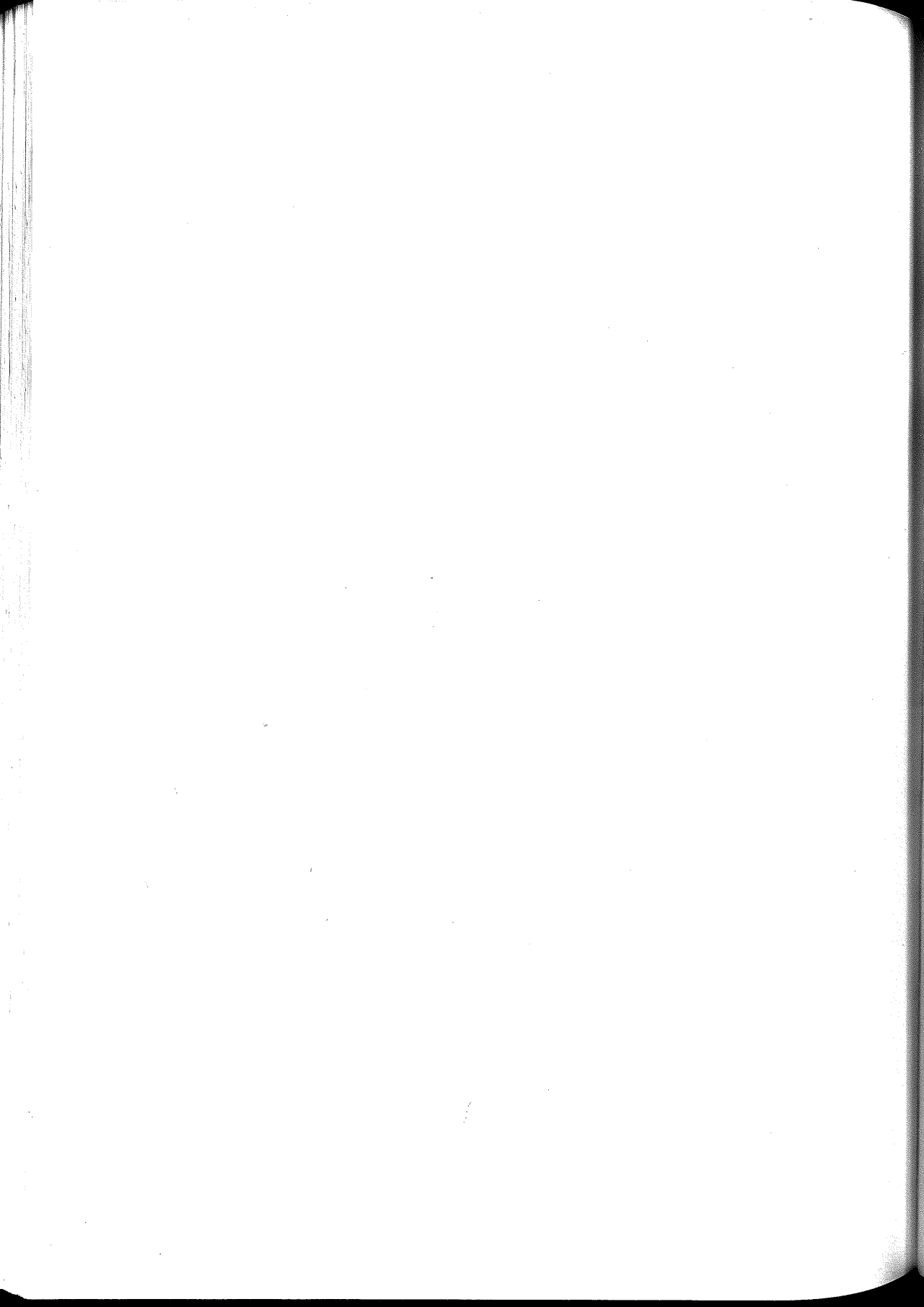
Dai risultati analitici ottenuti si evince che i compost prodotti presentano caratteristiche di elevata qualità ambientale ed agronomica, con un contenuto di elementi potenzialmente tossici sensibilmente inferiore ai limiti imposti dalla normativa. Il maggiore contenuto in ceneri e in azoto, fosforo e potassio sul secco del C-conv rispetto al C-biol consente d'ipotizzare una più specifica azione concimante da parte del C-conv e una migliore azione ammendante per il C-biol. Infine, la minore conducibilità elettrica del C-biol può consentire un possibile impiego di questa tipologia di compost nell'attività vivaistica.

La rilevazione ed il monitoraggio dell'intero processo hanno evidenziato la possibilità della realizzazione delle suddette tipologie di compost a livello industriale in tempi più brevi e senza alcun problema tecnologico. Per queste tipologie di materiali, inoltre, non esistono problematiche ambientali e di accettazione da parte della popolazione (assenza di emissioni di odori sgradevoli), il che renderebbe la realizzazione e la gestione degli impianti molto più agevole.

I risultati ottenuti si possono, pertanto, ritenere estremamente interessanti e pongono le basi per affrontare le problematiche del riciclo di altri rifiuti dell'industria agroalimentare quali i residui della IV gamma o il mercatale.

**Bibliografia**

- RAPISARDA P., INTELISANO S., FANELLA F., INTRIGLIOLO F., TITTARELLI F., CANALI S., BENEDETTI A., SEQUI P. 1998. Utilizzo degli scarti di lavorazione dell'industria agrumaria. *L'Informatore Agrario*, LIV, 11:93-97.
- INTRIGLIOLO F., CALABRETTA M.L., GIUFFRIDA A., TORRISI B., RAPISARDA P., TITTARELLI F., ANSELMINI M., ROCCUZZO G., TRINCHERA A., BENEDETTI A. 2001. Compost dagli scarti dell'agroindustria. *L'Informatore Agrario*, LVI, 4:35-39.
- TITTARELLI F., TRINCHERA A., INTRIGLIOLO F., CALABRETTA M.L., BENEDETTI A. 2000. L'impiego dei residui dell'industria agrumaria nella produzione di compost per agricoltura biologica e convenzionale. XVIII Convegno Nazionale SICA Catania.



## *FITO E GENOTOSSICITÀ DEL PASTAZZO DI AGRUMI*

C. De Simone <sup>1</sup>, M. Marchionni <sup>2</sup>, S. Selvi <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo - Sezione di Conservazione del Suolo  
Via Casette, 1 - 02100 Rieti.

<sup>2</sup> Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante - Sezione di Nutrizione Azotata  
e Microbiologia del Terreno

Via della Navicella, 2 - 00184 Roma

### **Riassunto**

Nel presente lavoro sono state valutate l'eventuale azione fitotossica e genotossica dei residui dell'industria agrumaria nonché l'influenza esercitata dal processo di compostaggio sull'evoluzione di tali parametri. Gli effetti fito e genotossici, sia delle matrici di partenza che dei prodotti di compostaggio a diverso stadio di maturazione e a diversa dose d'impiego, sono stati studiati in piantine di *Vicia faba* (var. minor). La riduzione dell'allungamento della radice primaria e la frequenza di micronuclei nelle cellule apicali della radice stessa sono state considerate quali indici, rispettivamente, di fito e genotossicità.

Dai risultati ottenuti si evidenzia che, mentre il pastazzo è in grado di indurre sia effetti fitotossici che genotossici, il processo di compostaggio esercita una benefica influenza nel ridurre drasticamente tali effetti.

### **Introduzione**

Negli ultimi decenni si osserva la tendenza ad avviare all'industria di trasformazione i prodotti dell'agrumicoltura. Ne sono la causa la riduzione progressiva delle esportazioni di agrumi, che determina la congestione del mercato interno del prodotto fresco, nonché la crescente domanda di succhi derivanti dalla spremitura del frutto.

Di conseguenza l'industria è chiamata a svolgere un ruolo via via più rilevante nella filiera agrumicola nazionale, senza tuttavia che siano ancora risolti i relativi problemi, non ultimo, per l'entità dei costi ambientali ed economici, quello dello smaltire i rifiuti della lavorazione.

Oltre a costituire problemi di gestione dal punto di vista ambientale, i rifiuti presentano costi di smaltimento che influenzano l'economicità del processo di trasformazione al punto da divenire un fattore limitante per lo sviluppo dell'industria.

Il principale sottoprodotto del processo industriale di spremitura degli agrumi è costituito dal pastazzo, la cui utilizzazione come mangime nel settore zootecnico, perlopiù come tal quale, nonostante sia una pratica consolidata da tempo si è rivelata in grado di fornire solamente una parziale soluzione al problema del suo smaltimento.

Il riutilizzo in agricoltura del pastazzo e del fango di depurazione degli effluenti dell'industria agrumaria rappresenta, d'altra parte, una valida alternativa al loro smaltimento in discarica come 'rifiuti', poiché si avvicina ad un modello di produzione 'sostenibile' sotto gli aspetti economico e ambientale, nonché sicuro per la salute umana (OCDE, 1992).

Dal punto di vista agronomico il pastazzo e il fango presentano ancora un valore di mercato per il consistente contenuto di sostanza organica, potendo, in tal modo, il loro apporto fornire una corretta soluzione alla crescente carenza di sostanza organica dei terreni, e consentire una migliore conservazione della 'risorsa suolo'.

In virtù delle loro caratteristiche si possono ipotizzare molteplici tipologie d'uso: come ammendanti sul suolo agrario, nonché come matrici per la produzione di compost da utilizzare nella preparazione di substrati di coltura usati nelle attività del vivaismo orto-floro-frutticolo e forestale, nella coltivazione del verde ornamentale, ricreativo e sportivo, nei ripristini ambientali; tutte destinazioni, queste ultime, il cui mercato è attualmente in espansione.

Appare pertanto ragionevole porre particolare enfasi sul recupero e sulla valorizzazione dei sottoprodotti e rifiuti della lavorazione degli agrumi. A questo proposito, il compostaggio è una tecnologia che sicuramente valorizza le biomasse da un punto di vista agronomico ed è un sistema competitivo a livello economico e ambientale rispetto ad altre forme di riutilizzo, a condizione ovviamente che siano adottati standard di qualità. Le caratteristiche chimico-fisiche di tali biomasse ed in particolare il rapporto C/N, il contenuto d'acqua, la presenza di meso e microelementi, l'esigua presenza di metalli pesanti consentono il loro impiego quali matrici per la realizzazione di un compost di elevato valore agronomico e commerciale.

Inoltre, dal punto di vista normativo il prodotto del compostaggio rientra a tutti gli effetti quale 'ammendante compostato misto' ai sensi della Legge sui fertilizzanti 748/84.

Tuttavia, risultano ancora poco conosciuti gli aspetti ecotossicologici legati allo spandimento di queste matrici sul suolo agrario, con particolare riguardo alla loro potenziale fitotossicità e genotossicità (capacità di indurre alterazioni irreversibili al DNA degli organismi viventi).



Nell'ambito di tale problematica, la presente ricerca si è prefissa, pertanto, di valutare l'eventuale azione fitotossica e genotossica dei principali residui dell'industria agrumaria (pastazzo e fanghi di depurazione), nonché l'influenza esercitata dal processo di compostaggio sull'evoluzione di tali parametri.

### **Materiali e metodi**

Sono state analizzate due tipologie di compost: una da utilizzare nell'agricoltura convenzionale (C-Conv) e l'altra da utilizzare nell'agricoltura biologica (C-Biol) (Tittarelli *et al.*, 2000; Intrigliolo *et al.*, 2001).

Per la produzione dei compost C-conv e C-biol erano state utilizzate le matrici di partenza: pastazzo (40%, rapporto in peso), fango di depurazione dell'industria agrumaria (20%) e residui verdi (40%) nel primo caso e pastazzo (60%) e residui verdi (40%) nel secondo, caratterizzato quindi dall'assenza di fanghi di depurazione, come da Circolare MiPAF n.8 del 13/9/99.

Residui di potatura e scarti verdi di aziende vivaistiche erano stati miscelati alle altre matrici per sfruttarne le proprietà strutturanti all'interno del cumulo allestito per la produzione di compost, al fine di favorire l'aerazione e quindi l'ossidazione biologica, ed evitare fermentazioni indesiderate.

La miscelazione era stata operata anche in funzione dei limiti per i metalli pesanti imposti dalla normativa nel prodotto finito, utilizzando un modello previsionale che tiene conto della possibilità durante il processo di compostaggio di una concentrazione dei metalli presenti nelle matrici di partenza.

La regolarità del processo era stata verificata mediante analisi chimiche e biochimiche di campioni prelevati ad intervalli regolari, miranti a valutare la qualità della sostanza organica (Intrigliolo *et al.*, 2001). A seguito del processo la sostanza organica subisce profonde trasformazioni chimico-fisiche che conducono alla sintesi di polimeri complessi con caratteristiche umo-simili.

Per la ricerca di cui è oggetto il presente lavoro sono stati effettuati prelievi in differenti fasi del processo di compostaggio: immediatamente dopo la miscelazione (T0), trascorsi 67 giorni (T2) e 165 giorni (T5). Nell'ultimo prelievo, a processo completato, era verificata la piena stabilità biologica del compost.

I parametri chimico-fisici del pastazzo, del fango e dei compost sono riportati in Tabella 1 e 2 (da Intrigliolo *et al.*, 2001).

Gli effetti fito e genotossici, sia delle matrici di partenza che dei prodotti di compostaggio, sono stati studiati in piantine di *Vicia faba* (var. minor) cresciute su un suolo sabbioso (Tabella 2), arricchito con differenti dosi (5, 10, 25, 50 e 100 t ha<sup>-1</sup> s.s.) delle matrici di partenza (pastazzo, fango di depurazione dell'industria agrumaria e residui di potatura) e dei prodotti del processo di compostaggio a diverso stadio di maturazione.

**Tabella 1.** Principali caratteristiche chimico-fisiche del pastazzo e del fango di depurazione da industria agrumaria.

Parametro	Unità di misura	Pastazzo	Fango
Umidità	%	88,6	65,1
pH	-	3,2	8,2
Azoto	%	1,39	3,55
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	0,27	3,66
K <sub>2</sub> O	%	0,90	0,54
C org. totale	%	51,4	28,0
C/N	-	37	8
Calcio	%	1,06	6,25
Magnesio	%	0,12	0,72
Cadmio totale	mg/kg	<0,5	5,0
Mercurio totale	mg/kg	<0,1	0,12
Rame totale	mg/kg	7,0	105
Zinco totale	mg/kg	12	680
Nichel totale	mg/kg	<0,5	37,5
Piombo totale	mg/kg	<0,5	27,0
Cromo (VI)	mg/kg	n.r.	n.r.

n.r. = non rilevabile

**Tabella 2.** Principali caratteristiche dei compost C-Conv e C-Biol

Parametro	C-Conv	C-Biol
pH	8,4	8,5
Ceneri (%)	37,5	24,6
C org. totale (%)	31	38
N totale (%)	2,8	2,5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	2,3	0,7
K <sub>2</sub> O (%)	0,8	0,7
C/N	12	15
C da acidi umici e fulvici (%)	14	18
Cadmio totale (mg/kg)	1,5	<0,5
Mercurio totale (mg/kg)	<0,1	<0,1
Rame totale (mg/kg)	37	32
Zinco totale (mg/kg)	320	99
Nichel totale (mg/kg)	31	20
Piombo totale (mg/kg)	10	13
Cromo (VI) (mg/kg)	n.r.	n.r.
Conduc. elettrica (mS/cm)	2,08	1,78

n.r. = non rilevabile

Tabella 3. Principali caratteristiche chimico-fisiche del suolo utilizzato

Sabbia	89,8 %
Limo	8,7 %
Argilla	1,5 %
CaCO <sub>3</sub> Totale	15,5 %
pH (H <sub>2</sub> O)	8,72
pH (KCl)	7,79
Carbonio Organico Totale	0,21 %
Sostanza Organica	0,36 %

Ad ogni campione sono stati aggiunti 120 ml di acqua deionizzata. Due campioni ai quali è stata aggiunta la sola acqua distillata sono stati utilizzati come controlli.

Le vaschette sono state conservate a  $20 \pm 1$  °C per cinque giorni. Trascorso tale periodo, le piantine sono state prelevate ed è stata misurata la lunghezza della radice primaria di 50 piantine per ogni punto sperimentale, al fine di evidenziare eventuali fenomeni di tossicità.

I test di genotossicità sono stati condotti prelevando gli apici delle radici primarie e fissandoli in una soluzione di acido acetico glaciale e alcool etilico 3:1 (v/v). Trascorse 24 ore, gli apici sono stati trattati con HCL N/1 a 60°C per 8 minuti e colorati con reattivo di Schiff. Si è quindi proceduto al trasferimento degli apici radicali su vetrini portaoggetti ed alla loro definitiva messa a punto per schiacciamento. Infine i vetrini coprioggetto sono stati tolti attraverso il contatto con il ghiaccio secco; in seguito i vetrini portaoggetti sono stati fissati con ripetuti passaggi in histolemon e alcool etilico 95%, resi permanenti con balsamo del Canada e sottoposti ad osservazione microscopica (De Marco *et al.*, 1990; De Simone *et al.*, 1992). Per ogni punto sperimentale gli effetti genotossici sono stati valutati studiando la frequenza di micronuclei (corpuscoli Feulgen positivi, extranucleari che derivano da cromosomi interi o da loro parti che non hanno regolarmente segregato durante la mitosi) in 15.000 cellule (15 apici radicali, 1000 cellule per ogni apice). I dati ottenuti sono stati elaborati attraverso l'Analisi della Varianza. Nel caso questa avesse fornito una F significativa, si è proceduto al confronto tra ogni singolo trattamento ed il controllo (acqua deionizzata) per un livello di significatività pari a 0,05 (Test di Duncan).

## Risultati

Nelle Tabelle 4-8 sono riportati i risultati dei tests di fito e genotossicità condotti su differenti dosi delle due tipologie di compost, nonché sulle diverse matrici di partenza.

I risultati ottenuti in questa ricerca confermano quanto riportato in un precedente lavoro (De Simone *et al.*, 2001) circa la proprietà del pastazzo di indurre sia effetti fitotossici (riduzione dell'allungamento della radice primaria) sia genotossici (incremento della frequenza di cellule micronucleate) in piantine di *Vicia faba*. Tali effetti negativi risultano, invece, assenti sia nelle altre matrici di partenza che nei prodotti di compostaggio.

Non sono state osservate, infine, differenze sostanziali nel comportamento ecotossicologico tra le due tipologie di composts saggiate (compost tradizionale e compost biologico), a prescindere dalla dose di impiego.

**Tabella 4.** Influenza del trattamento con C-Conv sull'induzione di cellule micronucleate di apici radicali di piantine di *Vicia faba* e sull'allungamento della radice primaria. Sono riportate le medie e, tra parentesi, le deviazioni standard

Dose (t ha <sup>-1</sup> )	Cellule micronucleate (%)	Lunghezza Radice Primaria (mm)
5	0.25 (0.05)	45.4 (7.2)
10	0.18 (0.06)	40.3 (6.4)
25	0.32 (0.11)	40.1 (5.5)
50	0.30 (0.13)	40.1 (8.8)
100	0.37 (0.11)	40.0 (9.0)
Analisi della Varianza	F= 0.85 n.s.	F= 1.86 n.s.

n.s.= non significativo per  $p < 0.05$

**Tabella 5.** Influenza del trattamento con C-Biol sull'induzione di cellule micronucleate di apici radicali di piantine di *Vicia faba* e sull'allungamento della radice primaria. Sono riportate le medie e, tra parentesi, le deviazioni standard

Dose (t ha <sup>-1</sup> )	Cellule micronucleate(%)	Lunghezza Radice Primaria(mm)
5	0.19 (0.04)	46.2 (7.5)
10	0.18 (0.06)	41.3 (7.4)
25	0.25 (0.10)	43.1 (5.2)
50	0.19 (0.07)	42.0 (8.7)
100	0.34 (0.11)	38.3 (7.4)
Controllo	0.27 (0.09)	41.0 (9.5)
Analisi della Varianza	F=1.05 n.s.	F= 1.01 n.s.

n.s.= non significativo per  $p < 0.05$

**Tabella 6.** Influenza del trattamento con il Residuo della Potatura sull'induzione di cellule micronucleate di apici radicali di piantine di *Vicia faba* e sull'allungamento della radice primaria. Sono riportate le medie e, tra parentesi, le deviazioni standard

Dose (t ha <sup>-1</sup> )	Cellule micronucleate(%)	Lunghezza Radice Primaria(mm)
5	0.20 (0.08)	39.4 (8.1)
10	0.21 (0.06)	34.7 (6.4)
25	0.26 (0.04)	34.4 (6.1)
50	0.25 (0.07)	36.7 (8.4)
100	0.36 (0.11)	37.3 (8.4)
Controllo	0.27 (0.09)	41.0 (9.5)
Analisi della Varianza	F= 0.95 n.s.	F= 1.24 n.s.

**Tabella 7.** Influenza del trattamento con Fanghi di Depurazione sull'induzione di cellule micronucleate di apici radicali di piantine di *Vicia faba* e sull'allungamento della radice primaria. Sono riportate le medie e, tra parentesi, le deviazioni standard

Dose (t ha <sup>-1</sup> )	Cellule micronucleate(%)	Lunghezza Radice Primaria(mm)
5	0.17 (0.10)	41.9 (8.5)
10	0.20 (0.10)	42.7 (9.4)
25	0.21 (0.09)	35.2 (8.0)
50	0.25 (0.08)	40.4 (8.8)
100	0.40 (0.11)	38.9 (9.0)
Controllo	0.27 (0.09)	41.0 (9.5)
Analisi della Varianza	F= 1.85 n.s.	F= 0.76 n.s.

**Tabella 8.** Influenza del trattamento con Pastazzo sull'induzione di cellule micronucleate di apici radicali di piantine di *Vicia faba* e sull'allungamento della radice primaria. Sono riportate le medie e, tra parentesi, le deviazioni standard

Dose (t ha <sup>-1</sup> )	Cellule micronucleate(%)	Lunghezza Radice Primaria(mm)
5	1.19 (0.99)*	39.8 (7.5)
10	4.62 (1.91)*	35.8 (8.3)
25	7.69 (1.65)*	21.3 (7.0)*
50	n.d.	n.d.
100	n.d.	n.d.
Controllo	0.27 (0.09)	41.0 (9.5)
Analisi della Varianza	F= 35.55	F= 46.03

Le medie seguite da un asterisco sono risultate statisticamente significative rispetto al controllo per  $p < 0.05$ ; n.d. = non determinato

## Conclusioni

In conclusione, quanto riportato nel presente lavoro consente di rilevare la fitotossicità del pastazzo ma non di attribuire ad esso anche una specifica potenzialità mutagena, proprio per il contemporaneo manifestarsi dei due effetti, fito- e genotossico. E' stato riportato infatti recentemente da più parti (Sgherri *et al.*, 1995; Iturbe-Ormaetxe *et al.*, 1995) come stress di diversa natura (idrici, nutrizionali etc.) possono alterare il normale metabolismo cellulare e portare alla formazione di radicali liberi, in grado di provocare alterazioni irreversibili nel DNA.

Il presente lavoro, inoltre, sottolinea la benefica influenza del processo di compostaggio sull'evolvere di tale fitotossicità. Entrambe le tipologie di compost saggiate, indifferentemente rispetto sia allo stadio di maturazione sia alla dose impiegata, hanno mostrato di non determinare alcun effetto fito e/o genotossico.

## Bibliografia

- DE MARCO A., P. BOCCARDI, DE SIMONE C., A. PICCOLO, M. RAGLIONE, A. TESTA, S. TRINCA (1990). Induction of micronuclei in *Vicia faba* root tips treated in different soils with herbicide alachlor. *Mutat. Res.*, 241, 1-6.
- DE SIMONE C., PICCOLO A., DE MARCO A., (1992). Genotoxic effect induced by herbicides atrazine, glyphosate in plants of *Vicia faba* grown in different soils. *The Sci. of the Total Environ.*, 233, 123-124.
- DE SIMONE C., TITTARELLI F., D'AMBROSIO C., BERETTA F., INTRIGLIOLO F. (2001). Influenza del processo di compostaggio sulla fito e genotossicità dei residui dell'industria agrumaria. *Atti XIX Convegno della Società Italiana di Chimica Agraria*, 429-434.
- INTRIGLIOLO F., CALABRETTA M.L., GIUFFRIDA A., TORRISI B., RAPISARDA P., TITTARELLI F., ANSELMINI M., ROCCUZZO G., TRINCHERA A., BENEDETTI A. (2001). Compost dagli scarti dell'industria agrumaria. *L'informatore Agrario*, 4, 35-39.
- ITURBE-ORMAETXE I., MORAN J.F., ARRESE-IGOR C., GOGORCENA Y., KLUCAS R.V., BECANA M. (1995). Activated oxygen and antioxidant defences in iron-deficient pea plants. *Plant Cell Environ.*, 18, 421-429.
- 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.
- SGHERRI C.L.M., NAVARRI-IZZO F. (1995). Sunflower seedlings subjected to increasing water deficit stress: oxidative stressand defence mechanisms. *Physiol. Plant*, 93, 25-30.
- TITTARELLI F., TRINCHERA A., INTRIGLIOLO F., CALABRETTA M.L., BENEDETTI A. (2000). L'impiego dei residui dell'industria agrumaria nella produzione di compost per l'agricoltura biologica e convenzionale. *Atti XVIII Convegno Nazionale SICA*, Catania 20-22 settembre, 249-256.

*RESIDUI COMPOSTATI DEI PROCESSI DI  
TRASFORMAZIONE DEGLI AGRUMI:  
POSSIBILITÀ DI UN LORO UTILIZZO  
NELL'ALLEVAMENTO DI PIANTE IN CONDIZIONI  
DI FUORI-SUOLO*

Fernando Pierandrei, Monica Tullio, Anna Salerno e Elvira Rea

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 4 - 00184 Roma

**Introduzione**

La tecnica della coltivazione in "fuori suolo", nel settore dell'orto-floricoltura è una realtà ormai consolidata da diversi anni; anche se ha stentato a decollare, per motivi molto diversi, in primo luogo gli alti costi di impianto, il settore è in continua espansione. Attualmente si contano zone orticole e floricole tipiche come la Liguria, il Lazio, la Toscana, la Campania, la Puglia, la Sicilia e la Sardegna. I motivi di questa espansione sono da ricercare nei numerosi vantaggi che questa tecnica offre rispetto alla coltivazione tradizionale su suolo. Un aspetto importante, necessario per l'ottimizzazione di un impianto "fuori suolo" è la scelta del substrato più idoneo. quest'ultimo rappresenta l'ambiente in cui il sistema radicale delle piante si sviluppa, trovando l'ancoraggio, l'acqua e gli elementi nutritivi necessari al sostegno e alla nutrizione della pianta. Il substrato, che può essere di natura organica ed inorganica, permette di sostituire il suolo consentendo di svicolarsi dalle condizioni pedologiche aziendali (Sogni, 1988). In tale condizione, la respirazione delle radici assume un'importanza vitale. Conviene dunque considerare i substrati in ragione della loro granulometria e della loro stabilità strutturale, per una corretta circolazione gassosa. In corrispondenza delle radici, il rapporto tra i volumi della parte solida e dello spazio libero dovrebbe essere di 3:7; lo spazio libero dovrà essere occupato per una metà dalla soluzione e per l'altra metà dall'aria. Importante è anche la capacità di ritenzione idrica che determinerà la frequenza delle irrigazioni (Vincenzoni, 1989). I substrati e le loro miscele, più comunemente utilizzate sono: torba, perlite, fibra di cocco, lana di roccia, pomice, sabbia, terre di brughiera, aghi di pino, polistirolo espanso. La torba risulta essere il substrato più richiesto da coloro che operano nel settore, tale esigenza ha determinato, nel corso degli anni, un intenso sfruttamento delle già limitate torbiere con diminuzione

della qualità, incremento del prezzo del prodotto ed esaurimento progressivo delle fonti di approvvigionamento. Nasce così la necessità di sostituire questo materiale in coltura con altre fonti organiche di più opportune caratteristiche economiche (Sogni, 1988).

L'Italia è uno dei principali paesi produttori di agrumi del bacino del Mediterraneo; le specie maggiormente coltivate nel nostro Paese sono arance, limoni e clementine. Tutti i processi di trasformazione utilizzati nell'industria agrumaria danno origine a tre prodotti principali: succo, olio essenziale e pastazzo (scorze, polpa e semi). I primi due costituiscono i prodotti principalmente vendibili, il terzo viene, invece, considerato sottoprodotto a basso valore o scarto della lavorazione. Oltre ai residui solidi, l'industria agrumaria produce una quantità rilevante di reflui costituiti dalle acque di lavaggio dei frutti, delle apparecchiature, dei pavimenti e dalle acque e dai fanghi provenienti dalle centrifughe impiegate per la separazione delle essenze. Ricerche effettuate in passato hanno mostrato sia l'elevata qualità del pastazzo e del fango per quanto riguarda la composizione chimica sia la fattibilità tecnica della produzione di un compost di qualità (Rapisarda *et al.*, 1998).

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare la possibilità di utilizzo di due compost prodotti con i residui dell'industria agrumaria come substrato per l'allevamento di piante in condizioni di "fuori suolo".

### **Materiali e metodi**

La prova è stata condotta in una serra in vetro condizionata nella quale la temperatura minima non è mai scesa al di sotto dei 10 °C. Le piante sono state allevate in contenitori di polistirolo espanso riempiti con le miscele dei substrati oggetto di studio. I contenitori erano provvisti sul fondo di una griglia in pvc allo scopo di favorire lo sgrondo della soluzione nutritiva e di evitare fenomeni di risalita capillare. Sono stati utilizzati due compost: convenzionale (C-Conv) al quale oltre al pastazzo ed ai residui verdi sono stati aggiunti fanghi di depurazione; biologico (C-biol) senza aggiunta di fanghi di depurazione. Tutti i compost utilizzati nella prova sono stati addizionati con agriperlite in rapporto 1:2; il controllo era costituito da torba in miscela con agriperlite (1:2) (tab1). I parametri chimico-fisici dei compost utilizzati vengono riportati in tab.2.

Sui compost C-conv e C-biol, il pH è stato corretto a valori di 5.5/6.0 mediante aggiunta di zolfo elementare.



In ogni contenitore, piantine di indivia riccia (*Cichorium endivia*), alla fase di seconda foglia vera, sono state trapiantate (10 piantine/ contenitore) con una disposizione a quinconce ed ognuna era sottoposta ad una microirrigazione tarata a 2 l/h, in un sistema di allevamento a ciclo aperto. Alle piante è stata somministrata una soluzione nutritiva Sonneweld modificata nella misura di 33.3 cm<sup>3</sup>/ pianta/ giorno per un periodo di 45 gg. e successivamente di 66.6 cm<sup>3</sup>/ pianta/ giorno.

**Tabella 1.** Composizione dei substrati utilizzati nella prova

<b>Tesi</b>	<b>Substrati</b>
Con	Torba bionda ed agriperlite (1:2)
C-conv	Compost convenzionale [Pastazzo (40%), fanghi di depurazione dell'industria agrumaria (20%), residui verdi (40%)] miscelato con agriperlite (1:2)
C-biol	Compost biologico [Pastazzo (60%), residui verdi (40%)] miscelato con agriperlite (1:2)

La prova ha avuto una durata complessiva di 85 gg. Durante il periodo vegetativo sono stati controllati periodicamente pH e CE.

Sulle piante, a fine prova, sono stati effettuati i seguenti rilievi biometrici: peso fresco; numero delle foglie/ pianta; area fogliare, determinata con l'ausilio di un area meter L.A.I. (mod. Li-Cor 3100); peso secco in stufa a 105 °C e contenuto in macro e micro elementi mediante ICP (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry) su materiale mineralizzato in seguito ad incenerimento a 400°C per 24 h e successiva sospensione in soluzione di HCl (1:25).

### **Risultati e discussione**

Le piante allevate su entrambi i compost hanno mostrato un aumento, statisticamente significativo, del peso fresco, peso secco e della superficie fogliare rispetto alle piante allevate su torba (fig. 1-2-3). Per quanto riguarda invece il numero di foglie per pianta (fig. 4), le tesi che hanno previsto l'uso di compost convenzionale e biologico, hanno presentato un numero inferiore di foglie; le piante allevate su entrambi i compost presentavano quindi meno foglie ma di dimensioni maggiori rispetto alle

vate su torba. Questo in modo più evidente nelle piante allevate su compost biologico rispetto al compost convenzionale.

I contenuti fogliari dei principali macro e micro elementi non presentano differenze statisticamente significative nell'ambito delle diverse tesi considerate, ad eccezione del potassio, sodio e fosforo (fig.5). Il contenuto di sodio risulta aumentato nelle piante allevate sui compost C-conv e C-biol, la diminuzione, nelle stesse piante, del contenuto di potassio fa pensare ad una sostituzione di quest'ultimo da parte del sodio nei processi metabolici legati alla presenza del potassio. Questo è in accordo con quanto riportato in letteratura in alcune ricerche dove la fertilizzazione potassica viene sostituita da un apporto di sodio (Marschner, 1995).

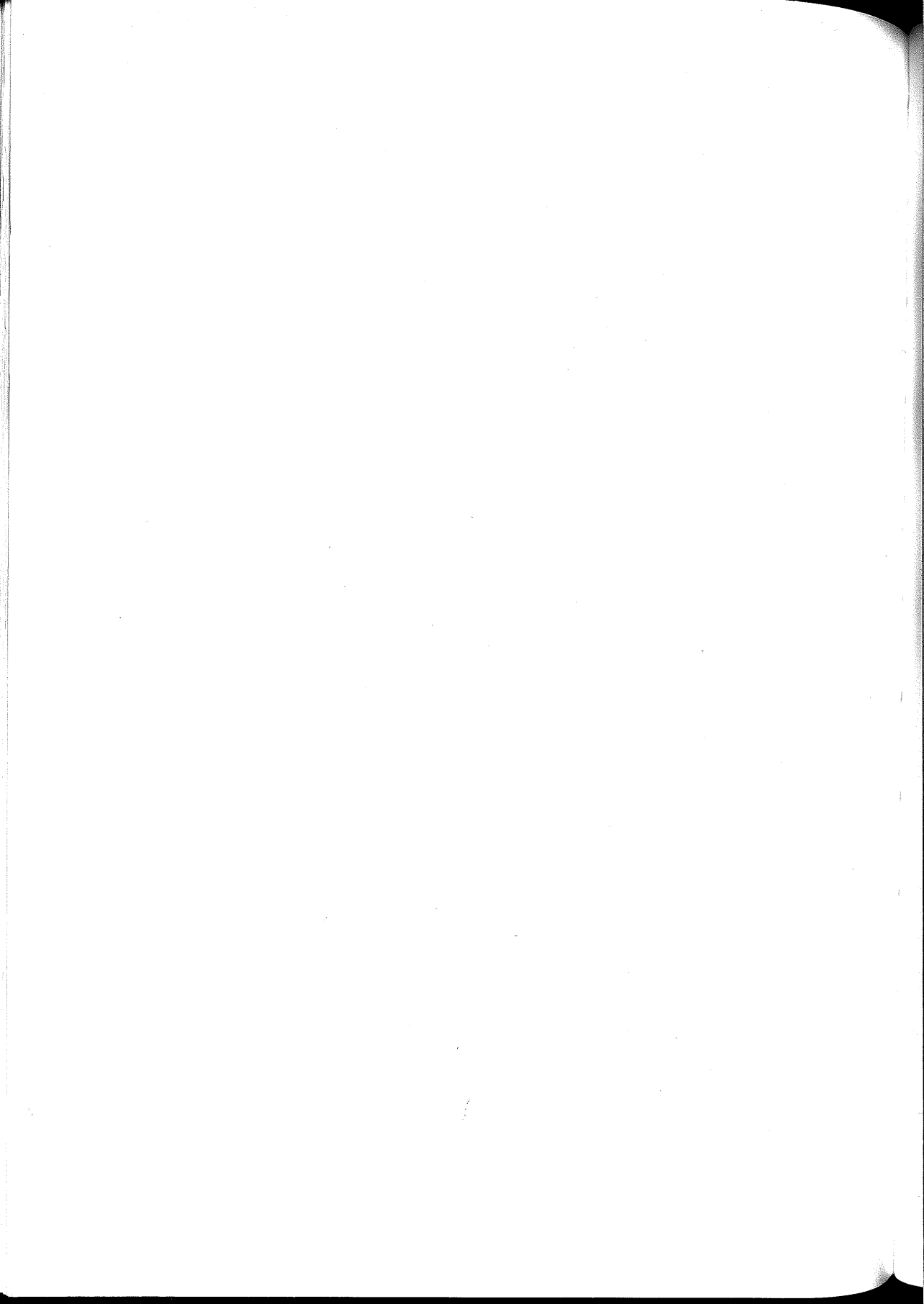
### **Conclusioni**

I risultati ottenuti indicano la possibilità di poter utilizzare compost derivati da prodotti di scarto dei processi di trasformazione dell'industria agrumaria nell'allevamento delle piante in condizioni di fuori suolo con notevoli vantaggi sia per gli operatori del settore sia per gli operatori dell'industria agrumaria. Le maggiori regioni produttrici di agrumi quali la Sicilia, la Calabria, la Basilicata, la Puglia e la Sardegna si trovano di fronte, ogni anno, al problema sempre più grave dello smaltimento di notevoli quantità di pastazzo e di effluenti che essendo sottoposti a trattamento di depurazione, generano fanghi. Tale smaltimento ha pesanti ricadute economiche ed ambientali (Rapisarda *et al.*, 1998, Intrigliolo *et al.*, 2001). Quindi la possibilità di poter riutilizzare questi prodotti di scarto, previo compostaggio, come substrati per l'allevamento in idroponia costituisce una soluzione a tale problema, facendo diventare una voce di costo per le amministrazioni di queste regioni, una fonte di reddito attraverso la loro commercializzazione. Ma questo non sarebbe l'unico vantaggio. Essi risolverebbero anche il problema spinoso dell'esaurimento delle torbiere. Tali substrati alternativi, risultando addirittura più efficaci nel migliorare le caratteristiche produttive della coltura in oggetto rispetto all'allevamento tradizionale su torba, possono sostituire pienamente e brillantemente quest'ultima. E' bene sottolineare che a differenza degli altri substrati ottenuti da residui di attività industriali compostati (Sogni, 1988), questi hanno contenuti di metalli pesanti che rientrano nei limiti imposti dalla legge 748/84, permettendone così l'utilizzo non solo su colture floricole ed ornamentali ma anche su colture destinate al consumo, come nel caso da noi analizzato. I risultati da noi ottenuti, rivestono un'importanza rilevante in quanto la ricerca ha previsto la sostituzione totale della torba. Si ren-

de necessaria comunque una più accurata caratterizzazione di questi substrati in termini di porosità totale, capacità di ritenzione idrica ed acqua facilmente disponibile. Devono, inoltre, essere individuate le condizioni ottimali per una ottimizzazione d'uso; vanno condotte ulteriori esperienze di allevamento su altre colture per studiare la versatilità del substrato, condizione fondamentale per un loro riutilizzo su più colture in successione.

### **Bibliografia**

- INTRIGLIOLO F., CALABRETTA M.L., GIUFFRIDA A., TORRISI B., RAPISARDA P., TITTARELLI F., ANSELMINI M., ROCCUZZO G., TRINCHERA A., BENEDETTI A., 2001. Compost dagli scarti dell'industria agrumaria. *L'informatore agrario*, LVII (4): 35-39.
- MARSCHNER H., 1995. Mineral nutrition of higher plants, Academic Press Inc., San Diego, CA, 862 pp.
- RAPISARDA P., INTELISANO S., FANELLA F., INTRIGLIOLO F., TITTARELLI F., CANALI S., BENEDETTI A., SEQUI P., 1998. Utilizzo degli scarti di lavorazione dell'industria agrumaria. *L'informatore agrario*, 11: 93-97
- SOGNI S., 1988. Substrati tradizionali e substrati alternativi per la coltivazione in contenitore. *L'informatore agrario*, 1: 79-90.
- VINCENZONI A., 1989 (II ed.). Coltivazioni senza terra- idroponiche e aereoponiche. Ed. Edagricole, Bologna, Italia



## *SOLUZIONI TECNOLOGICHE E IMPIANTISTICHE PER IL COMPOSTAGGIO DEI RESIDUI DELL'INDUSTRIA AGRUMARIA*

Marco de Bertoldi

Dipartimento Microbiologia Industriale, Università di Udine  
Presidente Consiglio Nazionale per il Compostaggio

### **Riassunto**

La trasformazione industriale degli agrumi in Sicilia produce notevoli quantità di sottoprodotti: il residuo solido dopo l'estrazione del succo (pastazzo) e i fanghi provenienti dalla depurazione (digestione anaerobica) delle acque di lavaggio dei frutti e dei macchinari.

Solo una piccola parte di questi residui viene riutilizzata in nuovi cicli produttivi: alimentazione bestiame, spandimento diretto in agricolture e produzione di oli essenziali. Il resto deve necessariamente essere conferito in discarica (Rapisarda et al., 1998; Intrigliolo et al., 2001).

La recente Normativa Europea sulle discariche per i rifiuti (C.D. 1999/31/EC del 26.04.99) obbliga tutti i Paesi Membri a ridurre del 75% il conferimento in discarica dei rifiuti organici entro pochi anni. Se si considera inoltre che è proibito smaltire in agricoltura residui organici non stabilizzati e igienizzati per ragioni di fitotossicità e di igiene pubblica, il problema dello smaltimento degli scarti dell'industria agrumaria deve trovare una soluzione integrale e in tempi molto stretti.

Considerate le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche di questi residui, la loro trasformazione in compost sembra essere la più logica, la più valida e la più facile da attuarsi. E' necessario comunque operare i processi di trasformazione con stretto rigore tecnologico, con sistemi e processi che garantiscano la produzione di compost di elevata qualità, anche perché la scappatoia della discarica per prodotti scadenti non ci sarà più. Questo significa formulare una perfetta miscela di partenza per garantire il corretto andamento del processo; scegliere sistemi di compostaggio idonei e compatibili con il materiale che viene trattato, con un controllo computerizzato del processo e nel totale rispetto dell'ambiente (agenti patogeni e emissioni odorose assenti). Adottando queste precauzioni si potrà operare negli impianti con tempi di ritenzione più bassi e con prodotti in uscita di qualità elevata. Da un punto di vista economico ciò significa costi di investimento e di gestione più ridotti e maggiori ricavi per la commercializzazione del compost.

Il pastazzo prodotto in Sicilia (escluso quello attualmente utilizzato) e i fanghi di depurazione, opportunamente miscelati con residui ligno-cellulosici (paglia, residui

della potatura, sottoprodotti agricoli, ecc.) potrebbero essere trasformati in compost di alta qualità realizzando circa 10 impianti con portata giornaliera di 200 tonnellate. Il compost così prodotto (circa 300.000 tonnellate all'anno) troverebbe sicura collocazione nell'agricoltura siciliana; oggi infatti si importano quantità elevate di fertilizzanti organici allo scopo di ripristinare la fertilità biologica dei terreni agrari ormai sfruttati da migliaia di anni ed anche in condizioni climatiche particolari. Se in questi terreni non verrà ripristinata la sostanza organica, ormai a livelli molto bassi, si potrà andare facilmente incontro ad un processo di desertificazione.

Per la costruzione di questi impianti si può ricorrere a finanziamenti agevolati o a fondo perduto in base a specifiche normative regionali, nazionali ed europee.

Comunque l'investimento per la costruzione dei dieci impianti, considerando un costo di conferimento dei residui all'impianto e un valore medio per il compost venduto, potrà avere un pay back di circa 5 anni.

### **Condizionamento della miscela di partenza**

I principali parametri che devono essere condizionati e devono avere valori tali da non pregiudicare il successivo processo di compostaggio sono riportati in tabella 1. Per quanto riguarda il pastazzo e i fanghi di depurazione dell'industria agrumaria i parametri che dovranno essere regolati sono l'umidità, la struttura fisica e il rapporto C/N.

**Tabella 1** Parametri fisici e chimici della miscela di partenza

#### **A COMPOSIZIONE FISICA**

Umidità  
Dimensione particelle  
Struttura  
Porosità  
Peso specifico

#### **B. COMPOSIZIONE CHIMICA**

Sostanza organica, quantità e qualità  
Rapporto C/N  
Salinità  
pH  
Metalli pesanti  
Inerti (plastiche, metalli, vetri)  
Inquinanti organici

Poiché il pastazzo ha mediamente 80% di umidità e i fanghi il 50% , la miscela di partenza dovrà essere così composta: Pastazzo 50%, fanghi 30% e residui ligno-cellulosici 20% (umidità del 25%). Questa miscela avrà una umidità media di circa 60%, ideale per l'andamento del processo. L'aggiunta di residui ligno-cellulosici, di opportuna appezzatura, risolverà anche il problema della struttura fisica dalla massa, conferendo porosità e permeabilità all'aria. Se il rapporto C/N fosse troppo alto ( $> 45$ ) potrà essere ridotto con lievi aggiunte di nitrato ammonico; questo avrebbe la duplice funzione di ridurre il rapporto C/N e aumentare il pH.

### **Sistemi pratici di compostaggio**

In tabella 2 sono riportati i principali sistemi pratici di compostaggio utilizzati a livello industriale.

Tabella 2. Sistemi pratici di compostaggio

---

#### **SISTEMI APERTI**

---

- Cumulo rivoltato
- Cumulo statico:    Ventilazione per aspirazione  
                          Ventilazione per insufflazione  
                          Ventilazione alternata
- Cumuli rivoltati periodicamente e ventilati

#### **SISTEMI CHIUSI (REATTORI)**

- Processo discontinuo (Batch):
    1. Reattori orizzontali
    2. Reattori orizzontali con movimentazione materiale
    3. Baie all'interno di un edificio
    4. Reattori verticali
  - Processo continuo (steady state)
    1. Reattori verticali bifase
- 

Per il compostaggio del pastazzo i sistemi più affidabili che possono garantire il totale controllo del processo e dell'impatto ambientale sono i sistemi chiusi e in particolare il sistema a baie rivoltate periodicamente e ventilate dal basso e il sistema in reattore verticale continuo. I principali parametri che devono essere controllati in continuo nel processo sono l'ossigenazione della massa, la temperatura e l'umidità (de Bertoldi, 1999). Molti sistemi pratici di compostaggio riescono solo in parte a condizionare questi parametri dando come risultato processi più lunghi e prodotti finali più scadenti da un punto di vista qualitativo. Il sistema con le baie, ventilate proporzionalmente alla richiesta d'ossigeno del materiale, risulta essere molto

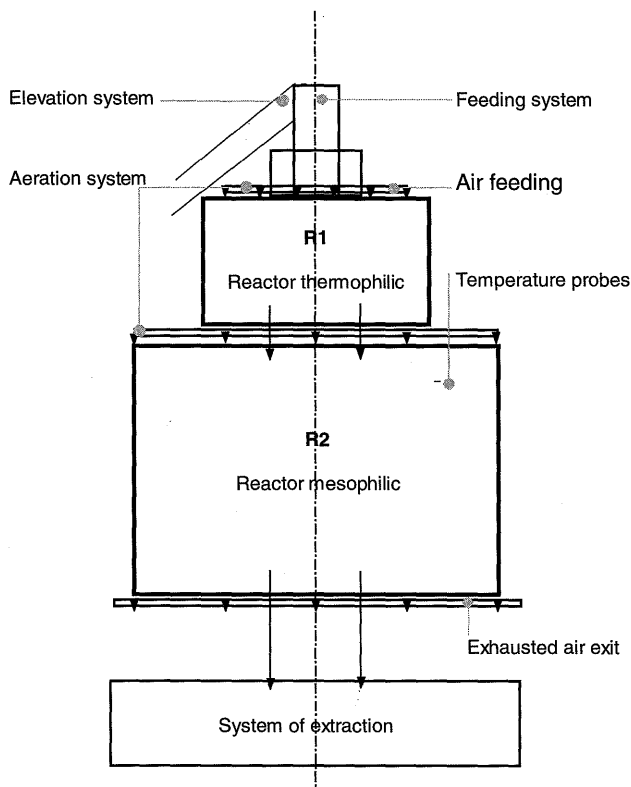
---

flessibile garantendo anche la possibilità di produrre compost diverso nelle singole corsie (Papi *et al.*, 1996). Il sistema a reattore continuo bifase, da un punto di vista del processo, è quello che garantisce i migliori risultati nel tempo più breve. Tenendo i microrganismi costantemente in fase esponenziale di crescita, la trasformazione microbica in compost avviene in tempi più ridotti; la diretta conseguenza di una riduzione dei tempi di ritenzione è un costo impiantistico e gestionale minore (de Bertoldi, 2000; de Bertoldi and Schnappinger, 2001).

In un sistema chiuso, solo l'aria insufflata attraverso il reattore dovrà essere depurata.

Ciò garantirà inoltre un totale e completo controllo degli odori e degli agenti patogeni con costi di trattamento notevolmente inferiori. Uno schema di reattore continuo bifase è riportato in Fig. 1.

**Fig. 1 Schema di un reattore continuo bifase**





## **Soluzioni impiantistiche e dimensionamento impianti**

In Sicilia vengono prodotte 500.000 tonnellate di pastazzo all'anno. Considerando impianti con turni di lavoro di sei giorni alla settimana, si avranno circa 300 giorni lavorativi l'anno. Ogni giorno si dovranno smaltire 1666 T. Circa 660 vengono destinate ad altri usi, come mangime zootecnico e produzione di oli essenziali. Restano 1000 tonnellate che potranno essere destinate al compostaggio. L'ipotesi migliore è quella di realizzazione 10 impianti che dovranno trattare 100 T di pastazzo, 60 di fanghi di depurazione e 40 di residui ligno-cellulosici, per un totale di 200 T/giorno. Questa proporzione è stata scelta in quanto garantisce una idonea matrice di partenza con umidità di circa 60% e struttura fisica porosa. Se il rapporto C/N risultasse ancora troppo alto (> di 45), si potranno aggiungere alla miscela di partenza piccole quantità di nitrato di ammonio il quale contribuirà anche ad innalzare il pH.

Questi 10 impianti produrranno annualmente 300.000 tonnellate di compost maturo con 30% di umidità.

Il costo approssimativo di 10 impianti di queste dimensioni è di € 52.000.000. Se si considera il mancato costo di conferimento in discarica di 480.000 T di pastazzo e fanghi all'anno si avrà un risparmio medio di €  $25 \times 480.000 = € 12.000.000$ . Considerando i costi di gestione e di manutenzione pari a 20% del costo totale si avrà un costo di € 2.400.000. Il ricavo netto risulterà quindi di € 9.600.000. Il pay back degli impianti sarà quindi  $52.000.000 : 9.600.000 = 5,4$  anni.

Bisogna però considerare che per la costruzione di queste tipologie di impianti ci sono elargizioni a fondo perduto e fondi agevolati da parte di molte istituzioni: Regioni, Ministeri (MIUR, Industria, Agricoltura), Unione Europea, Programmi Operativi Multiregionali per lo Sviluppo Locale, Patti Territoriali per l'Occupazione ecc. L'ottenimento di alcuni di questi fondi può ridurre notevolmente il costo di investimento, anche fino al 75%.

La trasformazione in compost dei residui dell'industria agrumaria (pastazzo e fanghi di depurazione) risolve integralmente il problema del loro smaltimento, non lasciando altri residui come invece accade con la digestione anaerobica. Produce un compost molto importante per l'agricoltura della Sicilia, la quale importa ogni anno quantità notevoli di fertilizzanti organici, sostenendo costi elevati, per poter mantenere la fertilità biologica dei terreni agricoli.

## Uso e benefici del compost

In Italia attualmente esistono circa 180 impianti di compostaggio con una produzione annuale di compost di T. 3.500.000. La Sicilia non ha alcun impianto di compostaggio, ma importa ogni anno quantità notevoli di fertilizzanti organici per soddisfare una crescente agricoltura intensiva e per migliorare terreni poveri in sostanza organica.

La produzione di 300.000 tonnellate all'anno dai residui dell'industria agrumaria non costituisce assolutamente un problema per il loro utilizzo. Se solo si ipotizzasse l'impiego nei 170.000 ettari destinati ad agrumeto se ne potrebbero utilizzare solo 0,5 tonnellate per ettaro. Ma un uso ben più remunerativo potrà essere quello dell'utilizzo in colture orticole, in serre, in vivaistica, e in colture ad alto reddito con produzioni anticipate rispetto alle Regioni del nord. In queste condizioni un compost pellettizzato di elevata qualità può essere venduto fino a € 75 per tonnellata.

Nella Tabella 3 sono elencati i principali usi e benefici del compost.

Tabella 3. Utilizzazioni e benefici del compost

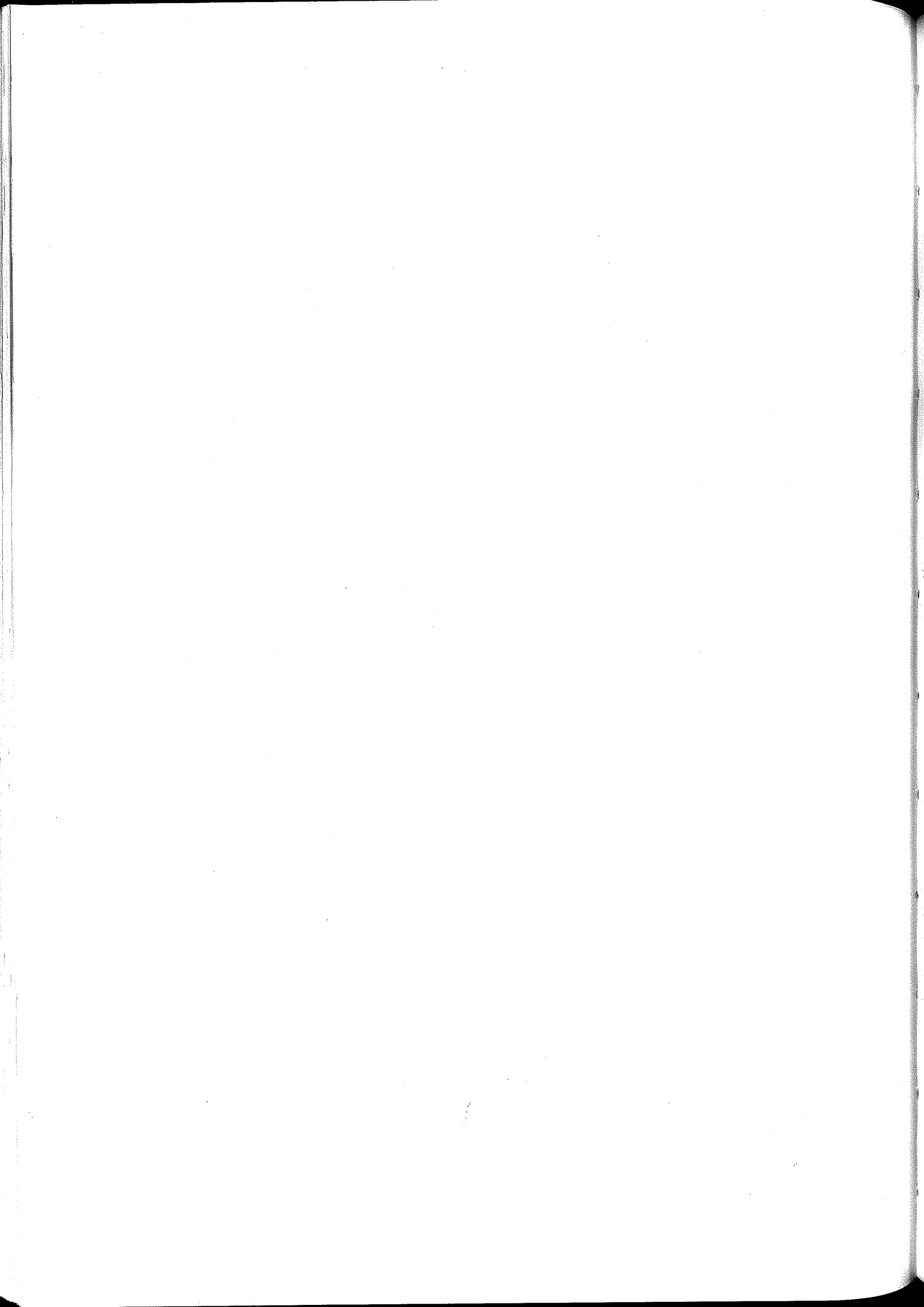
- Valore agronomico
- Fertilizzante organico
- Emendante
- Fertilizzante chimico
- Preparazione dei substrati di crescita
- Substrati per l'orticoltura
- Vivaistica
- Controllo delle malattie delle piante (soppressività)
- Effetti benefici sulle micorrize e fissazione dell'azoto
- Produzione di funghi eduli
- Recupero di terreni sabbiosi o argillosi
- Viticoltura, frutticoltura
- Recupero e chiusura di discariche
- Paesaggistica
- Giardinaggio
- Parchi e verde pubblico
- Barriere acustiche
- Inerbimento di aree degradate dopo interventi costruttivi
- Biofiltri per depurazione dell'aria e controllo degli odori
- Stanchezza del suolo e malattie specifiche da reimpianto
- Incremento della sostanza organica del suolo
- Miglioramento della porosità e struttura del suolo
- Incremento della fertilità biologica del suolo
- Benefico per l'attività microbica del suolo
- Contribuisce alla disponibilità di sostanze nutritive alla pianta

SEGUE Tabella 3

- 
- Previene la desertificazione
  - Previene l'erosione
  - Aumenta la ritenzione idrica
  - Riduce la perdita per percolamento delle sostanze nutritive
  - Migliora la sostenibilità in agricoltura
  - Riduce i costi della gestione dei rifiuti organici
  - Previene l'inquinamento dovuto a uno scorretto smaltimento dei rifiuti
  - Impiego nella bioremediation
  - Degradazione dei rifiuti organici tossici
  - Smaltimento dei rifiuti e mezzo rigenerativo per sostenere la vita nelle spedizioni umane extraterrestri
  - Controllo dell'inquinamento, beneficio per la salute pubblica e risorsa economica nei paesi in via di sviluppo
- 

**Bibliografia**

- DE BERTOLDI, M. (1999). The control of the process and compost quality. Proc. Inter. Conf. ORBIT: "Biological Treatment of Waste and Environment". Ed. Bidlingmaier, de Bertoldi, Diaz. Pbl. Rhombos verlag, Berlin.
- DE BERTOLDI, M. (2000). Advances in compost microbiology. Prof. Int. Conf. "Microbiology of Composting" University of Innsbruck, Austria.
- DE BERTOLDI, M. AND SCHNAPPINGER, U. (2001). Correlation among plant design, process and quality of compost. Proceedings Intern. Conference ORBIT 2001, Sevilla Spain.
- INTRIGLIOLO, F., CALABRETTA, M.L., GIUFRIDDA, A. TORRISI, B., RAPISARDA, P., TITTARELLI, F., ANSELMi, M. ROCCUZZO, G., TRINCHERA, A., BENEDETTI, A. (2001). Compost dagli scarti dell'Industria Agrumaria. L'Informatore Agrario, LVII (4), 35-39.
- PAPI, T., MARANI, G. MANIRONI, R. AND DE BERTOLDI, M. (1996). A new compostine plant realized within the THERMIE Program of the European Commission. In "The Science of Composting" Ed. de Bertoldi, Sequi, Lemmes, Papi, Publ. Blakie Academic & Professional.
- RAPISARDA, P., INTELISANO, S., FANELLA, F., INTRIGLIOLO, F., TITTARELLI, F., CANALI, S., BENEDETTI, A., SEQUI, P. (1998). Utilizzo degli scarti di lavorazione dell'industria agrumaria. L'Informatore Agrario, LIV (11), 93-97.
-



## *ASPETTI ECONOMICI RELATIVI ALL'UTILIZZO DEI SOTTOPRODOTTI DELL'INDUSTRIA AGRUMARIA*

Giovanni Gulisano <sup>1</sup>, Carmelo Sturiale <sup>2</sup>

1 DiSTaFA - Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria

2 DiSEAE - Università degli Studi di Catania

### **Riassunto**

La competitività dell'industria agrumaria dipende anche dalla possibilità di valorizzazione dei sottoprodotti della trasformazione. Nelle regioni mediterranee, l'utilizzazione dell'energia solare per l'essiccazione dei residui solidi dell'industria agrumaria costituisce un'opportunità per la successiva utilizzazione agronomica degli stessi e potrebbe rappresentare una soluzione economicamente valida per un corretto utilizzo con particolare riferimento alla tutela dell'ambiente.

In questo lavoro, dopo aver analizzato le principali evoluzioni che hanno interessato il comparto agrumicolo italiano e le diverse utilizzazioni della produzione agrumicola, focalizzando l'attenzione in maniera particolare sulla trasformazione industriale, è stata effettuata l'analisi tecnico-economica di un impianto-studio di essiccazione naturale dei sottoprodotti solidi dell'industria agrumaria ("pastazzo"); inoltre, sono stati confrontati e valutati diversi scenari di possibile utilizzazione agronomica del pastazzo essiccato. Per valutare la convenienza economica delle alternative proposte, i costi dell'utilizzazione agronomica del pastazzo vengono confrontati con quelli della concimazione minerale. Infine, sulla base della disponibilità a pagare degli allevatori per l'acquisizione del pastazzo fresco, viene analizzata la convenienza economica relativa all'utilizzazione zootecnica.

### **Introduzione**

Negli ultimi anni l'impatto ambientale dei residui derivanti dalle industrie di trasformazione agrumarie ha ricevuto crescente attenzione, legata, da un lato, alla crisi che ha investito il mercato del prodotto fresco e, dall'altro, alla crescente domanda di prodotto trasformato operata dai consumatori, per cui i quantitativi di agrumi avviati alla trasformazione sono progressivamente aumentati, superando il milione di tonnellate. La problematica non è da sottovalutare, ove si consideri, oltre alla spiccata stagionalità del processo di lavorazione, l'elevata concentrazione delle industrie di trasformazione in Calabria e Sicilia.

Con l'aumentare della quota di agrumi destinata alla trasformazione industriale è cresciuta l'esigenza di una corretta collocazione dei sottoprodotti che, assieme ad altri fattori, rappresenta un notevole limite per lo sviluppo dell'industria agrumaria (Rapisarda *et al.*, 1998). Per poter raggiungere l'obiettivo di una gestione ottimale dei residui della lavorazione, sia dal punto di vista economico, ma anche e soprattutto ambientale, risulta, quindi, fondamentale promuovere il loro utilizzo.

Questi presupposti hanno indirizzato il mondo della ricerca ad esplorare soluzioni finalizzate all'impiego del pastazzo<sup>1</sup> a fini agronomici, con lo scopo di ripristinare nei terreni la sostanza organica e di soddisfare le esigenze in elementi nutritivi delle coltivazioni (Intrigliolo e Stagno 2001); un esempio applicativo è costituito dall'utilizzazione agronomica del pastazzo di agrumi essiccato (Tamburino e Zimbone, 1997, Tamburino *et al.*, 2001).

La principale limitazione all'utilizzazione di questo sottoprodotto è dovuta all'elevato grado di umidità che lo contraddistingue e che comporta onerosi costi di trasporto. Per superare tale inconveniente sono stati proposti diversi metodi per ridurre il contenuto di acqua, alcuni consistenti nella realizzazione di costosi impianti di disidratazione, altri legati a sistemi di essiccazione naturale, che possono convenientemente essere utilizzati in aree dove le caratteristiche climatiche permettono lo sfruttamento dell'energia solare.

Nella prima parte di questo studio viene analizzata sinteticamente l'evoluzione del comparto agrumicolo in Italia, mentre successivamente è stata effettuata un'analisi tecnico-economica di un impianto-studio di essiccazione naturale dei residui solidi dell'industria agrumaria per la successiva utilizzazione agronomica del pastazzo essiccato. Infine, è stata analizzata la convenienza economica della concimazione degli agrumeti utilizzando il pastazzo essiccato di arance, rispetto alle alternative della concimazione minerale e/o organica. Uno studio a parte è stato effettuato per valutare alcuni aspetti economici relativi all'utilizzazione zootecnica del pastazzo fresco.

### **Evoluzione del comparto agrumicolo**

La rilevante importanza dell'agrumicoltura nel contesto dell'economia agricola nazionale risalta dal valore della produzione lorda vendibile (Plv), che ha raggiunto nel 1999 il valore di 1.700 miliardi di lire, rappresentando quasi il 33% del valore complessivo del comparto frutta (fresca e secca) e poco più del 2% della Plv complessiva del Paese. Ma la spinta concentrazione territoriale fa balzare l'importanza economica del comparto agru-

mario ad oltre il 9% se rapportata al Mezzogiorno d'Italia, raggiungendo valori rispettivamente del 13,5% e del 17% delle Plv totali della Sicilia e della Calabria. In queste regioni, quindi, tale comparto assume un ruolo portante non solo per l'economia agricola, ma per l'intero sistema economico, poiché la fase agricola è strettamente collegata a quelle della trasformazione industriale e della distribuzione dei prodotti, rappresentando, quindi, una fonte di occupazione e di reddito difficilmente sostituibile per le popolazioni locali.

Nell'ultimo quarantennio il comparto ha subito importanti processi di trasformazione economica; in particolare, le superfici investite (tab.1) sono state interessate da un'incessante dinamica, passando da circa 102 mila ettari del 1960 a quasi 180 mila nel 2000, con un aumento relativo nell'arco temporale analizzato del 76%. I maggiori incrementi si sono registrati in Calabria (da poco più di 19 mila ad oltre 41 mila ettari) ed in Sicilia (da 59 mila ad oltre 106 mila ettari), regioni che consolidano la loro posizione preminente nell'ambito dell'agrumicoltura nazionale. La maggiore crescita si verifica nel corso degli anni '60 del secolo scorso, mentre nei due decenni successivi gli aumenti risultano più contenuti. Negli anni '90, invece, si evidenzia un'inversione di tendenza, rilevandosi una contrazione di circa 4.000 ettari.

**Tabella 1.** Evoluzione della superficie investita ad agrumi in Italia nel periodo 1960-2000

Aree geografiche	1960		1970		1980		1990		2000 **	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Sicilia	59,054	57.9	106,097	62.3	109,797	61.7	111,695	60.7	106,440	59.2
	100		180		186		189		180	
Calabria	19,387	19.0	31,271	18.4	38,105	21.4	41,820	22.7	41,202	22.9
	100		161		197		216		213	
Altre regioni	23,529	23.1	32,894	19.3	29,912	16.8	30,555	16.6	32,269	17.9
	100		140		127		130		137	
Totale	101,970	100.0	170,262	100.0	177,814	100.0	184,070	100.0	179,911	100.0
	100		167		174		181		176	

La notevole espansione degli impianti verificatasi nel corso degli anni '60, sempre del XX secolo, è da collegare sia al notevole aumento della domanda, che ha comportato una lievitazione dei prezzi alla produzione, e sia alla maggiore disponibilità di terreni resi irrigui, che ha permesso la realizzazione di nuovi impianti su vaste aree (La Via, Pecorino, 1996). Nel corso dei due decenni successivi, invece, la crescita più contenuta è legata alla scarsità di nuove superfici irrigue ed all'intenso processo di ristrutturazione degli impianti, che soprattutto negli anni '80, in dipendenza di specifici interventi pubblici comunitari (Piani agrumi, in particolare), ha permes-

so una consistente riconversione delle piantagioni, attraverso opere di estirpazione, di reimpianto, di reinnesto, nonché l'abbandono di quelle realizzate in aree poco vocate. In questo periodo cominciano a manifestarsi le prime crisi di mercato, legate soprattutto all'agguerrita concorrenza degli altri paesi produttori – esportatori (Spagna, Marocco, Israele ed altri), che hanno provocato un sistematico ridimensionamento dell'offerta italiana sui principali mercati esteri ed una progressiva saturazione del mercato interno.

Ciò ha comportato una riduzione dei prezzi alla produzione, che unitamente ad un progressivo ridimensionamento dell'intervento comunitario di sostegno dei mercati e dei prezzi (prezzi di ritiro per il prodotto fresco, prezzi minimi per il prodotto avviato alla trasformazione industriale, introduzione delle quantità massime garantite, ecc.) ha determinato nel corso dell'ultimo decennio la flessione degli investimenti prima evidenziata, legata all'abbandono degli agrumeti localizzati nelle aree più difficili per condizione ambientali e per redditività degli impianti. La flessione più consistente si è registrata in Sicilia (con un calo di 5.000 ettari circa rispetto al periodo precedente) ed in misura assai più contenuta in Calabria (600 ettari in meno), mentre nelle altre regioni produttrici (Basilicata, Puglia, Sardegna, ecc.) si assiste ad un incremento degli impianti di circa 1.700 ettari.

L'evoluzione che ha caratterizzato nello stesso periodo le corrispondenti produzioni viene riportata nella tabella 2. Si evidenzia, innanzitutto, fino all'inizio degli anni '90 del secolo scorso, un incremento più marcato, passando da un periodo all'altro, rispetto a quanto osservato per le superfici, da imputare all'aumento delle rese unitarie legato alle innovazioni tecnologiche (di processo e di prodotto) introdotti nell'agrumicoltura italiana ed al continuo processo di sostituzione degli impianti da aree scarsamente vocate a zone vergini e più adatte alla coltivazione degli agrumi, mentre nel quadriennio<sup>2</sup> più recente, in conseguenza soprattutto del forte calo che ha interessato le superfici investite, le produzioni subiscono una contrazione di 325 mila tonnellate rispetto al periodo precedente. Comunque, i quantitativi prodotti passano da 1,28 milioni di tonnellate del 1959-62 a quasi 3 milioni del 1997-2000, con una crescita relativa di oltre il 130%. Le produzioni ottenute in Sicilia e Calabria, cumulativamente considerate, con riferimento all'ultimo quadriennio, rappresentano oltre 85% dell'offerta italiana.

Passando ad esaminare le varie voci di utilizzazione della produzione (tab.3), si evidenzia che l'offerta italiana di agrumi viene assorbita prevalentemente dal consumo interno allo stato fresco, giungendo al consumatore finale o attraverso i mercati all'ingrosso o attraverso il cosiddetto "fuori mercato". Quest'ultimo canale è compreso nella voce "Altre destinazioni", insieme agli autoconsumi, agli scarti ed alle perdite varie,



che nel periodo analizzato vedono crescere in maniera consistente la loro incidenza sul totale. E' evidente il notevole calo delle esportazioni, che risultano nell'arco temporale analizzato più che dimezzate in termini assoluti. Queste poche indicazioni, dimostrano il ruolo sempre più residuale che i mercati di oltre frontiera hanno rappresentato con il passare degli anni per la nostra offerta. Ciò è da imputare, principalmente, da un lato, all'agguerrita concorrenza degli altri paesi produttori - esportatori (Spagna, Grecia, Marocco, ecc.), che hanno sviluppato la loro agrumicoltura prevalentemente in funzione dei mercati esteri, adottando specifiche politiche di qualità, nonché un'efficiente organizzazione commerciale, fondata su un ridotto numero di organismi in grado di concentrare l'offerta, e, dall'altro, agli orientamenti della PAC, che nel tempo è stata caratterizzata dalla progressiva riduzione della preferenza comunitaria.

**Tabella 2.** Evoluzione della produzione agrumicola italiana nel periodo 1960-2000 (\*)

Aree geografiche	1959-62		1969-72		1979-82		1989-92		1997-2000	
	t *10 <sup>3</sup>	%	t *10 <sup>3</sup>	%	t *10 <sup>3</sup>	%	t *10 <sup>3</sup>	%	t *10 <sup>3</sup>	%
Sicilia	827	64.6	1,811	72.2	1,911	67.1	2,100	64.1	1,568	53.2
	100		219		231		254		190	
Calabria	238	18.6	375	14.9	591	20.7	823	25.1	941	31.9
	100		158		248		346		395	
Altre regioni	216	16.9	323	12.9	347	12.2	351	10.7	440	14.9
	100		149		160		171		205	
Totale	1,281	100.0	2,509	100.0	2,849	100.0	3,274	100.0	2,949	100.0
	100		196		222		256		230	

**Tabella 3.** Evoluzione della destinazione della produzione agrumicola italiana

Periodi	Esportazioni (*)		Trasformazione industriale (**)		Mercati all'ingrosso (***)		Ritiri dal Mercato (****)		Altre		Totale	
	t * 10 <sup>3</sup>	%	t * 10 <sup>3</sup>	%	t * 10 <sup>3</sup>	%	t * 10 <sup>3</sup>	%	t * 10 <sup>3</sup>	%	t * 10 <sup>3</sup>	%
1959-62	442.0	34.5	171.3	13.4	649.7	50.7	-	-	18.0	1.4	1,281.0	100
1969-72	516.5	20.6	374.7	14.9	1,072.4	42.7	21.3	0.8	524.1	20.9	2,509.0	100
1979-82	290.0	10.2	701.9	24.6	950.5	33.4	199.7	7.0	706.9	24.8	2,849.0	100
1989-92	213.3	6.5	1,028.8	31.4	1,107.0	33.8	67.5	2.1	857.9	26.2	3,274.4	100
1997-99	179.6	6.1	1,079.7	36.6	952.0	32.3	23.9	0.8	713.4	24.2	2,948.6	100

\* Elaborazioni su dati ISTAT: Statistica del commercio estero, Roma, varie annate.

\*\* Elaborazioni su dati ISMEA ed a partire dal 1989 su dati tratti dalla Rivista "Essenze e derivati agrumari".

\*\*\* Elaborazioni su dati ISTAT: Annuario statistico italiano, Roma, varie annate.

\*\*\*\* Elaborazioni su dati acquisiti direttamente presso l'AIMA.

Per una valutazione più corretta del trend del mercato internazionale, però, bisogna evidenziare l'importanza crescente rivestita dai succhi di agrumi, che hanno visto aumentare, soprattutto nell'ultimo periodo, i quantitativi collocati nei mercati esteri ed in particolare in quelli europei. Così come si registra per le altre tipologie di frutta, anche per gli agrumi, infatti, si assiste ad un notevole incremento della domanda del prodotto trasformato a scapito di quello fresco (Sturiale C., 1994).

A conferma di quanto detto l'analisi dei dati evidenzia il continuo aumento degli agrumi destinati alla trasformazione industriale<sup>3</sup>, che balzano da 171 mila tonnellate del primo periodo ad oltre un milione di tonnellate nell'ultimo.

I ritiri di mercato, che compaiono nella tabella nel quadriennio 1969-72, determinati da specifici provvedimenti attuati dalla Comunità per stabilizzare i mercati alla produzione, subiscono nell'arco del decennio seguente un notevole incremento, mentre nei periodi successivi si riducono drasticamente. Anche in questo caso, la variabilità dei dati è legata ad una serie di fattori che entrano in gioco, anche se in maniera particolare rivestono importanza preminente: i nuovi orientamenti della politica comunitaria, che hanno reso nel tempo meno conveniente tale utilizzazione rispetto alla trasformazione industriale; i livelli produttivi, a volte fortemente variabili nelle annate prese in considerazione ed i quantitativi importati e la conseguente saturazione del mercato interno.

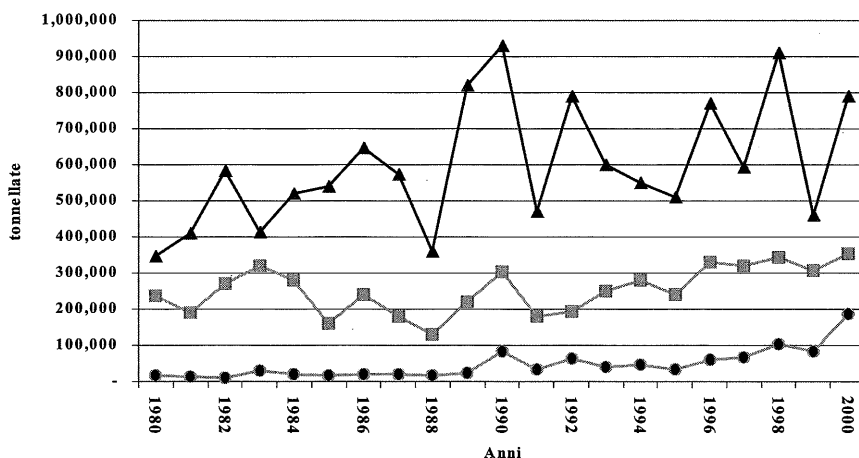
Pur essendo la gran parte dell'offerta agrumicola italiana incentrata su produzioni per il consumo allo stato fresco, tuttavia, come già detto, la produzione trasformata ha riguardato quantitativi sempre crescenti, in conseguenza sia dell'incentivo comunitario e sia dell'esigenza sempre più avvertita dagli operatori commerciali di qualificare l'offerta del prodotto fresco, avviando sui mercati la merce migliore, nonché per la crescente domanda di prodotto trasformato, che, al pari di quanto avviene per le altre tipologie di frutta, tende a sostituire in diverse occasioni di consumo quello fresco (La Via, Pecorino, 1996).

Con riferimento all'ultimo ventennio, nel grafico 1 vengono riportati i quantitativi annui delle principali specie agrumicole avviati alla trasformazione industriale.

Si nota, innanzitutto, la notevole variabilità dei volumi trasformati passando da una campagna all'altra, strettamente correlata alla produzione totale dell'annata, nonché all'andamento del mercato del prodotto fresco e, quindi, alla più o meno facilità del produttore di collocare la produzione. Infatti, al di là di una quota di prodotto che potremmo definire "fisio-

logica", che sarebbe comunque destinata alla trasformazione industriale, costituita dagli scarti e dal prodotto non adatto per caratteristiche merceologiche alla commercializzazione allo stato fresco, nelle annate caratterizzate da crisi di mercato, i produttori, a fronte del pericolo di non poter esitare la propria merce, sono "costretti" a conferirla alle industrie di trasformazione, fruendo dell'aiuto comunitario.

**Grafico 1 - Andamento dei quantitativi annui avviati alla trasformazione industriale delle principali specie di agrumi.**



Tra le diverse specie, ovviamente, i maggiori quantitativi trasformati riguardano le arance, con incrementi nel periodo analizzato di gran lunga superiori rispetto a quelli delle corrispondenti produzioni. Seguono i limoni, con ritmi di crescita sensibilmente inferiori, ed i cosiddetti "agrumi minori" (mandarini e clementine), i cui quantitativi avviati alla trasformazione subiscono un notevole incremento a partire dal 1990, periodo in cui sono stati per la prima volta introdotti gli aiuti per la trasformazione di tali prodotti.

L'incidenza della produzione trasformata rispetto a quella complessiva (grafico 2), risulta fortemente variabile per quanto prima detto, evidenziandosi aliquote maggiori per i limoni rispetto alle arance a partire dal 1993. A tal proposito occorre evidenziare che negli anni più recenti la percentuale di limoni trasformati ha superato il 50% della produzione totale, in dipendenza della grave crisi del mercato del prodotto fresco.

Comunque, per tutte le specie di agrumi, a partire dai primi anni '90 del XX secolo si evidenzia un progressivo innalzamento dell'incidenza della produzione destinata alla trasformazione industriale rispetto alla totale.

## **Principali caratteristiche delle industrie di trasformazione**

Nel corso dell'ultimo decennio, si è assistito ad un processo che ha portato ad una notevole contrazione del numero di industrie di trasformazione agrumaria. Infatti, si è passati da 242 industrie della campagna 1989-90 (Safina, 1992) a 102 nella campagna 2000-2001<sup>4</sup>. Tale evoluzione è il risultato di un processo di ristrutturazione che ha interessato questo segmento dell'industria agroalimentare, strettamente dipendente sia dai limiti imposti dalla normativa comunitaria in materia di adeguamenti degli impianti nei confronti delle imprese che operano in regime di compensazione finanziaria e sia dalla necessità di effettuare ingenti investimenti, al fine di adattare il processo produttivo alle innovazioni tecnologiche per garantire la necessaria competitività nel mercato dei derivati agrumari, sempre più aperto e, quindi, più concorrenziale (Scuderi A., Sturiale C., 2001).

In Calabria e Sicilia si concentra la quasi totalità delle industrie di prima trasformazione, localizzate per quanto riguarda la prima regione nelle province di Reggio Calabria, Catanzaro e Cosenza, mentre per quel che concerne la seconda, in quelle di Palermo, Messina e Catania.

La mancanza di dati recenti forniti dalla statistica ufficiale, riguardanti la distribuzione territoriale delle imprese trasformatrici e dei volumi di prodotto lavorato, necessari al fine delle successive analisi riguardanti l'utilizzazione dei sottoprodotti dell'attività industriale, ci ha indotto ad effettuare un'analisi utilizzando i dati acquisiti presso l'ASSITRAPA, che risulta sicuramente significativa, dato che la predetta Associazione raggruppa quasi il 90% delle imprese operanti nel settore della trasformazione agrumaria.

Con riferimento alla campagna 1999-2000, nella tabella 4 vengono riportati il numero di industrie ed i quantitativi trasformati delle diverse specie, distinti per province, in Sicilia. Nella regione risultano operanti 20 industrie, che hanno lavorato complessivamente 532,6 mila tonnellate di prodotto, così distinto: 285,4 mila tonnellate di limoni (53,6%); 200,6 mila tonnellate di arance (37,7%); 44,2 mila tonnellate di mandarini (8,3%) e 2,2 mila tonnellate di clementine (0,4%). I maggiori quantitativi vengono trasformati nella provincia di Messina (43,4% del totale regionale), seguita da quella di Palermo (31,7%) e di Catania (24,9%).

In Calabria, invece, il numero di industrie balza a 49, la gran parte delle quali risulta localizzata nella provincia di Reggio Calabria (35), seguita da Cosenza (9) e da Catanzaro (3), mentre nelle altre province calabresi si riscontra un solo impianto nella provincia di Crotona ed uno in quel-

la di Vibo Valentia (tab. 5). I quantitativi trasformati, sempre con riferimento alla stessa campagna, sono risultati pari a 658,7 mila tonnellate, evidenziandosi una spinta concentrazione territoriale nella provincia di Reggio Calabria, dove viene lavorato il 74,3% (pari a 489,6 mila tonnellate) del totale regionale. Seguono a notevole distanza le province di Cosenza con il 19,7% (129,8 mila tonnellate) e quella di Catanzaro con il 4,5% (29,4 mila tonnellate), mentre le rimanti aliquote riguardano i quantitativi trasformati nella provincia di Crotona (0,9%) e di Vibo Valentia (0,6%).

Le arance risultano il prodotto oggetto di trasformazione di gran lunga più importante, intercettando l'81,9% del totale, seguite dalle clementine (11,4%) e dai mandarini (4,5%), mentre irrilevanti appaiono i quantitativi di limoni (2,2% del totale), ma ciò è legato alla scarsa disponibilità della materia prima nella regione.

**Tabella 4.** Quantitativi di agrumi trasformati in Sicilia (1999 - 2000) \*

	Numero industrie	Arance		Limoni		Mandarini		Clementine		Totale	
		000 t	%	000 t	%	000 t	%	000 t	%	000 t	%
Catania	5	9,229.7	46.0	3,500.3	12.3	486.5	11.0	68.4	30.2	13,284.9	24.9
		69.5		26.3		3.7		0.5		100.0	
Messina	7	9,023.1	45.0	12,729.5	44.6	1,336.1	30.2	0.0	0.0	23,088.6	43.4
		39.1		55.1		5.8		0.0		100.0	
Palermo	8	1,808.7	9.0	12,314.3	43.1	2,602.8	58.8	158.3	69.8	16,884.2	31.7
		10.7		72.9		15.4		0.9		100.0	
SICILIA	20	20,061.5	100.0	28,544.1	100.0	4,425.4	100.0	226.7	100.0	53,257.7	100.0
		37.7		53.6		8.3		0.4		100.0	

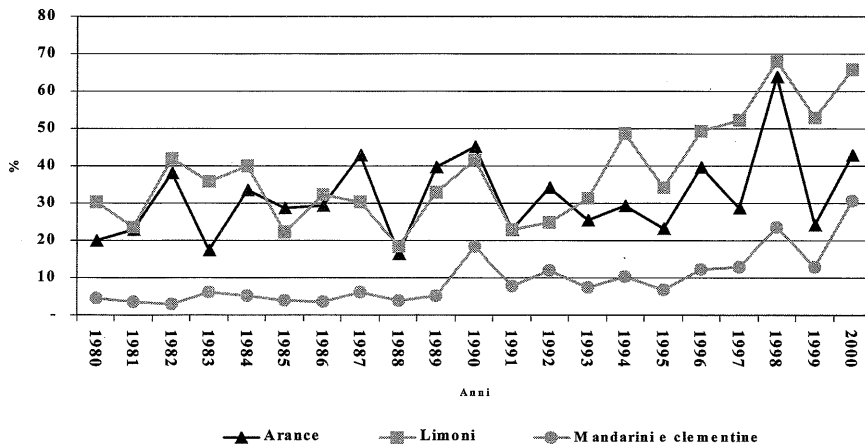
\* Elaborazioni su dati Assitrapa

**Tabella 5.** Quantitativi di agrumi trasformati in Calabria (1999 - 2000) \*

	Numero industrie	Arance		Limoni		Mandarini		Clementine		Totale	
		000 t	%	000 t	%	000 t	%	000 t	%	000 t	%
Catanzaro	3	2,518.3	4.7	75.3	5.2	0.0	0.0	348.6	4.6	2,942.2	4.5
		85.6		2.6		0.0		11.8		100.0	
Cosenza	9	9,490.9	17.6	240.0	16.5	151.5	5.2	3,102.1	41.3	12,984.5	19.7
		73.1		1.8		1.2		23.9		100.0	
Crotona	1	583.4	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	583.4	0.9
		100.0		0.0		0.0		0.0		100.0	
Reggio Calabria	35	40,978.0	75.9	1,139.9	78.3	2,784.2	94.8	4,060.9	54.1	48,963.0	74.3
		83.7		2.3		5.7		8.3		100.0	
Vibo Valentia	1	399.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	399.6	0.6
		100.0		0.0		0.0		0.0		100.0	
Calabria	49	53,970.3	100.0	1,455.2	100.0	2,935.7	100.0	7,511.6	100.0	65,872.8	100.0
		81.9		2.2		4.5		11.4		100.0	

Elaborazioni su dati Assitrapa

**Graf. 2 - Andamento dell'aliquota annua della produzione delle principali specie di agrumi avviati alla trasformazione industriale**



## **L'utilizzazione dei residui solidi dell'industria agrumaria**

### **Generalità**

Dagli agrumi trasformati si ottiene, oltre al succo (35-40% del peso fresco) ed agli oli essenziali, quale sottoprodotto il pastazzo (pari al 55 - 60% del prodotto lavorato). Considerando un rapporto di trasformazione medio pari al 60%, si ottiene la quantità di pastazzo prodotto, pari per la Calabria e la Sicilia, rispettivamente, a 319 e 395 mila tonnellate nell'annata 1999-2000, relativamente alle sole imprese che afferiscono all'Assitrapa.

Il problema ambientale legato alla gestione di tali residui risulta evidente se si considera, oltre ai quantitativi prodotti, la forte concentrazione territoriale delle imprese di trasformazione, unitamente alla spiccata stagionalità che caratterizza l'attività di trasformazione, sostanzialmente compresa nel periodo invernale-primaverile (grafico 3).

Il pastazzo ottenuto può avere le seguenti utilizzazioni:

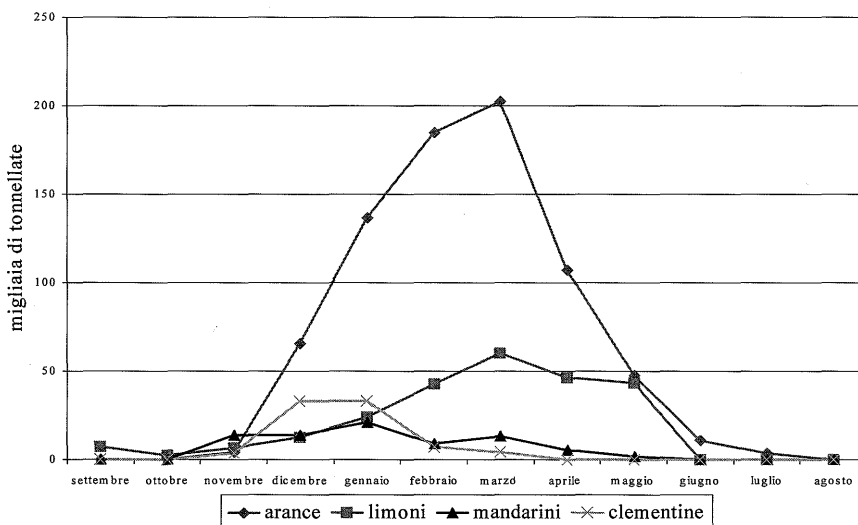
- zootecnica; tale impiego assorbe il 25 % circa del pastazzo ottenuto negli areali dove la zootecnia trova ampia diffusione. Viene utilizza-

to prevalentemente il pastazzo di limone allo stato umido o semi-essiccato, mentre quello di arance viene impiegato, solo per quantitativi ridotti, per l'alimentazione animale dopo ulteriori trasformazioni, consistenti nell'essiccazione, inoculazione ed insilamento;

- agronomica; tale uso, che potrebbe interessare fino al 70% del pastazzo prodotto, ed in particolare quello ottenuto dalle arance, avviene sfruttando gli apporti in unità fertilizzanti ed in sostanza organica che il prodotto contiene, nonché per la sua capacità ammendante<sup>5</sup>. Un'ulteriore utilizzazione agronomica riguarda il possibile impiego nella realizzazione di compost, assieme ad altri scarti vegetali provenienti da potature di essenze ornamentali e di verde urbano o da altri residui delle industrie agroalimentari;

- altri usi; il 5% circa del pastazzo viene utilizzato come materia prima per usi alternativi quali: base per l'estrazione di pectine ed esperidine per alimentazione umana e la cosmesi, base per la produzione di carta biologica, combustibile, ecc.

Grafico 3. Quantitativi mensili di agrumi trasformati nell'annata 1999-2000  
(Aziende ASSITRAPA)



### Aspetti tecnico-economici di un impianto di essiccazione naturale

Tra i diversi metodi di disidratazione, di seguito verrà analizzato un impianto-studio di essiccazione naturale dei residui solidi dell'industria agrumaria, per l'eventuale successiva utilizzazione agronomica. Le elaborazioni sono state effettuate utilizzando i dati di una ricerca interdisciplinare realizzata nella Facoltà di Agraria dell'Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria (Gulisano *et al.*, 2001).

L'impianto si presenta costituito da lunghe cataste di pastazzo, steso in pieno campo dagli autocarri che scaricano i cumuli di prodotto fresco, gli uni accanto agli altri, a formare andane<sup>6</sup> di circa 0,7 metri di altezza per una larghezza di 12 metri e lunghezze di 50-60 metri, lasciando fra una andana e l'altra un corridoio di manovra di circa 6 metri. Tale disposizione permette, successivamente, agevoli movimenti della macchina operatrice utilizzata per la decorticatura ed il rivoltamento dello strato superficiale di pastazzo, al fine di consentire l'essiccazione degli strati inferiori.

Per il dimensionamento dell'impianto di essiccazione, è stata considerata una produzione annuale media per un'industria di trasformazione pari a 5.000 tonnellate di pastazzo<sup>7</sup>. Dato che il peso specifico del pastazzo fresco è di 0,91 t/m<sup>3</sup> e che, pertanto, il volume di pastazzo fresco da lavorare risulta pari a 5.495 m<sup>3</sup>, il ciclo di essiccazione naturale in pieno campo comporta una superficie netta ricoperta di pastazzo di 7.849 metri quadrati. Considerando tate pari al 50%, indispensabili per realizzare corridoi di manovra fra le andane, la base territoriale necessaria risulta di 11.774 metri quadrati.

Il volume di pastazzo costituente le andane, dopo lo scarico dagli autocarri e trascorso qualche giorno, si assesta intorno a 5.000 m<sup>3</sup>. Dalle prove sperimentali effettuate, la resa media per la tipologia di essiccazione analizzata è risultata pari al 10% circa; il totale di pastazzo secco ottenuto ammonta, quindi, a 500 tonnellate. Su questo dato di riferimento sono state effettuate le analisi economiche, mirate ad individuare l'incidenza delle singole fasi operative sul costo di produzione per chilogrammo di pastazzo secco ottenuto, riportate sinteticamente<sup>8</sup> nella tabella 6.

Ipotizzando di ricorrere all'affitto del terreno, il cui costo annuo è stato stimato pari a 1.000.000 di £/ha, l'incidenza del prezzo d'uso del terreno per chilogrammo di prodotto secco ottenuto risulta pari a 2,4 lire/Kg.



Per il trasporto del pastazzo dall'industria di trasformazione al campo di essiccazione è stato ipotizzato di ricorrere al noleggio di un autocarro, il cui costo unitario, comprensivo dell'operatore, incide 24,4 lire per chilogrammo di prodotto secco ottenuto<sup>9</sup>.

Tabella 6. Determinazione del costo di produzione del pastazzo essiccato (scenario base)

VOCI DI COSTO	Costo unitario lire/kg di pastazzo secco	%
Ipotesi di lavorazione su 5000 tonnellate di pastazzo fresco		
Affitto terreno	2.4	2.2
Costo di trasporto del pastazzo umido	24.4	22.3
Decorticatura	13.2	12.1
Sistemazione andane	3.1	2.8
Trinciatura	0.5	0.4
Sistemazione cumuli	2.2	2.0
Teloni	3.2	2.9
Costo totale di produzione	48.8	44.7
Ipotesi di utilizzazione in agrumeto (13,3 tonnellate pastazzo secco per ettaro)		
Trasporto del prodotto finito	28.9	26.5
Distribuzione	31.6	28.9
Totale costo per il prodotto distribuito	109.3	100.0
Costo per unità fertilizzante distribuita (£/kg)	3,313	

Il pastazzo, disposto nelle andane, si lascia sul terreno senza nessun intervento per tutto l'autunno e l'inverno. Quando cessano le piogge, che inumidiscono gli strati superficiali dei cumuli, si procede con le operazioni di decorticatura e rivoltamento, finalizzate ad invertire gli strati superficiali dei cumuli per offrire ai raggi solari la parte umida e favorire così una più veloce disidratazione.

Tale operazione, coincidente con la fase attiva dell'essiccazione, viene effettuata a partire dalla tarda primavera e si protrae per tutta l'estate, fino a quando il pastazzo risulta essiccato e quindi utilizzabile direttamente per l'uso agronomico o per essere stoccato in cumuli, ricoperti di materiale impermeabile, per poter essere impiegato successivamente. L'operazione di decorticatura e rivoltamento è stata effettuata utilizzando un sollevatore telescopico su cui viene montato un attrezzo a forche. Ricorrendo al noleggio ed ipotizzando un costo di 120.000 £/ora, l'importo di tale operazione risulta pari a 13,2 lire per chilogrammo di pastazzo secco<sup>10</sup>.

Realizzate le operazioni di decorticatura e rivoltamento, prima di procedere alla successiva trinciatura, occorre ripristinare le andane per agevolare il passaggio della trinciasarmenti. Tale fase viene effettuata sistemando il pastazzo semiessiccato in andane uniformi dell'altezza media di circa 25-30 cm. Per la sistemazione delle andane, sperimentalmente, è stato utilizzato lo stesso sollevatore telescopico, su cui è stato montato un utensile a pala, comportando un costo di 3,1 lire per chilogrammo di pastazzo secco<sup>11</sup>.

L'operazione successiva, finalizzata ad un ulteriore sminuzzamento del pastazzo già essiccato, al fine di ridurne ulteriormente il volume, è costituita dalla trinciatura, che sperimentalmente è stata effettuata con l'ausilio di una trinciasarmenti. Il costo per effettuare questa operazione, ipotizzando anche in questo caso il ricorso al noleggio del mezzo, ammonta a 0,5 lire per chilogrammo di pastazzo secco<sup>12</sup>.

A questo punto il prodotto viene disposto in cumuli, in attesa di poterlo caricare sugli autocarri per il trasporto nelle aziende che lo utilizzeranno come concime e/o ammendante. Utilizzando il sollevatore telescopico con l'utensile a pala, occorrono complessivamente 9 ore di lavoro, con una incidenza unitaria per la formazione dei cumuli di stoccaggio pari a 2,2 lire per chilogrammo di pastazzo secco<sup>13</sup>.

I cumuli di pastazzo essiccato, per la necessaria protezione, necessitano di teli di copertura in materiale impermeabile, il cui costo unitario ammonta a 3,2 lire per chilogrammo di pastazzo secco<sup>14</sup>. Per il successivo trasporto è stato stimato un costo unitario pari a 28,9 lire per chilogrammo di pastazzo secco<sup>15</sup>.

Nell'ipotesi di utilizzazione agronomica di tale prodotto in un agrumeto, per soddisfare un'esigenza media annua di 200 kg/ha di azoto, occorrono complessivamente 13.333 Kg/ha di pastazzo essiccato<sup>16</sup>. La distribuzione avviene a mezzo di una macchina spandiletame ed il costo unitario della distribuzione, ricorrendo al noleggio ad un canone orario di £ 60.000, risulta pari a 31,6 lire per chilogrammo di pastazzo secco. Complessivamente, quindi, il costo del prodotto distribuito in azienda ammonta a 109,3 lire per chilogrammo.

#### Analisi di scenario

Le voci di costo più rilevanti, a parte la distribuzione, sono quelle relative al trasporto del pastazzo umido e di quello essiccato, che incido-

no rispettivamente per il 22,3% ed il 26,5% sul costo totale (tabella 6). In alcune situazioni, soprattutto in assenza di un'integrale assorbimento da parte degli allevamenti zootecnici, il trasporto del pastazzo umido potrebbe essere effettuato dalle industrie di trasformazione, che hanno la pressante necessità di un'ideale collocazione del sottoprodotto. Infatti, in mancanza di un corretto utilizzo, il pastazzo in esubero andrebbe considerato come un rifiuto da smaltire o recuperare ai sensi del D.L. 22/97 (Decreto Ronchi), con costi di gran lunga superiori rispetto a quelli eventualmente da sostenere per il trasporto del pastazzo umido, che metterebbero in discussione la stessa economicità dell'attività di trasformazione.

L'incidenza delle varie voci del costo di produzione e distribuzione del pastazzo essiccato, ha suggerito di esplorare alcuni possibili scenari di produzione che potrebbero comportare una riduzione del costo complessivo. In particolare, nell'ottica di pervenire a soluzioni che consentano il contenimento del costo di trasporto del pastazzo essiccato, è stato esplorato uno scenario che si differenzia da quello base per il prolungamento del processo di essiccazione. Infatti, i quantitativi di pastazzo da distribuire dipendono dal titolo in unità fertilizzanti dello stesso, che a sua volta è influenzato dalla lunghezza del periodo di essiccazione. I risultati di Tamburino *et al.* (2001) evidenziano che potrebbe risultare conveniente prolungare il processo di essiccazione per un periodo superiore ai tre mesi considerati nello scenario base, al fine di ottenere un pastazzo essiccato con un minore grado di umidità e, conseguentemente, con un più alto titolo di sostanze nutritive. Per valutare la convenienza economica, tale ipotesi è stata confrontata con quella base. In particolare, le due ipotesi messe a confronto riguardano:

- ciclo annuale, relativo al pastazzo che viene essiccato per 3 mesi e successivamente utilizzato per la distribuzione in campo;
- ciclo biennale, riferito al pastazzo che subisce un processo di essiccazione di 15 mesi prima di essere utilizzato.

Nel caso del ciclo biennale (tab. 7), poiché la resa in pastazzo secco si riduce al 5%, il costo totale di produzione risulta pari a 102,3 lire/kg, contro le 48,8 lire/kg del ciclo annuale, mentre quello per chilogrammo distribuito a 162,9 lire/kg contro le 109,3 lire/kg relative al ciclo annuale. In conseguenza, però, del maggiore titolo in azoto, il costo complessivo della concimazione per ettaro di agrumeto si riduce a 1.085.709 lire, rispetto a 1.457.740 lire/ha, calcolato per il ciclo annuale. Il ciclo biennale, quindi, risulta più conveniente, con un costo ad unità fertilizzante distribuita pari a 2.808 lire.

È stato preso in considerazione anche un ciclo intermedio, nel quale i costi vengono calcolati sulla base di un titolo in unità fertilizzanti in-

termedio fra il ciclo annuale e biennale. I risultati di tale scenario evidenziano un costo totale di produzione e distribuzione del pastazzo essiccato pari a 130,3 lire/kg ed un costo per unità fertilizzante distribuita pari lire 2.832. Il costo di produzione e distribuzione per ettaro di agrumeto in questo caso risulta pari a 1.184.107 lire.

Un'alternativa da valutare, riguarda la possibilità che le industrie siano disposte a sostenere il costo legato al trasporto del pastazzo umido. Eliminando tale voce, il costo totale di produzione e distribuzione del pastazzo essiccato, ottenuto con il ciclo intermedio, risulterebbe pari a 95,4 lire/kg, il costo per unità fertilizzante distribuita a 2.073 lire ed infine il costo della concimazione ad ettaro ammonterebbe a 866.964 lire.

**Tabella 7.** Analisi comparativa dei costi di produzione e di distribuzione del pastazzo in diversi scenari (1999-2000)

	<b>Costo del chilogrammo del pastazzo essiccato</b>			
	A	B	C	D
	Ciclo annuale	Ciclo biennale	Ciclo intermedio	Ciclo intermedio escluso trasporto
Caratteristiche				
Titolo complessivo	3.3	5.8	4.6	4.6
Resa	10%	5%	7%	7%
Totale secco (tonnellate)	500	250	350	350
Voci di costo (£/Kg)				
Affitto terreno	2.4	9.4	3.4	3.4
Costo trasporto pastazzo umido	24.4	48.8	34.9	0.0
Decorticatura	13.2	26.4	18.8	18.8
Sistemazione andane	3.1	6.2	4.4	4.4
Trinciatura	0.5	0.9	0.6	0.6
Cumuli	2.2	4.3	3.1	3.1
Teloni	3.2	6.3	4.5	4.5
<b>Costo totale di produzione</b>	<b>48.8</b>	<b>102.3</b>	<b>69.7</b>	<b>34.9</b>
Trasporto prodotto finito	28.9	28.9	28.9	28.9
Distribuzione	31.6	31.6	31.6	31.6
<b>Costo totale per kg distribuito</b>	<b>109.3</b>	<b>162.9</b>	<b>130.3</b>	<b>95.4</b>
<b>Costo per unità fertilizzante distribuita (£/kg)</b>	<b>3,313</b>	<b>2,808</b>	<b>2,832</b>	<b>2,073</b>
<b>Costo della concimazione azotata per ettaro di agrumeto (£/ha)</b>	<b>1,457,740</b>	<b>1,085,709</b>	<b>1,184,107</b>	<b>866,964</b>

### Confronto con i costi della concimazione tradizionale

Per effettuare un confronto più corretto fra le diverse alternative di concimazione, si dovrebbe analizzare la variabilità di un ventaglio di parametri ed informazioni relativamente alle azioni dei diversi fertilizzanti nel tempo e per un ampio campo di oscillazione delle condizioni pedoclimatiche. In questo studio, ci si rende conto, è stata effettuata solo una valutazione semplificata, analizzando, nell'ambito della fertilizzazione tradizionale, l'utilizzazione di due diversi tipi di concimi per risalire ai corrispondenti costi, al fine del successivo confronto con quelli relativi alla preparazione ed utilizzazione del pastazzo essiccato.

A tale scopo, è stato calcolato il costo dell'unità fertilizzante di un concime minerale e di un concime organico (tab. 8). Il concime minerale preso in considerazione è il 20-10-10 ed il costo totale della concimazione, utilizzando tale prodotto, ammonta a 560.000 lire/ha, corrispondenti a 1.400 lire per unità fertilizzante distribuita<sup>17</sup>.

Tabella 8. Analisi comparativa dei costi delle diverse alternative di concimazione di un agrumeto

	Costo totale per kg distribuito	Costo dell'unità fertilizzante distribuita	Costo ad ha
	£/kg	£/kg	£/ha
Costi del pastazzo essiccato per i diversi cicli			
Annuale	109.3	3,313	1,457,740
Biennale	162.9	2,808	1,085,709
Intermedio	130.3	2,832	1,184,107
Intermedio (escluso il trasporto)	95.4	2,073	866,964
Costi della concimazione tradizionale			
Concimazione minerale	560.0	1,400	560,000
Concimazione mista			1,228,158
parte minerale	530.0	1,325	
parte organica	482.0	3,890	

Poiché il pastazzo essiccato contiene una notevole quantità di sostanza organica, si è proceduto anche al calcolo del costo dell'unità fertilizzante di un concime organico. A tal fine è stata considerata l'ipotesi di una concimazione mista, effettuata utilizzando 5 quintali di concime minerale<sup>18</sup> e 20 quintali di concime organico, il Trefert<sup>19</sup>, che è costituito da una miscela di compost di letami bovini, stallattici e volatili domestici. Il costo totale per questa ipotetica concimazione mista risulta pari a 1.228.158 lire/ha.

È importante evidenziare che il costo della concimazione minerale tradizionale risulta più basso anche in confronto alla concimazione con il pastazzo nell'ipotesi in cui i costi di trasporto siano sostenuti dall'industria di trasformazione. Operando il confronto con la concimazione mista, ipotesi più corretta se si tiene conto dell'apporto di sostanza organica del pastazzo, l'utilizzo del pastazzo di agrumi risulta conveniente nel caso in cui i costi di trasporto del pastazzo umido gravino sull'industria, consentendo un risparmio di circa il 30%. Includendo, invece, anche i costi di trasporto, gli importi della concimazione con il pastazzo di agrumi oscillano fra l'88% (ciclo biennale) ed il 119% (ciclo annuale) rispetto a quelli della concimazione mista, a seconda del ciclo considerato.

### **La convenienza economica dell'utilizzazione zootecnica del pastazzo umido**

Nei comprensori dove è diffusa l'attività zootecnica, l'utilizzazione del pastazzo di agrumi per l'alimentazione del bestiame costituisce una valida alternativa nel panorama delle possibili destinazioni di tale sottoprodotto dell'industria agrumaria. Come precedentemente accennato, tale destinazione interessa il 25-30% circa del totale di pastazzo prodotto ed in particolare la quasi totalità di quello limonico.

Studi effettuati sugli effetti dell'uso del pastazzo di arancia sulla qualità della carne e sull'accrescimento, dimostrano la validità dell'utilizzo anche di tale sottoprodotto dell'industria agrumaria nelle diete animali (Caparra *et al.*, 2001).

L'industriale, alla ricerca di un'integrale collocazione del sottoprodotto, è disposto a cederlo all'allevatore a condizione che quest'ultimo si assuma gli oneri del trasporto. Pertanto, il valore attribuito dall'allevatore per l'utilizzazione del pastazzo ai fini zootecnici è equivalente al costo del trasporto che è disposto a sostenere per l'approvvigionamento. Da queste considerazioni risulta interessante determinare la massima distanza, dal centro di produzione all'azienda zootecnica, che renda conveniente per l'allevatore l'utilizzo del pastazzo umido rispetto ad alimenti alternativi.

Per quantificare il costo del trasporto<sup>20</sup> sono stati considerati i tempi di manovra e di movimentazione sotto il silos, l'attesa per il carico, la manovra in uscita e la pesatura. Tali tempi sono stati stimati complessivamente pari a 30 minuti. E' stato calcolato, inoltre, il tempo medio di percorrenza chilometrico, che nel nostro conteggio rappresenta la parte variabile,

dipendente dalle distanze intercorrenti fra l'industria di trasformazione e l'azienda zootecnica. Sulla base di questi dati sono stati successivamente quantificati i corrispondenti costi fissi (quota di ammortamento, interessi, assicurazione e costo orario dell'autista), che risultano pari a 34.010 lire/ora, nonché quelli variabili, legati ai consumi di carburante, lubrificante e pneumatici, oltre che alla velocità media di avanzamento, il cui importo è risultato pari a 1.654 lire per chilometro percorso. Applicando i suddetti costi fissi e variabili al trasporto del pastazzo per l'alimentazione zootecnica, si possono distinguere un costo fisso per il carico e lo scarico dell'autocarro pari a 17.005 lire, ed un corrispondente costo totale per chilometro percorso, pari a lire 2.788 (cfr. tab. 9).

**Tabella 9.** Determinazione della convenienza dell'utilizzazione zootecnica del pastazzo (2000)

<b>Parametri</b>	<b>unità di misura</b>	<b>valori</b>
Costi fissi unitari		
ammortamento	lire/ora	6,510
Assicurazione	lire/ora	1,875
Interessi	lire/ora	5,625
Lavoro	lire/ora	20,000
Totale costi fissi	lire/ora	34,010
Costi variabili unitari		
gasolio	lire/km	850
olio	lire/km	25
pneumatici	lire/km	128
manutenzione	lire/km	651
Totale costi variabili	lire/km	1,654
Applicazione al trasporto di pastazzo		
Quantità trasportata	chilogrammi	13,650
Tempo di carico	ore	0.5
Velocità media oraria	Km/ora	30
Costo fisso carico e scarico	lire	17,005
Costo totale per Km percorso	lire/km	2,788
Costo al quintale per carico e scarico	lire/quintale	124.6
Costo al quintale per Km percorso	lire/q.le/km	20.4
Distanza massima ipotizzabile per l'uso zootecnico		
Disponibilità a pagare dell'allevatore (pastazzo limonicolo)	lire/quintale	2,000
Distanza massima per il pastazzo limonicolo	Km	91.8
Disponibilità a pagare dell'allevatore (pastazzo arancicolo)	lire/quintale	400
Distanza massima per il pastazzo arancicolo	Km	13.5

Al fine di determinare la distanza massima di convenienza per il trasporto del pastazzo umido è stato preso in considerazione il prezzo massimo che gli allevatori sono disposti a pagare per un quintale di prodotto. Da

indagini territoriali effettuate in Calabria e Sicilia, è risultato che, nelle annate con disponibilità normale di foraggio, generalmente l'allevatore è disposto a spendere fino a 2.000 lire/q per il pastazzo di limoni e fino a 400 lire/q per il pastazzo di arance. Pertanto, gli allevatori sono disposti a pagare fino a 271.000 lire per un carico (13.650 chilogrammi) di pastazzo limonico e fino a 54.600 lire per quello arancico. Considerando i costi fissi per il carico e lo scarico ed il costo totale per chilometro percorso è possibile stabilire, sulla base della disponibilità a pagare dell'allevatore, la distanza massima entro la quale conviene effettuare il trasporto. Tale distanza per il pastazzo di limone risulta pari a 91,8 km (considerando sia il viaggio di andata che di ritorno), mentre nel caso del pastazzo di arancia si riduce a 13,5 km.

### **Osservazioni conclusive**

Il lavoro, dopo aver analizzato i principali processi di trasformazione economica che hanno interessato il comparto agrumicolo in Italia e l'evoluzione che ha caratterizzato le diverse destinazioni delle produzioni, ha messo in evidenza, da un lato, la notevole crescita dei volumi avviati alla trasformazione industriale, che negli anni più recenti hanno superato il milione di tonnellate annue, e dall'altro la forte variabilità dei quantitativi trasformati, passando da un'annata all'altra, strettamente correlata sia alla produzione totale e sia all'andamento del mercato del prodotto fresco.

Il notevole aumento dei quantitativi di agrumi trasformati, ha reso sempre più pressante l'esigenza di una gestione ottimale dei sottoprodotti, dipendente anche dalla possibilità di promuoverne il loro utilizzo, compatibilmente con le esigenze di tutela dell'ambiente. Mentre per alcuni sottoprodotti delle industrie alimentari di trasformazione si è arrivati ad una soluzione normativa che consente la loro utilizzazione agronomica, per il pastazzo di agrumi manca uno specifico riferimento, il che ha comportato delle difficoltà per gli operatori interessati al relativo utilizzo (sia allo stato fresco che essiccato).

Nel corso di questo studio, che rappresenta un primo contributo per la valutazione delle alternative di smaltimento dei sottoprodotti dell'industria agrumaria, è stata effettuata una analisi tecnico-economica di un impianto-studio di essiccazione naturale del pastazzo di agrumi per la successiva utilizzazione agronomica. Esaminate le caratteristiche tecniche dell'impianto base ed effettuate le valutazioni economiche di diversi scenari, è stata analizzata la convenienza economica relativa all'utilizzazione agronomica del pastazzo essiccato rispetto alle alternative di concimazione ordinaria.



Le simulazioni svolte, hanno permesso di valutare i costi relativi alle singole fasi del processo di essiccazione. Inoltre, è stato accertato che i costi da sostenere per l'utilizzazione agronomica del pastazzo essiccato risultano superiori a quelli relativi alla concimazione minerale ordinaria, anche nello scenario in cui il costo del trasporto del pastazzo umido, che rappresenta una delle voci più consistenti, venga sostenuto dall'industriale.

Effettuando il confronto con il costo della concimazione mista (minerale ed organica), comparazione più pertinente se si tiene conto dell'apporto di sostanza organica del pastazzo, l'impiego del prodotto essiccato consente un risparmio di circa il 30% rispetto a tale modalità di concimazione, nel caso in cui i costi di trasporto del pastazzo umido gravino sull'industriale; invece, includendo nell'analisi anche tale voce, i costi della concimazione effettuata impiegando il pastazzo di agrumi oscillano fra l'88% ed il 119% del costo della concimazione mista, a seconda dello scenario considerato.

#### Note

1. Il termine pastazzo indica il sottoprodotto più importante della trasformazione in succo degli agrumi, costituito da scorze, semi e polpe. Le sue caratteristiche chimico - fisiche variano passando dal pastazzo umido a quello secco
2. Sono state utilizzate medie quadriennali al fine di destagionalizzare i dati annuali, soggetti a volte a notevoli variazioni in dipendenza soprattutto dell'andamento stagionale
3. Fino alla metà degli anni '80, i prezzi di ritiro dal mercato risultavano superiori a quelli minimi garantiti ai produttori per la cessione alle industrie di trasformazione, per cui esisteva una scontata convenienza per la prima destinazione rispetto alla seconda (Bellia, 1983)
4. Il dato è stato acquisito direttamente presso le Associazioni di categoria degli industriali trasformatori (ASSITRAPA, ANICAV E ANITAO).
5. Da un punto di vista normativo, l'utilizzazione agronomica del pastazzo potrebbe rientrare nell'ambito dell'applicazione della legge 748/84, che elenca nell'allegato 1C una serie di ammendanti utilizzabili, tra i quali, anche se non esplicitamente indicato, potrebbe essere incluso il pastazzo di agrumi. Tuttavia, la mancanza di uno specifico riferimento ha comportato, a volte, delle difficoltà per gli operatori interessati all'utilizzo di tale sottoprodotto
6. Le andane così realizzate non prevedono l'impermeabilizzazione del terreno ed il pastazzo da essiccare viene depositato sul terreno nudo. In situazioni di particolare vulnerabilità degli acquiferi, è possibile eliminare gli eventuali rischi di inquinamento della falda utilizzando teloni impermeabili sui quali scaricare il prodotto. Tale soluzione comporterebbe una maggiore difficoltà operativa delle macchine oltre al costo aggiuntivo del telone. Per l'utilizzazione zootecnica, invece, sarebbe opportuno l'impiego di una base in cemento, al fine di evitare, durante la fase di rimescolamento, la miscelazione con la terra e la conseguente perdita di appetibilità del prodotto ottenuto per il bestiame. In alternativa, si dovrebbe procedere alla selezione della parte più pulita da destinare all'alimentazione animale, mentre quella più sporca di terra verrebbe utilizzata come ammendante
7. Sulla base dei volumi di agrumi lavorati, considerando che il rapporto di trasformazione medio è pari al 55% ed ipotizzando che il 70% del pastazzo prodotto venga impiegato ai fini agronomici, scaturisce il volume totale di pastazzo da trattare. Rapportando tale volume al numero totale di industrie di

- trasformazione agrumaria scaturisce la quantità media considerata, in prima approssimazione, per il dimensionamento dell'impianto di essiccazione
8. Per maggiori approfondimenti si rimanda a: Gulisano *et al.* (2001).
  9. Considerando l'ubicazione del campo ad una distanza di 2 Km dall'industria di trasformazione, l'autocarro con portata pari a  $15 \text{ m}^3$ , computati i tempi di carico, scarico e quelli necessari per la formazione delle andane, riesce ad effettuare circa 15 trasporti al giorno. Il costo del noleggio è stato stimato pari a 500.000 £/giorno
  10. Il volume del pastazzo, assestandosi ed essiccandosi, si riduce di circa il 30% rispetto al volume fresco iniziale, per cui complessivamente si devono movimentare  $3.846 \text{ m}^3$ . La resa oraria media per le operazioni di decorticatura e rivoltamento, determinata sperimentalmente, è risultata pari a  $70 \text{ m}^3/\text{ora}$ , quale valore medio fra le tre lavorazioni che vengono effettuate sui cumuli di pastazzo. Complessivamente occorrono, quindi, 55 ore di impiego del sollevatore telescopico
  11. Considerando sia le perdite di prodotto, pari a circa il 14%, dovute agli agenti atmosferici ed al rimiscolamento col terreno, e sia la perdita di volume conseguente all'ulteriore riduzione degli spazi vuoti, il volume iniziale di pastazzo si contrae a  $1.800 \text{ m}^3$ . Poiché solo il 50% del pastazzo deve essere sistemato per agevolare il lavoro della trinciasarmenti, il volume interessato è di  $900 \text{ m}^3$  per cui occorrono complessivamente 13 ore di lavoro della macchina
  12. Il volume di pastazzo essiccato, risistemato in andane alte circa 30 cm, comporta una superficie da trattare (ricoperta uniformemente di pastazzo secco) pari a 6.000 metri quadrati. Poiché la resa oraria della macchina operatrice è pari a 0,16 ha/h, occorrono complessivamente 3,75 ore. Il canone di noleggio è stato considerato pari a 60.000 £/h.
  13. Dopo la trinciatura la massa volumica apparente passa a 0,48, per cui, considerando anche ulteriori perdite di prodotto dovute al vento, il volume finale risulta pari a  $810 \text{ m}^3$ . La resa del sollevatore telescopico, ottenuta sperimentalmente, è pari  $90 \text{ m}^3/\text{h}$ .
  14. E' stato considerato l'impiego di un autocarro con capacità di trasporto di  $18 \text{ m}^3$  il cui costo a viaggio, di andata e ritorno, è stato stimato pari a lire 250.000, sulla base dei prezzi di mercato ed ipotizzando una distanza da percorrere di circa 50 km
  15. Poiché devono essere coperti  $810 \text{ m}^3$  di prodotto, considerando una sezione del cumulo di 4 metri quadrati, un fabbisogno unitario di copertura di  $1,5 \text{ m}^2$  per ogni  $\text{m}^3$  di pastazzo ed una larghezza del telone impermeabile pari a 6 metri, occorrono complessivamente 1.215 metri quadrati di telone. Il costo, comprensivo del trasporto e del lavoro per il posizionamento dei teli, è stato calcolato pari a 1.300 lire/ $\text{m}^2$
  16. Considerando che il fabbisogno in azoto di un agrumeto è mediamente pari a 200 Kg/ha e che il titolo in azoto del pastazzo è pari a 0,015 Kg(N)/Kg(pastazzo), ed ipotizzando inoltre un sesto regolare di metri 5x5 (400 piante/ha), occorrono 33,3 Kg/pianta di pastazzo essiccato. Per effettuare la distribuzione, poiché la resa oraria dello spandiletame è pari a 1.900 Kg/h, occorrono complessivamente 7 ore di impiego della macchina
  17. Nell'ipotesi di un'esigenza annua per ettaro di agrumeto pari a 10 quintali di concime minerale (20-10-10) e di un prezzo del concime di 470 lire/kg. Il costo del trasporto in azienda, calcolato ipotizzando l'utilizzo di un mezzo di trasporto di  $1 \text{ m}^3$  di portata, è stato stimato pari a 30.000 lire, mentre quello della distribuzione, realizzata impiegando una macchina spandiconcime, con una resa oraria pari a 10 quintali/ora ammonta a 60.000 lire
  18. Per la parte relativa alla concimazione minerale sono stati considerati i dati relativi al 20-10-10, per un costo complessivo, relativo alla sola concimazione minerale, pari a 265.000 lire/ettaro ottenuto considerando il costo di acquisto del concime (5 quintali, per complessive 235.000 lire/ettaro) ed il costo di distribuzione con lo spandiconcime (30.000 lire/ettaro).
  19. Il prezzo di mercato di questo concime ammonta a 400 lire/kg e per soddisfare l'esigenza in azoto di un agrumeto occorrerebbero 50 quintali di Trefert, con un costo ad unità fertilizzante distribuita pari a 3.648 lire. Poiché si è consapevoli che non è realistico ipotizzare per un agrumeto una concimazione effettuata esclusivamente con tale prodotto, e dato che rimane l'esigenza di considerare l'apporto di sostanza organica per potere effettuare un confronto più significativo con il pastazzo essiccato, è

stata presa in considerazione una concimazione di tipo misto, effettuata con 20 quintali di Trefert ed integrando la restante esigenza in azoto con l'impiego del concime minerale. Il costo per l'acquisto di 20 quintali di Trefert ammonta a 800.000 lire, cui vanno sommati i costi di trasporto e di distribuzione, per un importo complessivo, relativo alla sola concimazione organica, pari a 963.158 lire/ettaro

20. Considerando l'utilizzo di un autocarro con una portata utile di 15 metri cubi, la quantità di pastazzo fresco trasportata è pari 13.650 chilogrammi

## Bibliografia

- BACARELLA A., SCHIMMENTI E., ALTAMORE L., 1995. Gli agrumi in Italia. Aspetti produttivi e commerciali. Università degli Studi, Palermo.
- BELLIA F., 1983. Agricoltura italiana e politiche comunitarie. In: *Atti delle Giornate internazionali per l'agrumicoltura*, Paternò (CT).
- BELLIA F., 1995. Evoluzione e prospettive dell'industria agroalimentare nel Mezzogiorno. Lettura tenuta all'Accademia dei Georgofili, Firenze.
- BELLIA F., 1999. Evoluzione del mercato degli agrumi e ruolo dell'intervento pubblico. *Tecnica Agricola*, n.1.
- CAPARRA P., FOTI F., SCERRA V., 2001. Impiego dei residui dell'industria agrumaria nell'alimentazione degli agnelli. In G. Gulisano et al. (a cura di): *Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria*. Laruffa Editore.
- FAROLFI S., 1999. Industria alimentare e inquinamento. *AGRICulture*, n.5.
- GULISANO G., 1987. Tendenze e problemi del mercato dei prodotti agrumari in Italia. *Tecnica Agricola*, n.2.
- GULISANO G., MARCIANÒ C., 2001. Aspetti economici della produzione e della trasformazione industriale degli agrumi. In G. Gulisano et al. (a cura di): *Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria*. Laruffa Editore.
- GULISANO G., MARCIANÒ C., STRANO A., 2001. Analisi economica delle alternative di utilizzazione dei residui solidi dell'industria di trasformazione agrumaria. In G. Gulisano et al. (a cura di): *Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria*. Laruffa Editore.
- INEA: Anuario dell'Agricoltura italiana. Roma, varie annate.
- INTRIGLIOLO F., STAGNO F., 2001. Fertilizzazione organica in agrumicoltura. In G. Gulisano et al. (a cura di): *Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria*. Laruffa Editore.
- ISMEA: Rapporti Consuntivi/Preventivi. Roma, varie annate.
- ISMEA: Report. Roma, varie annate.
- ISTAT: Annuario di statistica agraria. Roma, varie annate.
- ISTAT: Annuario statistico italiano. Roma, varie annate.
- ISTAT: Statistica del commercio con l'estero. Roma, varie annate.
- ISTAT: Statistiche dell'agricoltura, zootecnia e mezzi di produzione. Roma, varie annate.
- LA VIA G., PECORINO B., 1996. L'industria di trasformazione degli agrumi in Italia. CNR-RAISA, Catania.
- RAPISARDA P., INTELISANO S., FANELLA F., INTRIGLIOLO F., TITTARELLI F., CANALI S., BENEDETTI A., SEQUI P., 1998. Utilizzo degli scarti di lavorazione dell'industria agrumaria. *L'informatore Agrario*, n. 11.
- SAFINA G., 1992. L'industria italiana dei derivati agrumari. *Rivista di frutticoltura*, n.2.
- SCHIFANI C., 1993. Aspetti strutturali dell'impresa di trasformazione degli agrumi in Sicilia. Università degli Studi, Palermo.
- SCUDERI A., STURIALE C., 2001. Caratteri evolutivi della struttura e del ruolo dell'industria nella filiera agrumicola. *Rivista di frutticoltura*, n.2.

- STURIALE C., 1994. Analisi economica della produzione e del commercio agrumario in Italia nel contesto internazionale. CNR-RAISA, Catania.
- STURIALE C., 1998. Aspetti economici dell'agrumicoltura italiana. Agrumicoltura italiana: problemi e prospettive. I Georgofili, Firenze.
- STURIALE L., 1995. Caratteristica della domanda dei succhi di arancia "rossa" in Italia ed in altri Paesi europei e relative prospettive di sviluppo. *Atti del seminario di Studi CNR-RAISA*, Catania.
- TAMBURINO V., ZIMBONE S.M., 1997. Indagine sperimentale sull'essiccazione naturale del pastazzo di agrumi. *Atti del VI Convegno Nazionale di Ingegneria Agraria, Ancona, vol. 4.*
- TAMBURINO V., ZIMBONE S.M., DE MARTINO R., 2001. Analisi dei processi di essiccazione naturale del pastazzo di agrumi. In G. Gulisano *et al.* (a cura di): *Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria*. Laruffa Editore.
- ZIMBALATTI G., 2001. Indagine sulla movimentazione meccanizzata del pastazzo di agrumi. In G. Gulisano *et al.* (a cura di): *Valorizzazione a fini agricoli dei residui dell'industria agrumaria*. Laruffa Editore.
-

## Indice generale volume 51 (2002)

### Numero 1 - 2

#### Atti del convegno del cinquantenario 1952 - 2001 "L'emergenza suolo" Erice, 16 - 22 maggio 2001

G. Fierotti	5	L'emergenza suolo fra mito e realtà
F. Mancini	31	Un secolo di scienza del suolo
P. Sequi	41	Qualità delle acque e agricoltura L'emergenza suolo: le basi del problema
C. Dazzi	81	Salinità e Qualità del Suolo
A. Aru	105	Erosione e desertificazione
G. Sanesi	107	Effetti delle modificazioni della vegetazione forestale e degli incendi sul suolo
G. Vianello	121	Problemi della gestione del territorio
P. Nannipieri	133	Impatto dei cambiamenti climatici sul suolo
M. Pagliai, E. Costantini	135	Il Suolo in Italia e in Europa
V. Medina Hoyos	137	Suelos del Peru, con enfasis en suelos de Arequipa

#### Workshop COST Action 831/838 - Soil Emergency:

##### Microbial Biodiversity Conseravation

A. Benedetti	149	Il ruolo delle convenzioni internazionali nella conservazione della biodiversità
A. Russo, M. Agnolucci, M. Nuti	159	La biodiversità dei microrganismi del suolo
F. tittarelli, S. Mocali	165	Rapporto della I Sessione
E. Rea	169	Rapporto della II Sessione Sessione poster Commissione I
S. Brenna, A. Basile, F. Terribile	177	Caratterizzazione idropedologica di dettaglio di suoli di risaia in Lombardia
P. Servadio, A. Marsili, C. Beni, C. Di Dio, A. Figliolia	187	Variazioni di alcuni parametri chimico-fisici del suolo in relazione al passaggio di una trattrice con diversi tipi di pneumatici
A. Aru, P. Botti, R. Corrias, M. Ferralis, G. Marras, H.W.Muntau, P. Pin, R. Puddu, P. Spanu, S. Vacca	201	Caratterizzazione morfologica, chimica e fisica dei suoli e qualità delle acque reflue nella sperimentazione per il riutilizzo dei reflui in agricoltura
G. Bourlot, A. Del Vecchio, P.F. Martalò, M. Piazzì	219	Confronto tra dati pedologici e dati fisico-chimici del terreno per una migliore operatività nel campo dell'assistenza tecnica all'agricoltura
A. Castrignanò, D. De Giorgio, F. Fornaro	227	Interpretazione e presentazione dei dati di penetrometro in prove di lavorazione del terreno
A. Aru, P. Botti, P. Buscarinu, A. Coppola, R. Corrias, M. Ferralis, G. Marras, H. W. Muntau, E. Murru,	249	Metodologia sperimentale per il monitoraggio dei suoli irrigati con acque reflue urbane

- P. Pin, R. Puddu, F. Salis,  
A. Santini, N. Sechi, P. Spanu,  
S. Vacca, A. Viola, L. Volterra  
con la collaborazione di:  
M. Bacchitta, L. Barbarossa,  
C. Borghero, G. Borghero,  
P. Di Fiore, C. Montis,  
G. Pichiri, G. Saiu, M. Scalas,  
S. Zuddas
- Commissione II**
- L. Bardi, S. Steffan, M. Marzona 259 Biorisanamento in situ di suoli inquinati da idrocarburi con ciclodestrine come coadiuvanti per incrementare la biodisponibilità
- G. Rossi, S. Socciarelli, 269 Valutazione dell'efficienza di fitoestrazione  
B. Pennelli, A. Figliolia di *Brassica napus* nei confronti di zinco e rame
- R.M. Cenci, P.R. Trincherini, 277 Distribuzione di metalli pesanti in suoli e muschi  
F. Leva, F. Galanti della Sicilia
- M. Ricciardella, M. Pigna, 289 Influenza di leganti organici a basso peso  
A. Violante molecolare sull'adsorbimento di  $Pb^{2+}$  su ossidi misti di ferro ed alluminio
- F. Sannino, L. Gianfreda 297 Effetto di miscele complesse di fenoli  
sull'attività detossificante di un enzima  
ossidoriduttivo
- Commissione III**
- C. Creccchio, M. Curci, R. Mininni, 307 Effetti di compost da RSU sulla qualità biologica  
P. Ricciuti, P. Ruggiero dei suoli
- A. Benedetti, L. Pompili, 317 Protocollo di Kyoto: prime valutazioni a livello  
L. Nisini nazionale sul contributo di suoli agrari  
e forestali all'arricchimento di  $CO_2$   
dell'atmosfera
- B. Ceccanti, G. Masciandaro, 333 Approccio ecosistemico nella gestione dei  
A. Aru, P. Botti, R. Corrias, suoli irrigati con acque reflue  
M. Ferralis, G. Marras,  
P. Spanu, S. Vacca
- S. Baccella, C. Ingoglia, 341 Gli stazzi dei pascoli d'alta quota: un particolare  
M. Del Gallo caso di eutrofizzazione del suolo
- M. Bosco, E. Lumini, 353 Attinomiceti azotofissatori del genere *Frankia*:  
R. Materassi biodiversità nei suoli naturali e conservazione  
ex-situ, in vista delle loro applicazioni nel  
ripristino ambientale sostenibile
- M. Antonelli, A.L. Botta, 361 *Hippophae rhamnoides*: una risorsa autoctona per  
M. Del Gallo la conservazione dei suoli e della loro  
biodiversità
- E. Rea, M. Tullio, A. Salerno, 371 Effetto della colonizzazione di micorrize  
F. Pierandrei V.A. resistenti al cadmio sullo sviluppo di  
piante di orzo (*Hordeum vulgare* cv extra)
- A.R. Tiberti, M. Del Gallo 381 Microrganismi endofiti quali biofertilizzanti:  
una promettente applicazione per aumentare  
la biodiversità degli agroecosistemi

**Commissione IV**

- P.G. Arcara, C. Gamba, 401 Emissioni di protossido di azoto e anidride carbonica nell'atmosfera in suoli agrari e forestali  
C. Piovanelli
- N. Montemurro, G. Lacertosa, 419 Carico ambientale da fitofarmaci su terreni coltivati a fragola nel metapontino  
N.Linzalone, F.Grieco, A.Visconti
- B. Ceccanti, G. Masciandaro, 427 Pratiche di fertilizzazione organica dei suoli: efficacia e limiti  
S. Filidei, C. Macci,  
G. Poggio, C. Garcia
- R. Indiatì, U. Neri, A. Figliolia, 437 Effetto della somministrazione di diversi tipi di fertilizzanti fosfatici sullo status fosforico del suolo  
I. Perucchini
- B. Pezzarossa, R. Pini, F. Petacco, 447 Caratterizzazione dell'ecosistema suolo dell'isola di Pianosa  
M. Scatena, L. P. D'Acqui,  
A. Doderò, C. A. Santi,  
M. Mazzoncini, R. Risaliti
- K. Caniglia, C. Dazzi, 455 Risultati sperimentali dello spandimento di acque di vegetazione su un Entisuolo antropico. Primi risultati: effetti sul contenuto in sostanza organica  
R. Scalenghe, D. Tusa

**Commissione V**

- S. Chersich, M. Freppaz, 467 I suoli della taiga meridionale nella "Riserva Biosferica Statale della Foresta Centrale" (Russia)  
S. Solaro, D. Tusa, C. Zucca
- P. Baldaccini, S. Madrau, 493 L'inserimento della Carta dei suoli della Sardegna nell'European Soil Data Base. Primi risultati  
M.A. De Roma
- A. Lachi, E.A.C. Costantini 505 Confronto tra la metodologia americana di organizzazione delle informazioni pedologiche per serie e quella europea per soil body, in relazione ai suoli della provincia di Siena

**Commissione VI**

- F.A. Biondi, G. Montecchi, 517 Studio dell'erosione dei suoli della tenuta di Castelporziano. Due metodi a confronto.  
A. Menconi, L. Cavallari, Nota 1  
A. Tinelli, A. Figliolia
- S. Lorito, P. Rosetti, G. Vianello 531 Valutazione quali-quantitativa del consumo di suolo in funzione dello sviluppo del sistema insediativo nei territori prossimi all'asta del fiume Po
- P. Botti, A. Coppola, E. Murru, 541 Monitoraggio delle proprietà idrauliche nei suoli irrigati con acque reflue urbane  
F. Salis, A. Santini, S. Vacca
- C. Dazzi, S. Monteleone 557 Emergenza suolo e antropizzazione del territorio: un esempio di perdita della pedodiversità per entisolizzazione
- S. Madrau 571 Il consumo di suolo per urbanizzazione in Sardegna negli anni 1954 - 1997. La provincia di Sassari. Primi risultati.

**Commissione VII**

- P. Adamo, M. Arienzo, 589 Forme chimiche e mineralogiche di metalli pesanti nei suoli contaminati dell'area di stoccaggio delle materie prime dell'ex impianto siderurgico ILVA di Bagnoli  
M.R. Bianco, P. Violante

**Commissione VIII**

- R. Puddu, F. Sanna, S. Fanni, 607 Realizzazione di un sistema di monitoraggio per  
F. Fantola, D. Manca, G. Mereu, il controllo del fenomeno di salinizzazione dei  
N. Fadda, P. Lai, M. Onano suoli: risultati della fase conoscitiva nella piana di  
Muravera- Villaputzu (Sardegna sud-orientale)
- P. Sequi, L. Nisini, A. Trincherà, 627 Monitoraggio del cadmio in differenti comparti  
A. Benedetti ambientali italiani. Nota I: risultati preliminari
- A. Buscaroli, M. Gherardi, 637 Indagine preliminare sull'evoluzione dei suoli in  
G. Vianello ambienti di recente bonifica  
(Delta del Po - Valli Ferraresi)
- S. Raimondi, A. Indorante 651 L'emergenza suolo nelle pianure alluvionali  
del versante meridionale della Sicilia
- S. Raimondi, A. Indorante, 661 L'emergenza suolo sulle sciere (formazione  
V. Paladino calcarenitica pleistocenica) in agro di Marsala e  
Mazara del Vallo (TP)
- C. Dazzi, G. Lo Papa, 673 La gestione della risorsa suolo nelle calamità  
S. Monteleone, S. Raimondi naturali: l'esempio di Montevago (AG)
- Presentazione del numero d'oro del Bollettino SISS e approvazione di una risoluzione  
sull'Emergenza Suolo**
- A. Benedetti 689 Il Bollettino d'oro  
695 Risoluzione  
Guida all'escursione
- a cura di A. Bambina, 699 Suoli e paesaggi della Sicilia Occidentale:  
K. Caniglia, G. Funari, problematiche ambientali  
A. Indorante, V.A. Laudicina,  
G. Lo Papa, D. Tusa
- Contributi dei soci**
- F. Rondelli 731 Considerazioni di tipo tassonomico su un gruppo  
di smectiti diottaedriche
- I soci informano**
- M.T. Dell'Abate 753 Attività del Comitato per l'Educazione e la  
Divulgazione della Scienza del Suolo
- C. Calzolari 757 Comitato sull'Educazione in Scienza del  
Suolo (CES) della Società Internazionale:  
riunione di Osnabrueck, Germania,  
settembre 2000
- M.T. Dell'Abate, E. Iannone, 759 La scienza del suolo va a scuola. Il Gioco della  
P. Cellammare Terra: tre anni di esperienze nella Scuola  
dell'Infanzia
- A. Aru 769 Erosione e desertificazione

**Numero 3**

- S. Canali, D. Mangione, C. Beni, 773 Guida alla corretta gestione della fertilità del  
B. Felici, R. Sangiorgi, suolo. Analisi del terreno e piani di  
A. Leonelli fertilizzazione
- F. Intrigliolo, G. Rocuzzo, 833 Agrumi: modalità di campionamento per terreno,  
G. Lacertosa, P. Rapisarda, foglie, acque d'irrigazione e frutti; valori analitici  
S. Canali di riferimento



<b>Tavole a colori</b>	879	
R. Francaviglia	897	La Fertilizzazione e la Buona Pratica Agricola nelle Direttive Comunitarie e nelle Iniziative Nazionali sull'Agroambiente

## Numero 4

### Giornata di Studio

#### Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti

#### "La fertilizzazione organica: elementi nutritivi a lenta cessione"

Roma, 18 - 19 marzo 2002

P. Sequi	911	Attualità della fertilizzazione organica
<b>Attività dei gruppi di lavoro dell'Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti</b>		
A. Benedetti	919	Attività dell'Osservatorio Nazionale Permanente per i Fertilizzanti, marzo 2001 - marzo 2002
S. de Bertoldi, S. Dell'Orco	921	Gruppo 1: Censimento
M. Adua	923	Gruppo 2: Monitoraggio
S. Silva	927	Gruppo 3: Qualità di prodotti e processi
F. Tittarelli	929	Gruppo 4: Biomasse
C. Nigro	931	Gruppo 5: Elementi indesiderati
M. de Bertoldi	933	Gruppo 6: Patogeni
A. Benedetti	935	Gruppo 7: Legislazione
F. Intrigliolo	937	Gruppo 8: Razionalizzazione dell'uso dei fertilizzanti e disciplinari di produzione
S. Canali	939	Gruppo 9: Agricoltura biologica
C. Ciavatta, P. Nannipieri	941	Gruppo 10: Pubblicazioni scientifiche
F. Alianiello, L. Leita	943	Gruppo 11: Metodi di analisi
P. Sequi	945	Gruppo 12: collegamento con altre Società Internazionali
<b>Relazioni</b>		
A. Benedetti, S. Mocali	949	La fertilità biologica del suolo e la concimazione con cuoio
C. Marzadori, N. Ramieri, D. Montecchio, P. Gioacchini, C. Ciavatta	963	Dinamica dell'azoto nitrico e ammoniacale in suoli trattati con concimi azotati a lenta cessione o contenenti inibitori della nitrificazione
A. Trinchera, A.M. Sinopoli, A. Benedetti	977	Riconoscimento e proprietà fertilizzanti della pollina: risultati di ricerche promosse da Assofertilizzanti
V. Vizioli	989	Lento rilascio: paradigma del principio di fertilizzazione del metodo di agricoltura biologica
M. Govi	999	Riconoscimento delle matrici organiche nei fertilizzanti
F. Tettamanzi	1007	Importanza dei concimi organici nell'agricoltura italiana

- |  |      |  |
|--|------|--|
| M. de Bertoldi   | 1015 | Il compost nella fertilizzazione organica  |
| M. Adua  | 1019 | Produzione commercio dei fertilizzanti organici  |
| A. Caruso, F. Ferrotti, L. Gristina,<br>I. Poma, S. Saladino | 1039 | L'impiego dei concimi a lenta cessione per incrementare l'efficienza di utilizzazione dell'azoto |
| Rapporteur: S. de Bertoldi                                   | 1051 | Tavola rotonda: la filiera dei fertilizzanti organici  |

**Convegno****Presentazione dei manuali dei metodi di Analisi di Microbiologia e Biochimica del Suolo Viterbo, 19 aprile 2002**

- |                        |      |   |
|------------------------|------|---|
|                        |      | Presentazione   |
| A. Benedetti           | 1061 | Presentazione dei Manuali di Metodi di Analisi di Microbiologia e Biochimica del Suolo                        |
| L. Gianfreda, M.A. Rao | 1071 | Metodi standardizzati di analisi di biochimica del suolo: una necessità per gli studiosi di scienza del suolo |
| L. Allievi             | 1083 | Sinergie di competenze intraspecifiche  |

**Convegno****Utilizzo e riciclo dei sottoprodotti dell'industria agrumaria Acireale, 21 maggio 2002**

- |  |      |   |
|--|------|---|
| F. Tittarelli  | 1091 | Problematiche e sviluppo delle attività nel settore del compostaggio<br>Progetto finalizzato MiPAF  |
| P. Rapisarda   | 1095 | Sostanze ad alto valore aggiunto dai sottoprodotti dell'industria agrumaria   |
| A. Saija, G. Tringali, E. Insirello,<br>F. P. Bonina, P. Rapisarda | 1105 | Sottoprodotti dell'industria agrumaria: possibili applicazioni nel campo nutraceutico   |
| F. Tittarelli, A. Trincherà,<br>A. Benedetti                       | 1111 | Stabilizzazione della sostanza organica di compost da residui dell'industria agrumaria  |
| A. Lanza, L. Biondi  | 1119 | Utilizzo zootecnico del pastazzo  |
| V. Tamburino, S.M. Zimbone   | 1133 | Tecniche di campo per l'essiccazione del pastazzo di arancia  |
| M.L. Calabretta  | 1147 | Produzione di compost dai residui dell'industria agrumaria  |
| C. De Simone, M. Marchionni,<br>S. Selvi                           | 1155 | Fito e genotossicità del pastazzo di agrumi   |
| F. Pierandrei, M. Tullio,<br>A. Salerno, E. Rea                    | 1163 | Residui compostati dei processi di trasformazione degli agrumi: possibilità di utilizzo nell'allevamento di piante in condizioni di fuori suolo |
| M. de Bertoldi   | 1169 | Soluzioni tecnologiche e impiantistiche per il compostaggio dei residui dell'industria agrumaria  |
| G. Gulisano, C. Sturiale   | 1177 | Aspetti economici relativi all'utilizzo dei sottoprodotti dell'industria agrumaria  |

Indice generale volume 51 (2002) I

Indice degli autori VII

<b>Indice degli Autori</b>			
(in parentesi il numero del fascicolo)			
Adamo P.	589 (1-2)	Costantini E.A.C.	135, 505 (1-2)
Adua M.	923, 1019 (4)	Crecchio C.	307 (1-2)
Agnolucci M.	159 (1-2)	Curci M.	307 (1-2)
Alianiello F.	943 (4)	D'Acqui L.	447 (1-2)
Allievi L.	1083 (4)	Dazzi C.	81, 455, 557, 673 (1-2)
Antonelli M.	361 (1-2)	de Bertoldi M.	933, 1015, 1169 (4)
Arcara P.G.	401 (1-2)	de Bertoldi S.	921, 1051 (4)
Arienzo M.	589 (1-2)	De Giorgio D.	227 (1-2)
Aru A.	105, 201, 249, 333, 769 (1-2)	De Roma M.A.	493 (1-2)
Baccella S.	341 (1-2)	De Simone C.	1155 (4)
Bacchitta M.	249 (1-2)	Del Gallo M.	341, 361, 381 (1-2)
Baldaccini P.	493 (1-2)	Del Vecchio A.	219 (1-2)
Bambina A.	699 (1-2)	Dell'Abate M.T.	753, 759 (1-2)
Barbarossa L.	249 (1-2)	Dell'Orco S.	921 (4)
Bardi L.	259 (1-2)	Di Dio C.	187 (1-2)
Basile A.	177 (1-2)	Di Fiore P.	249 (1-2)
Benedetti A.	149, 317, 627, 689 (1-2); 919, 935, 949, 977, 1061, 1111 (4)	Dodero A.	447 (1-2)
Beni C.	187 (1-2); 773 (3)	Fadda N.	60 (1-2)
Bianco M.R.	589 (1-2)	Fanni S.	60 (1-2)
Biondi F.A.	517 (1-2)	Fantola F.	60 (1-2)
Biondi L.	1119 (4)	Felici B.	773 (3)
Bonina F.P.	1105 (4)	Ferralis M.	201, 249, 333 (1-2)
Borghero C.	249 (1-2)	Ferrotti F.	1039 (4)
Borghero G.	249 (1-2)	Fierotti G.	5 (1-2)
Bosco M.	353 (1-2)	Figliolia A.	187, 269, 437, 517 (1-2)
Botta A.L.	361 (1-2)	Filidei S.	427 (1-2)
Botti P.	201, 249, 333, 541 (1-2)	Fornaro F.	227 (1-2)
Bourlot G.	219 (1-2)	Francaviglia R.	897 (3)
Brenna S.	177 (1-2)	Freppaz M.	467 (1-2)
Buscarinu P.	249 (1-2)	Funari G.	699 (1-2)
Buscaroli A.	637 (1-2)	Galanti F.	277 (1-2)
Calabretta M.L.	1147 (4)	Gamba C.	401 (1-2)
Calzolai C.	757 (1-2)	Garcia C.	427 (1-2)
Canali S.	773, 833 (3); 939 (4)	Gherardi M.	637 (1-2)
Caniglia K.	455, 699 (1-2)	Gianfreda L.	297 (1-2); 1071 (4)
Caruso A.	1039 (4)	Gioacchini P.	963 (4)
Castrignanò A.	227 (1-2)	Govi M.	999 (4)
Cavallari L.	517 (1-2)	Grieco F.	419 (1-2)
Ceccanti B.	333, 427 (1-2)	Gristina L.	1039 (4)
Cellammare P.	759 (1-2)	Gulisano G.	1177 (4)
Cenci R.M.	277 (1-2)	Iannone E.	759 (1-2)
Chersich S.	467 (1-2)	Indiati R.	437 (1-2)
Ciavatta C.	941, 963 (4)	Indorante A.	651, 661, 699 (1-2)
Coppola A.	249, 541 (1-2)	Ingoglia C.	341 (1-2)
Corrias R.	201, 249, 333 (1-2)	Insirello E.	1105 (4)
		Intrigliolo F.	833 (3); 937 (4)
		Lacertosa G.	419 (1-2); 833 (3)
		Lachi A.	505 (1-2)
		Lai P.	607 (1-2)
		Lanza A.	1119 (4)
		Laudicina V.A.	699 (1-2)
		Leita L.	943 (4)
		Leonelli A.	773 (3)
		Leva F.	277 (1-2)
		Linzalone N.	419 (1-2)
		Lo Papa G.	673, 699 (1-2)
		Lorito S.	531 (1-2)
		Lumini E.	353 (1-2)
		Macci C.	427 (1-2)
		Madrau S.	493, 571 (1-2)
		Manca D.	607 (1-2)
		Mancini F.	31 (1-2)
		Mangione D.	773 (3)
		Marchionni M.	1155 (4)
		Marras G.	201, 249, 333 (1-2)
		Marsili A.	187 (1-2)
		Martalò P.F.	219 (1-2)
		Marzadori C.	963 (4)
		Marzona M.	259 (1-2)
		Masciandaro G.	333, 427 (1-2)
		Materassi R.	353 (1-2)
		Mazzoncini M.	447 (1-2)
		Medina Hoyos V.	137 (1-2)
		Menconi A.	517 (1-2)
		Mereu G.	607 (1-2)
		Mininni R.	307 (1-2)
		Mocali S.	165 (1-2); 949 (4)
		Montecchi G.	517 (1-2)
		Montecchio D.	963 (4)
		Monteleone S.	557, 673 (1-2)
		Montemurro N.	419 (1-2)
		Montis C.	249 (1-2)
		Muntau H.W.	201, 249 (1-2)
		Murru E.	249, 541 (1-2)
		Nannipieri P.	133 (1-2); 941 (4)
		Neri U.	437 (1-2)
		Nigro C.	931 (4)
		Nisini L.	317, 627 (1-2)
		Nuti M.	159 (1-2)
		Onano M.	607 (1-2)
		Pagliai M.	135 (1-2)
		Paladino V.	661 (1-2)
		Pennelli B.	269 (1-2)
		Perucchini I.	437 (1-2)
		Petacco F.	447 (1-2)
		Pezzarossa B.	447 (1-2)
		Piazzi M.	219 (1-2)
		Pichiri G.	249 (1-2)
		Pierandrei F.	371 (1-2); 1163 (4)
		Pigna M.	289 (1-2)

Pin P.	201, 249 (1-2)	Tittarelli F.	165 (1-2);
Pini R.	447 (1-2)		929, 1091, 1111 (4)
Piovanelli C.	401 (1-2)	Trinchera A.	627 (1-2);
Poggio G.	427 (1-2)		977, 1111 (4)
Poma I.	1039 (4)	Trincherini P.R.	277 (1-2)
Pompili L.	317 (1-2)	Tringali G.	1105 (4)
Puddu R.	201, 249, 607 (1-2)	Tullio M.	371 (1-2); 1163 (4)
Raimondi S.	651, 661,	Tusa D.	455, 467, 699 (1-2)
	673 (1-2)	Vacca S.	201, 249,
			333, 541 (1-2)
Ramieri N.	963 (4)	Vianello G.	121, 531,
Rao M.A.	1071 (4)		637 (1-2)
Rapisarda P.	833 (3);	Viola A.	249 (1-2)
	1095, 1105 (4)	Violante A.	289 (1-2)
Rea E.	169, 371 (1-2);	Violante P.	589 (1-2)
	1163 (4)	Visconti A.	419 (1-2)
Ricciardella M.	289 (1-2)	Vizioli V.	989 (4)
Ricciuti P.	307 (1-2)	Volterra L.	249 (1-2)
Risaliti R.	447 (1-2)	Zimbone S.M.	1133 (4)
Rocuzzo G.	833 (3)	Zucca C.	467 (1-2)
Rondelli F.	731 (1-2)	Zuddas S.	249 (1-2)
Rosetti P.	531 (1-2)		
Rossi G.	269 (1-2)		
Ruggiero P.	307 (1-2)		
Russo A.	159 (1-2)		
Saija A.	1105 (4)		
Saiu G.	249 (1-2)		
Saladino S.	1039 (4)		
Salerno A.	371 (1-2);		
	1163 (4)		
Salis F.	249, 541 (1-2)		
Sanesi G.	107 (1-2)		
Sangiorgi R.	773 (3)		
Sanna F.	607 (1-2)		
Sannino F.	297 (1-2)		
Santi C.A.	447 (1-2)		
Santini A.	249, 541 (1-2)		
Scalas M.	249 (1-2)		
Scalenghe R.	455 (1-2)		
Scatena M.	447 (1-2)		
Sechi N.	249 (1-2)		
Selvi S.	1155 (4)		
Sequi P.	41, 627 (1-2);		
	911, 945 (4)		
Servadio P.	187 (1-2)		
Silva S.	927 (4)		
Sinopoli A.M.	977 (4)		
Socciarelli S.	269 (1-2)		
Solaro S.	467 (1-2)		
Spanu P.	201, 249, 333 (1-2)		
Steffan S.	259 (1-2)		
Sturiale C.	1177 (4)		
Tamburino V.	1133 (4)		
Terribile F.	177 (1-2)		
Tettamanzi F.	1007 (4)		
Tiberti A.R.	381 (1-2)		
Tinelli A.	517 (1-2)		





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**

Eleonora Lombardi

**Segretario di Redazione**

Filippo Ilardi

**Stampa**

Delta Grafica s.r.l. - Via G. Pastore, 9  
06012 Città di Castello (PG)

Finito di stampare nel dicembre 2002

**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.ssa Rosa Francaviglia**

Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante  
Via della Navicella, 2/4 - 00184 Roma  
tel. 06 7005299 - fax 06 7005711 - e-mail r.francaviglia@isnp.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 della Terra, Università di Cagliari  
Via Trentino, 51 - 09100 Cagliari  
tel. 070 6757748 - 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 e Segreteria: 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; r.francaviglia@isnp.it

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

Il *Bollettino SISS* ha ottenuto il contributo del Ministero per i Beni e le Attività Culturali - Divisione Editoria - per le pubblicazioni di elevato valore culturale.

# NON POSSIAMO MANGIARCI LA TERRA

IL.S.A. produce CONCIMI ORGANICI, CONCIMI ORGANOMINERALI e MICROELEMENTI COMPLESSATI con AMMINOACIDI in grado di nutrire, curare e biostimolare tutte le colture: prodotti EVOLUTI, EFFICIENTI e CONVENIENTI, frutto di ricerche e sperimentazioni continue, in grado di garantire un'alta efficienza salvaguardando nel contempo la conservazione dell'ambiente e la sicurezza dell'operatore. IL.S.A. produce per gli agricoltori che coltivano oggi con la consapevolezza che, "su questa Terra", dovranno coltivare anche i loro figli.



BIOPROTEINE E FERTILIZZANTI

36071 ARZIGNANO (VI)

Tel. 0444/452020 r.a. - Fax 0444/671596

E-Mail: [ilsa@ilsaspa.it](mailto:ilsa@ilsaspa.it) - <http://www.ilsaspa.it>