



 FIERA DI FORLÌ



ECOTEC

MODELLI ORGANIZZATIVI

E TECNOLOGIE

PER LA DIFESA DELL'AMBIENTE

Con il patrocinio:
del Ministero dell'Ambiente
del Ministero della Ricerca Scientifica
del Ministero della Sanità
del Ministero dell'Industria
e con la partecipazione della
C.E.E.

CONVEGNI A CURA DI

ISTITUTO SUPERIORE di SANITÀ - Roma
COMUNE di FORLÌ: Settore Servizi Ecologici
PROVINCIA di FORLÌ: Assessorato Ambiente
U.S.L. n. 38 di Forlì: Sezione Igiene Pubblica
A.M.I.U. Forlì
A. Biotec Forlì
Snamproggettibiotecnologie S.p.A. - Milano

FORLÌ

17 - 20 OTTOBRE 1990

Parametri biologici per la valutazione della qualità del compost

GIANNI ZORZI, ROBERTO JODICE*, SILVIA SILVESTRI

Istituto Agrario Provinciale

38010 San Michele all'Adige Trento

* Centro Internazionale Legno

Borgo Grotta Gigante, 57

34010 Sgonico (TS)

Sommario

Vengono riportate le metodologie di analisi biologica più rappresentative per controllare l'evoluzione dei materiali sottoposti a compostaggio. Vengono riferiti i risultati ottenuti applicando il test di germinazione con *Lepidium sativum* ed il metodo respirometrico con apparecchio elettrolitico su 29 campioni di compost di 22 impianti nazionali e stranieri; vengono, inoltre, presentate le risposte agli stessi saggi di materiali in corso di trasformazione e di prodotti finiti sia di un impianto da RSU in scala reale sia di un impianto sperimentale di trattamento fanghi miscelati a residui lignocellulosi. In tutti i casi si è riscontrata una correlazione negativa tra i valori degli indici di germinazione, progressivamente crescenti nel tempo, e quelli di respirazione, in costante diminuzione. Assumendo il valore di $I_g = 70\%$ quale limite inferiore per escludere effetti fitotossici sulle colture, in particolare nel caso di applicazioni specialistiche del compost, i valori corrispondenti dell'indice di respirazione sono risultati di 136 e 124 mg O₂/Kg VS/h, rispettivamente per il prodotto dell'impianto in scala reale e per quello ottenuto in piccola scala; per i 29 campioni di compost analizzati l'I_r è risultato pari a 98 mg O₂/Kg VS/h.

Introduzione

In Italia sono attualmente in esercizio n. 21 impianti di compostaggio che utilizzano la frazione organica dei RSU mentre altri sono in corso di allestimento e progettati. Accanto a queste unità, per lo più di medio-grande dimensione, si riscontrano inoltre alcuni impianti che utilizzano i fanghi degli impianti di depurazione delle acque reflue urbane e altri rifiuti speciali a matrice prevalentemente organica. Complessivamente si stima che vengano prodotti annualmente più di 240 mila tonnellate/anno di compost.

Le problematiche attinenti al compostaggio sono molteplici, e spaziano dalle caratteristiche analitiche delle materie prime, alla metodologia e tecnologia di processo, ai costi di investimento e di gestione degli impianti, alla qualità dei prodotti ottenuti. Ed è soprattutto su questo argomento che si registrano le più intense difficoltà, poiché nonostante gli sforzi economici e gestionali di questi ultimi anni, le caratteristiche qualitative ed agronomiche dei compost sono ancora per molti versi insoddisfacenti. Ne è la riprova la difficoltà di collocazione del prodotto in numerose realtà territoriali italiane, poiché gli operatori agricoli non sempre risultano gratificati dal suo impiego. In questo contesto

si rende sempre più necessario intraprendere l'orientamento di una maggiore qualificazione della produzione, soprattutto per quanto attiene al contenuto di elementi minerali (ivi compreso quello dei metalli pesanti), alle caratteristiche fisiche (porosità, salinità, pH, ecc.), al grado di maturità e di stabilità della frazione organica, in particolare di quella unificata. Nella presente relazione vengono esposti i principali metodi biologici per la valutazione della qualità del compost, da intendersi quali parametri indiretti delle caratteristiche analitiche delle sostanze presenti nel prodotto; verranno inoltre discussi recenti risultati di sperimentazioni impostate su questo argomento ed ottenuti presso l'Istituto Agrario Provinciale di San Michele all'Adige.

Materiali e metodi

Saggi di valutazione della qualità del compost con impiego di essenze vegetali.

Sono note numerose metodologie di laboratorio che utilizzano l'accrescimento di piante test, in condizioni controllate, su substrati contenenti percentuali variabili di compost.

Juste *et al.* (1984) riportano l'impiego di *mais e fagiolo*, fatti germinare e sviluppare in contenitori riempiti con solo compost (15 e 5 semi per vaso, rispettivamente, e 2 kg di sostanza secca quale substrato): dopo 4 settimane di coltura si misura la produzione vegetale (parte epigea), messa a confronto con il testimone costituito da torba avente un pH di 7,5, corretto con CaCO_3 . La sensibilità del metodo è risultata molto elevata, sia nei confronti del parametro salinità che del grado di maturità dei prodotti. In particolare è stata rilevata, da parte degli Autori, l'influenza del periodo di processo sulla risposta delle piante test: la correlazione positiva riscontrata mette in evidenza una produzione crescente di biomassa con il procedere della trasformazione dei materiali organici.

Wong *et al.* (1985) riferiscono di un saggio che impiega *Brassica parachinensis* e precisamente semi pregerminati di questa essenza (dopo 15 giorni dalla semina), fatti accrescere in vaso di diametro = 12 cm su un substrato contenente aliquote differenti di compost e sabbia, corrispondenti a 75, 100 e 125 t/ha di prodotto. Il testimone è costituito da sola sabbia, e la coltura viene attuata per 24 giorni, in condizioni controllate. Gli stessi Autori hanno messo a punto un saggio di germinazione «in vitro», utilizzando sempre semi di *B. parachinensis*: 10 semi vengono posti in capsula Petri su carta da filtro imbevuta con 7 ml di estratto di compost, a differente concentrazione. Il testimone è costituito da acqua distillata; dopo 6 giorni si determina la percentuale di semi germinati e la lunghezza delle radici. Il metodo risulta semplice ed efficace agli effetti della valutazione del grado di maturità dei compost ed i risultati vengono anche confermati dalle prove di accrescimento della stessa essenza in vaso.

Katayama *et al.* hanno sperimentato l'impiego di *Brassica rapa var. pervidis*; 30 semi di questa essenza vegetale vengono fatti germinare e sviluppare in vasi Neubauer contenenti ciascuno 5 - 20 g di compost (sostanza secca), e 720 g di terreno sabbioso, essiccato all'aria. L'idratazione del substrato permette la germinazione; le piantule vengono successivamente diradate (ne residuano 10). Le misure effettuate a giorni alterni attingono alla lunghezza della foglia più lunga di ciascuna pianta. Al termine del saggio viene determinato il peso fresco di ciascuna tesi; il testimone è costituito da terreno integrato con una soluzione nutritiva minerale. Gli Autori hanno valutato l'influenza del grado di maturazione del compost sulla crescita di *Brassica r.*, in confronto allo sviluppo della stessa essenza su terreni concimati con fertilizzanti minerali aventi analogo contenuto di azoto. Saggiando compost immaturi si è riscontrata una inibizione dello sviluppo delle piante, per la presenza di acidi grassi di piccola dimensione molecolare (acido propionico e n-butyrico). Quantità elevate di compost causano inoltre una inibizione dello sviluppo per l'elevata salinità apportata dai prodotti. Tenendo conto di questi effetti, lo sviluppo del vegetale è risultato correlato al rapporto C organico, N organico dell'estratto acquoso

del compost. Ad esempio, nel caso di impiego di compost maturi lo sviluppo del vegetale test è risultato superiore a quello concimato con azoto minerale, registrando un rapporto C org/N org dell'estratto acquoso del compost di circa 5 - 6; questo valore è risultato costante in numerosi campioni di compost e pertanto risulta indipendente dalla natura delle materie prime impiegate nel processo.

Genevini *et al.* riporta un insieme di esperienze condotte con *Lactuca sativa* quale pianta test; campioni di fanghi e compost vengono confrontati con il letame alle dosi agronomiche equivalenti a 10 t/ha e 20 t/ha di sostanza secca. I semi di *Lactuca s.* vengono fatti germinare in un letto di sabbia; il trapianto in numero di 2 piante/vaso viene eseguito allo stadio di 1° foglia vera su terreno addizionato, in differenti vasi, con dosi crescenti di concime minerale azotato (solfato ammonico) e con una dose costante di solfato potassico e fosfato monocalcico. La finalità di questa integrazione è quella di determinare l'andamento della crescita del vegetale nelle differenti condizioni di stato nutrizionale e di confrontarlo successivamente con quello delle tesi ove viene applicato il campione di compost. L'effetto agronomico della concimazione con compost viene determinato mediante un confronto matematico degli sviluppi delle piante. Il saggio permette di verificare se il compost applicato (o il fango) è in grado di soddisfare le esigenze nutrizionali del vegetale o se, per contro, interferisce con l'assimilazione degli elementi nutritivi presenti nel terreno.

La germinazione del *Lepidium sativum* (crescione inglese) è un test biologico ampiamente sperimentato da numerosi Autori ed Istituzioni (Zucconi, IPLA, Istituto Agrario Provinciale di San Michele all'Adige). Per l'applicazione di questo saggio il contenuto in acqua del campione deve essere portato a valori dell'85%. Dopo 2 ore di riposo a temperatura ambiente, il campione viene centrifugato per 15' a 6000 g/m e successivamente filtrato con un apparecchio munito di membrana di cellulosa sterilizzante. L'estratto viene diluito con acqua distillata fino ad ottenere le concentrazioni di 50% e 75%; ciascun prelievo si distribuisce in 5 capsule Petri contenenti carta bibula in ragione di 1 ml per capsula. Parallelamente si prepara il testimone utilizzando acqua distillata. In ogni capsula vengono introdotti 10 semi di crescione inglese e dopo 24 ore in termostato a 27°C si registrano i semi germinati e la lunghezza radicale (in mm). I risultati vengono espressi come indice di germinazione (Ig), alla diluizione considerata mediante la seguente formula:

$$Ig (\%) = \frac{Gc \times Lc}{Gt \times Lt} \times 100$$

dove:

Gc = n° medio semi germinati - campione

Gt = n° medio semi germinati - testimone

Lc = lunghezza radicale media - campione

Lt = lunghezza radicale media - testimone

Per la valutazione dei materiali saggiati si considera la media del valore di Ig ottenuti con la diluizione 75% e 50%. Qualora il risultato si collochi su valori inferiori a 40%, il materiale viene considerato fitotossico; con valori superiori a 70% il campione è valutato esente da fattori di fitotossicità. Nel caso di valori intermedi (intervallo 40% - 70%) si impone un ulteriore controllo mediante il saggio di accrescimento.

Oltre che nel saggio di germinazione, il *Lepidium sativum* viene anche impiegato in un saggio di accrescimento in vaso. La metodica prevede la miscelazione del materiale da saggiare con il substrato di base costituito da 50% di sabbia e 50% di torba acida (v/v), preventivamente corretta con calce fino a pH 6,5. Le dosi di materiale da utilizzare sono 75 e 150 g di sostanza secca/litro di substrato; per ogni dose vengono effettuate 3 ripetizioni. Le miscele così ottenute vengono poste in vasi della capacità di 2 litri conte-

menti sul fondo uno strato di argilla espansa; la miscela viene coperta in superficie con uno strato di 1 cm di sabbia. Viene quindi effettuata la semina del crescione inglese utilizzando un numero di semi/vaso tale da garantire la germinazione di almeno 100 semi. Questi vengono poi ricoperti con uno strato di perlite di 1 cm. Parallelamente si prepara uno sviluppo vegetativo (circa 21 giorni), le piantine vengono tagliate per determinare la biomassa prodotta, espressa come sostanza secca. L'indice di accrescimento relativo alla dose considerata si ottiene con la formula seguente:

$$Gm (\%) = \frac{Gc}{Gt} \times 100$$

dove:

Gc = produzione media del campione

Gt = produzione media del testimone

Per l'interpretazione di questo test si considera la media dei valori di Gm ottenuti alla dose 75% e 150%. Qualora il risultato sia superiore a 100 (valore di Gm assegnato al testimone non concimato) il materiale non è considerato fitotossico; con valori inferiori a 100 il campione conserva elementi di fitotossicità ed il materiale richiede trattamenti specifici prima di una eventuale applicazione agronomica.

I due test differiscono pertanto non solo come metodologia esecutiva ma anche per le finalità. Nel caso del saggio di germinazione viene valutata la eventuale fitotossicità «istantanea» del campione, ovvero la presenza di sostanze fitotossiche contenute al momento della determinazione (è da considerare il fatto che il saggio è molto rapido e si evita così la potenziale biodegradazione dei fattori fitotossici di natura organica); mentre con il test di accrescimento si determina anche la presenza di sostanze fitotossiche più stabili nel tempo. È stato messo in evidenza che la germinazione del *Lepidium s.* è influenzata negativamente dalla presenza eccessiva di azoto ammoniacale, di acidi organici volatili (acetico, propionico, butirrico), di alcuni metalli pesanti solubili.

Con la stessa metodologia sono stati eseguiti saggi di accrescimento con *Lolium italicum* e con *Nasturtium officinalis* (Regione Piemonte 1986). I risultati conseguiti hanno evidenziato che il *Nasturtium o.*, pur risultando sensibile alla fitotossicità, ha tempi di germinazione e di sviluppo molto lunghi: così il *Lolium i.*, che, tra l'altro, è anche meno sensibile alle fitotossine e facilmente si adegua a substrati debolmente tossici. La fase di germinazione e di accrescimento del *Lepidium sativum* invece è più rapida ed inoltre questa assenza evidenza maggiore sensibilità alla tossicità dei materiali saggiati.

Barideau ha utilizzato *Lolium perenne* in un saggio di accrescimento in vaso: 5 g di compost vengono mescolati con 1,5 kg di terreno e posti in contenitori di cm 13 x 13 x 13. Dopo la semina di *Lolium perenne* (1,5 g) e 6 settimane di coltura si determina la produzione di sostanza secca e il contenuto di azoto della parte epigea. La quantità di azoto assorbito, (costituita dalla differenza fra quantità assoluta di azoto del Loietto cresciuto sul terreno concimato con compost e quella del Loietto su testimone) è un indice utilizzabile per la valutazione della qualità del campione. L'Autore ha messo in evidenza una relazione statistica tra i risultati del saggio di germinazione con *Lepidium sativum* e quelli ottenuti con il saggio di accrescimento con *Lolium perenne*: è opinione di Barideau che l'indice di germinazione sia correlato alla presenza ed alla disponibilità di azoto, con specifico riferimento alla sua forma ammoniacale.

Von Gusemleiner, Müller, Nimmervoll (1982) riportano prove di accrescimento su substrati a base di compost ottenuti da RSU con numerose essenze vegetali: *Zea mais*, *Splintacea oleracea*, *Medicago lupulina*, *Phleum pratense*, *Raphanus sativum*, *Crisantemum indicum*, *Antirrhinum majus*, *Hordeum vulgare*.

Nasi-Kugimoto ha inoltre sperimentato *Lemna minor* quale essenza test, sensibile al-

la presenza di metalli pesanti e di sostanze organiche nei compost.

I saggi suddetti, così come i precedenti, fanno riferimento all'impiego di vegetali superiori; vengono riportate, peraltro, anche esperienze con utilizzo di vegetali inferiori quali *Selensastrum capricornium* (alga verde dell'ordine Chroococcales) e *Chaetium gracile* (fungo ascomicete). *Selensastrum capricornium* è un'alga ubiquitaria, unicellulare, di facile coltivazione in terreni inorganici senza alcuna aggiunta di sostanze organiche; non è pertanto particolarmente esigente e presenta analogie fisiologiche e funzionali con quelle delle piante superiori. Il saggio viene eseguito in mezzo liquido a 24°C per 14 giorni in condizioni controllate di illuminazione (14 h di luce, 4000 lux e 10 h di buio). Al termine dell'incubazione si rilevano le anomalie della forma, la grandezza delle cellule e dei cloroplasti. I risultati sinora conseguiti hanno evidenziato che l'alga è in grado di differenziare la qualità dei diversi materiali organici saggiati (ammendanti organici) ed anche la presenza di fattori fitotossici nei reflui dei depuratori o di particolari impianti industriali. Il saggio di accrescimento del *Chaetium gracile* è stato sperimentato a lungo sin dagli anni 1960 con risultati contraddittori: attualmente è stato praticamente abbandonato.

Saggi respirometrici

I microorganismi saprofiti, nell'utilizzare quale fonte di energia e di nutrimento le sostanze organiche del substrato, consumano O₂ ed emettono CO₂ in condizioni di aerobiosi. Il metabolismo è più intenso nel caso in cui i composti organici risultino facilmente biodegradabili, mentre è molto più lento con sostanze organiche a più elevata complessità molecolare e strutturale. Nella tavola I vengono riportati alcuni indici di biodegradabilità relativi ai principali composti presenti nelle materie prime del processo di compostaggio (l'indice suddetto è da intendersi quale aliquota percentuale di sostanze mineralizzate dopo 30 giorni di processo in condizioni controllate).

Tavola I - Indici di biodegradabilità dei composti organici

COMPOSTO	COEFFICIENTE DI BIODEGRADAZIONE IN %
glucosio	100
amido	75
cellulosa (cotone)	30
cellulosa Kraft	50
pasta di legno (meccanica)	15
emicellulosa (pentosani)	50
emicellulosa (glucosani)	55
lipidi	50
proteine	70
lignina	0

Pertanto la misura della biodegradabilità delle sostanze organiche presenti nei materiali in corso di trasformazione è un indice del grado di evoluzione del prodotto ovvero della sua stabilità o maturità. Infatti, nelle prime fasi del processo vengono metabolizzate (mineralizzate) le sostanze organiche più facilmente biodegradabili quali zuccheri semplici, aminoacidi, proteine, amido, etc.; in una fase più avanzata residuano solo sostanze complesse quali cellulosa e lignina che lentamente evolvono a composti unici (acidi

umici, acidi fulvici) molto stabili e poco biodegradabili.

I metodi respirometrici sono metodi indiretti di misura della stabilità dei prodotti organici (tra cui i composti) e consistono nella determinazione dei consumi unitari di ossigeno da parte delle popolazioni microbiche presenti nel campione: in alternativa si può determinare l'emissione di CO_2 e riportare il valore a quello del consumo di O_2 , supponendo che il quoziente respiratorio sia eguale a 1. Le tecniche messe a punto per la misura dell'indice di respirazione sono diverse (Nicolardot, etc.). Presso la Stazione Sperimentale Agraria e Forestale di San Michele dall'Adige Cicotti e Toller (1989) hanno messo a punto un metodo semplice ed efficace che utilizza un respirometro elettrolitico per la misura diretta del consumo di O_2 da parte delle popolazioni microbiche del compost. L'apparecchio funziona in modo da mantenere costante la pressione parziale dell'ossigeno all'interno di un recipiente ermeticamente chiuso, mentre l'anidride carbonica emessa viene assorbita da una soluzione alcalina. La quantità di O_2 è valutata in base all'intensità di corrente elettrica che attraversa il circuito e pertanto può essere facilmente rilevata e registrata su computer. Per questa determinazione il contenuto in acqua dei campioni da saggiare deve essere uniformato all'80% della loro capacità di ritenzione idrica massima. In ogni vaso della capacità di 2 litri, munito di tappo a vite a chiusura ermetica e perforato da un tubicino di collegamento con il generatore di ossigeno, vengono introdotti 50 g di sostanza secca ed un becker da 100 ml contenente 70 ml di KOH 4N.

Per ogni tesi sono previste non meno di 4 ripetizioni. Al termine della prova, che ha durata di 72 ore, si ottengono i valori cumulativi, ora per ora, del consumo di ossigeno riferiti a 50 g di sostanza secca, da cui, moltiplicando per 20, si ottiene il consumo per kg di sostanza secca.

Risultati

I saggi di germinazione e respirometrici sono stati utilizzati per valutare la stabilità biologica di 32 campioni di composti prodotti in impianti italiani e stranieri; inoltre sono stati impiegati per seguire e controllare l'evoluzione del processo sia in un impianto sperimentale che in un impianto in scala reale.

Nelle tavole 2 e 3 vengono riportati gli andamenti degli indici di germinazione e di respirazione della frazione organica da RSU in impianto in scala reale, mentre nelle tavole 4 e 5 viene esposta l'evoluzione degli stessi indici determinati su una miscela di fanghi urbani e cortecce di conifere sottoposti a processo nell'impianto sperimentale di Ischia Podetti di proprietà della Provincia Autonoma di Trento.

Il quadro di insieme delle risposte ottenute viene qui di seguito esposto:

TEMPO DI PROCESSO (giorni)	IMPIANTO NAZIONALE I_R^* (%)	I_R (mg O_2 /kg VS/h)
0	0	307
21	0	361
42	53	265
63	68	163
84	71	84
105	87	76
126	98	53

TEMPO DI PROCESSO (giorni)	IMPIANTO SPERIMENTALE I_R^* (%)	I_R (mg O_2 /kg VS/h)
0	5.4	427
10	9.9	514
20	38.5	398
40	50.7	229
60	52.5	136
80	82.7	107
90	71.5	53

* alla concentrazione dell'estratto acquoso 75-50%

TAVOLA 2

Saggio di fitotossicità - Indice di germinazione *Lepidium* s. Compost da RSU di un impianto nazionale

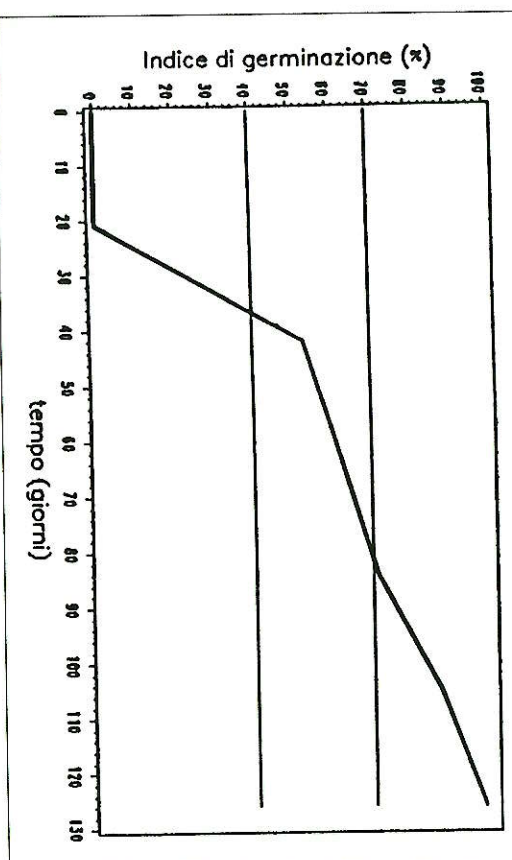


TAVOLA 3

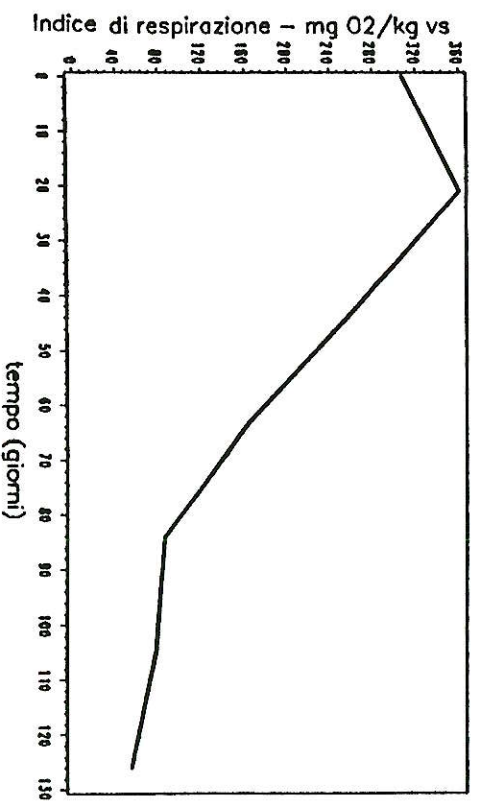
Saggio di respirazione - mg O₂ / kg vs. Compost da RSU di un impianto nazionale

TAVOLA 5

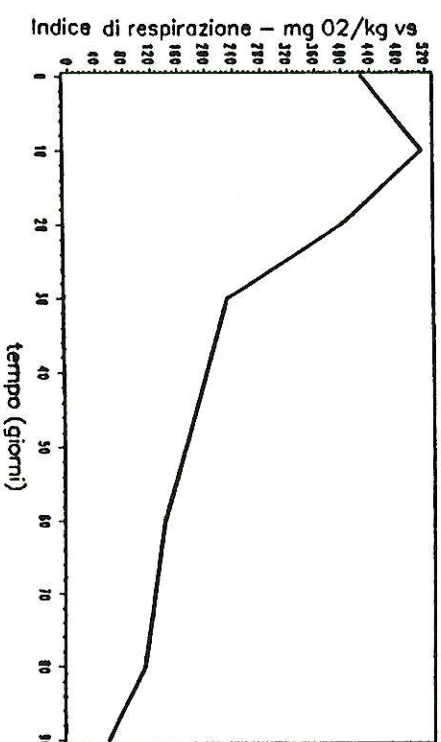
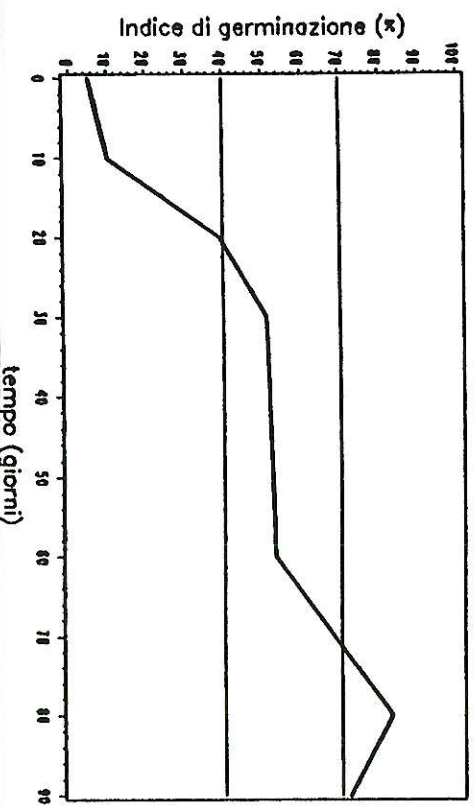
Saggio di respirazione - mg O₂ / kg. vs. Compost da cortecce e fanghi di Ischia Podetti

TAVOLA 4

Saggio di fitotossicità - Indice di germinazione *Lepidium* s. Compost da cortecce e fanghi di Ischia Podetti

Si rileva in entrambi i casi un aumento progressivo degli indici di germinazione e una costante diminuzione dei valori di respirazione con il procedere della trasformazione microbica; al termine l'Ig si colloca su valori superiori a 70% e l'Ir tende a stabilizzarsi attorno a valori inferiori a 100 mg O₂/kg VS/ora.

I risultati di Ig relativi alle due esperienze considerate sono stati correlati statisticamente con quelli di Ir, allo scopo di stabilirne le eventuali relazioni. Si è riscontrata così una correlazione negativa tra Ig e Ir altamente significativa (al diminuire dell'Ir aumenta l'Ig), a dimostrazione che con il procedere della trasformazione vengono metabolizzate le sostanze organiche più facilmente biodegradabili, potenzialmente fitotossiche, ed il prodotto maturo si arricchisce di composti più stabili e resistenti all'attacco microbico.

Nelle tavole 6 e 7 vengono rappresentate le rette di regressione tra i due indici analizzati. Poiché è stato dimostrato in precedenti esperienze che il valore del 70% di Ig rappresenta il limite inferiore per escludere effetti di fitotossicità sulle colture, in particolare con impieghi del compost nel settore vivaistico e più in generale quando si realizza un intimo contatto con gli apparati radicali, si è rilevato che i valori corrispondenti dell'indice di respirazione sono di 136 e 124 mg O₂/kg VS/ora rispettivamente per il prodotto dell'impianto in scala reale e per quello ottenuto in impianto sperimentale.

Nella tavola 8 vengono esposti alcuni valori di Ir e di Ig determinati su campioni di compost prodotti in alcuni impianti italiani ed europei; anche in questo caso si è riscontrata una correlazione negativa tra i valori dei due parametri: più specificamente il valore di Ir corrispondente a Ig = 70% è pari a 98 mg O₂/kg VS/ora.

Conclusioni

Sulla base delle risultanze dei lavori scientifici sinora effettuati, emerge che i parametri biologici attinenti alla germinazione ed all'accrescimento di essenze vegetali test possono essere validamente utilizzati per la valutazione della qualità del compost. In questo ambito risultano di grande interesse i saggi che impiegano il *Lepidium sativum*, sia per la semplicità di esecuzione, sia per la sensibilità ed accuratezza del metodo. Al contempo di grande rilievo è il test respirometrico che esprime il livello di stabilità del prodotto, una tra le con-

dizioni indispensabili per la sua applicazione agronomica. Vanno ulteriormente approfonditi alcuni aspetti relativi all'identificazione dei valori limite degli indici Ig e Ir in funzione di impieghi agronomici differenti (vivaiismo, pacciamatura, pieno campo).

Accanto a questi parametri devono comunque essere considerati i saggi attinenti alla presenza di microrganismi patogeni (salmonelle, indicatori fecali, etc.), già ampiamente considerati dalla letteratura scientifica del settore.

TAVOLA 6

Regressione lineare tra indice di germinazione e saggio di respirazione
Compost da RSU di un impianto nazionale

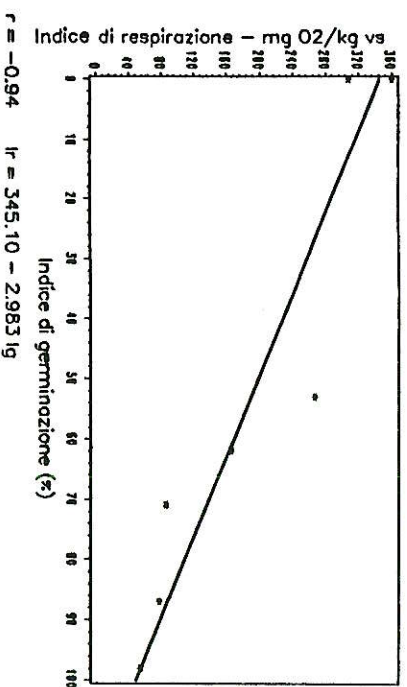


TAVOLA 7

Regressione lineare tra indice di germinazione e saggio di respirazione
Compost da cortecce e fanghi di Ischia Podetti

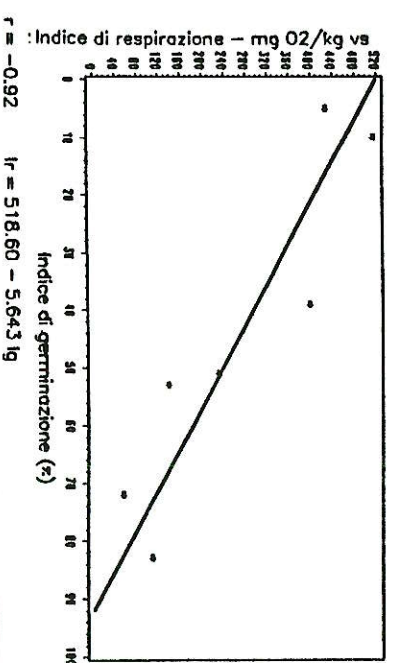
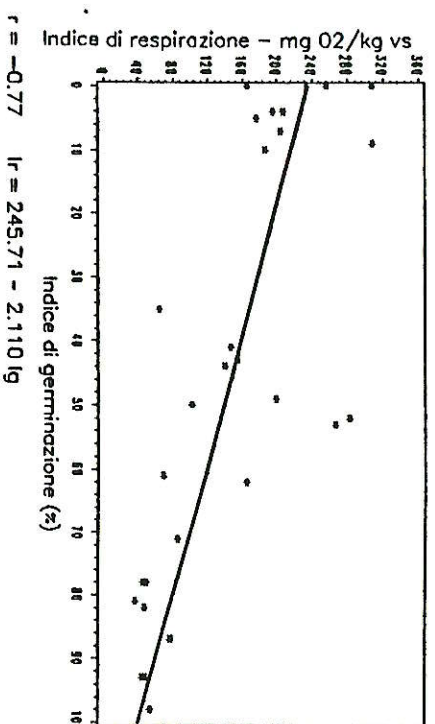


TAVOLA 8

Regressione lineare tra indice di germinazione e saggio di respirazione
Compost da RSU di impianti italiani ed europei



Bibliografia

- L. Bartheau - 1986. Germination tests for the determination of sludges agricultural value. Atti Simposio «Processing and use of organic sludge and liquid agricultural wastes. Roma 8-11 oct 1985, D. Reidel Publ.»
- A.M. Cicchetti, G. Toller - 1989. Descrizione di un respirometro elettrolitico per misure di attività respiratoria di materiali organici compostati. Atti Simposio «Produzione ed impiego del compost» San Michele all'Adige, 495-504.
- G. Platin, G. de Stanchina - 1982. Test biologico per i concimi organici. Esperienze e Ricerche, Stazione Sperimentale Agraria e Forestale di San Michele all'Adige (Trento), XI, 171 - 181.
- P.L. Genevini, L. Crippa, S. Medti - 1987. Confronto fra test di fitotossicità per l'impianto agricolo dei fanghi. Giornale di studio «Acque reflue e fanghi», Milano 18 - 19 febbraio 1987.
- R. Impens, L. Bartheau, A. Jacob - Remacle, E. Delcarte - 1980. Characterization, treatment and use of sewage and sludge. D. Reidel Publishing Company, 759 - 768.
- Istituto Agrario Provinciale di San Michele all'Adige. «Produzione ed impiego del compost da RSU e fanghi nel comparto agrario della Provincia di Trento». Relazioni delle attività svolte negli anni 1986, 1987, 1988, 1989.
- Istituto per le piante da legno e l'ambiente. «Metodi analitici». Torino 1984.
- R. Iodice - 1989. Parametri chimici e biologici per la valutazione della qualità del compost. Atti Simposio «Produzione ed impiego del compost», San Michele all'Adige, 363 - 384.
- C. Juste, P. Soldà, M. Lineres - 1986. Factors influencing the agronomic value of city refuse composts. Atti Simposio «Compost: production, quality and use». Udine, 388 - 398.
- A. Katayama, V. Chanayarak, M.F. Hirai, S. Mori, M. Shoda, H. Kubota - 1983. Effect of compost maturity on Kamatsuna (Brassica rapa var. pervidis) growth in Neubauer's pot. Atti Simposio «Recupero biologico e utilizzazione agricola dei rifiuti urbani». Napoli, 541 - 550.
- J.L. Morel, F. Collin, J.C. Gernon, P. Godin, C. Juste - 1984. Methods for the evaluation of the maturity of municipal refuse compost. Compositing of Agricultural and other wastes. Gasser ed Elsevier A.S.P. London, 56 - 72.
- P. Nappi, M. Consiglio - 1986. Saggi di fitotossicità: risultati delle ricerche per l'elaborazione di una metodica. Simposio «Fanghi di depurazione in agricoltura». Torino 19 - 20 novembre.
- P. Nappi, R. Bartheau, M. Consiglio, G. Zorzi, S. Silvestri, A.M. Cicchetti - 1989. Chemical-Physical and biological parameters for evaluating compost quality. International Symposium on «Compost recycling of wastes». Athens 4 - 7 October.
- Nasi, Kugimoto - 1981. «Arch. Environm. Contam. Toxicol 10, 159 - 169.

- B. Nicolardot, J.C. Gernon, R. Chaussod, G. Carraux - 1982. Une technique simple pour déterminer la maturité des composts urbains. *Compost. Information* 10, 2 - 4.
- B. Nicolardot, R. Chaussod, G.L. Morel, A. Guckert, D. Benistant, G. Carroux, J.R. Gernon - 1986. Appréciation simple de la maturité des composts urbains en relation avec leurs effets sur la production végétale. *Agronomie* 6/9, 819 - 827.
- Von J. Gusenleiner, H. Müller, W. Nimmervoll - 1982. Linzer Substrat-test, eine biologische Prüfung der Pflanzen-verträglichkeit von Komposten und Pflanzerden. *Die Bodenkultur* 33. Band, Heft 4, 305 - 313.
- M.H. Wong - 1985. Phytotoxicity of refuse compost during the process of maturation. *Environmental Pollution* (series A) 37, 159 - 174.
- G. Zorzi, R. Jodice - 1988. Chemical and biological characterization of compost from municipal and sludges, obtained through different process. 2nd International Conference on Environment Protection, S. Angelo Ischia (Napoli), 5 - 7 October, 4.B, 57 - 65.
- G. Zorzi, G. Urbini - 1989. Atti Simposio «Produzione ed impiego del compost». San Michele all'Adige, 61 - 83.
- G. Zorzi, S. Silvestri, R. Jodice - 1990. Atti Simposio «Recupero di risorse dai rifiuti». Imola 15 - 18 maggio, XXI.
- F. Zucconi, A. Monaco, M. Forte, M. de Bertoldi - 1984. Phytotoxins during the stabilization of organic matter. *Composting of agricultural and other wastes*. Gasser, J.K.R., Elsevier Longon.

L'attività di ricerca è stata effettuata in collaborazione con la Stazione Sperimentale Agraria e Forestale di San Michele all'Adige.

Batteri per l'ambiente

DOTT. ILARIO FANTEI

(Membro della «Water Pollution Control Federation» - USA)

Premessa

Per ottenere i rendimenti depurativi richiesti dalla tabella «A» della Legge Merli, è stato necessario migliorare la conoscenza sia delle specie dei microrganismi coinvolti nella biodegradazione, che i meccanismi fisici e biochimici che permettono queste reazioni.

Le ricerche eseguite in Giappone hanno portato alla formulazione del prodotto ECOSANA, costituito da circa 83 ceppi batterici diversi, selezionati ed adattati, il quale ha dimostrato di migliorare notevolmente i risultati depurativi degli impianti, garantendo l'evoluzione del processo biologico anche su prodotti di difficile biodegradazione.

Inoltre, dato che i ceppi contenuti in questo prodotto forniscono alte velocità di demolizione delle macromolecole inquinanti (grassi, proteine, carboidrati, cellulosa, ecc.) e si alimentano con i sottoprodotti derivanti da queste reazioni, riescono ad ottenere, sia in aerobiosi che in anaerobiosi, rendimenti depurativi superiori del 25-30% rispetto ai sistemi biologici spontanei ad uguale «carico sul fango».

Se poi il processo depurativo precede la digestione anaerobica, l'uso di ECOSANA incrementa la quantità di biogas in maniera proporzionale alla maggiore mineralizzazione raggiunta.

La validità di questo prodotto si dimostra anche nella rapidità della messa a regime dell'impianto; infatti il problema maggiore di questa fase è l'avviamento delle reazioni biologiche per una carenza di energia.

In questo caso il substrato inorganico, oltre a proteggere i ceppi anaerobici dall'azione dell'ossigeno, fornisce l'energia ai batteri chemiotrofici al momento della loro riattivazione, tramite una reazione di ossido riduzione.

Per questo e per la presenza dei batteri fotosintetici l'inoculo di questi microrganismi su qualsiasi substrato biodegradabile è immediato, poiché non si deve aspettare che venga accumulata l'energia necessaria allo sviluppo ed alla moltiplicazione degli organismi preposti alla depurazione.

La presenza di batteri fotosintetici, della famiglia dei solfobatteri, determina inoltre una notevole azione deodorante nel sistema, poiché i prodotti della putrefazione sono indispensabili al loro metabolismo.

Infatti la luce in questi batteri viene captata da gocce di zolfo elementare accumulate nel protoplasma cellulare e la fonte più facilmente elaborabile di zolfo è rappresentata da H_2S , mercaptani, ecc.

In tal modo più alta è la concentrazione di prodotti maleodoranti più alta si dimo-