



ANPA

Agenzia Nazionale per la
Protezione dell'Ambiente

I fertilizzanti commerciali

**Aspetti normativi e primi risultati
sulla caratterizzazione analitica
di alcuni prodotti in commercio**

Informazioni legali

L'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente o le persone che agiscono per conto dell'Agenzia stessa non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo rapporto.

Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma

Unità Normativa Tecnica

www.anpa.it

Osservatorio Nazionale sui Rifiuti

Via Cristoforo Colombo, 44 - 00147 Roma

© ANPA, Rapporti 3/2001

ISBN 88-448-0058-5

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Coordinamento ed elaborazione grafica:

ANPA, Immagine

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina: Paolo Orlandi

Coordinamento tipografico

ANPA, Dipartimento Strategie Integrate Promozione e Comunicazione

Impaginazione e stampa

I.G.E.R. srl - Viale C. T. Odescalchi, 67/A - 00147 Roma

Stampato su carta TCF

Finito di stampare nel mese di settembre 2002

Il presente manuale è stato elaborato dall'Agenda Nazionale per la Protezione dell'Ambiente – Unità Normativa Tecnica, in collaborazione con l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza – Dipartimento di Agronomia e Coltivazioni Erbacee dell'Università – Prof. Paolo Paris.

L'impostazione, il coordinamento e la stesura finale sono a cura di:
Rosanna LARAIA *Responsabile dell'Unità Normativa Tecnica - ANPA.*

La Redazione è stata a cura del Gruppo di lavoro composto da:
Francesca LUCIGNANO *(ANPA)*
Marina VIOZZI *(Distaccata ANPA)*
Andrea M. LANZ *(Collaboratore ANPA)*
Liliana CORTELLINI *(Esperto ambientale)*

Indice

PREMESSA	VII
-----------------	------------

PARTE PRIMA – LA NORMATIVA SUI FERTILIZZANTI COMMERCIALI E L'ANALISI DEL MERCATO	1
---------------------------------------------------------------------------------------------	----------

1. NORMATIVA COMUNITARIA SUI FERTILIZZANTI	3
1.1 Direttiva 76/116/CEE	3
1.2 Bozza di direttiva dell'unione europea in materia di fertilizzanti	4

2. LA LEGISLAZIONE ITALIANA (L. 748/84 E SUCCESSIVE MODIFICHE E INTEGRAZIONI)	7
2.1 Definizioni	7
2.2 Titolo e dichiarazioni	10
2.3 Tolleranze	12
2.4 I fertilizzanti organici	12
2.4.1 Concimi organici	13
2.4.2 Concimi organo-minerali	15
2.4.3 Ammendanti organici	16

3. ANALISI CRITICA DELLA NORMATIVA VIGENTE NEI PAESI DELL'UE IN MATERIA DI FERTILIZZANTI DA RIFIUTI E/O SCARTI DI LAVORAZIONE	21
3.1 Spagna - 12731 legge del 28 maggio 1998 in materia di fertilizzanti e affini (BOE n. 131 del 02/06/98)	21
3.2 Olanda – legge nazionale sui fertilizzanti aggiornata al 13/11/98	22
3.3 Germania - legge nazionale sui fertilizzanti aggiornata al 4 agosto 1999	23
3.4 Francia – legge n. 80 – 478 del 16 giugno 1980 (journal officiel 29 juin 1980)	25

4. IL MERCATO DEI FERTILIZZANTI ORGANICI IN ITALIA	29
4.1 Generalità	29
4.1.1 I concimi organici	29
4.1.2 I concimi organo-minerali	32
4.2 Gli ammendanti organici naturali	35
4.3 I produttori di fertilizzanti organici	38
4.4 Caratteristiche dell'offerta e prezzi indicativi di vendita	44

PARTE SECONDA - LA CARATTERIZZAZIONE ANALITICA: PRIMI RISULTATI	45
------------------------------------------------------------------------	-----------

1. LA SCELTA DEI CAMPIONI DA SOTTOPORRE A CARATTERIZZAZIONE ANALITICA	47
------------------------------------------------------------------------------	-----------

2. MATERIALI E METODI	49
2.1 Analisi elementi in tracce	49

2.1.1	Determinazione di Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn estraibili in acqua regia	49
2.1.2	Determinazione di Mercurio, Arsenico e Selenio totali	50
2.1.3	Determinazione del Cromo esavalente	52
2.1.4	Determinazione del Cromo trivalente	54
2.1.5	Determinazione del Boro	55
2.2	Analisi contaminanti organici	56
2.2.1	Determinazione di PCB, IPA, DEHP, e 4-Nonilfenolo	56
2.2.2	Determinazione di tensioattivi (LAS)	67
2.3	Analisi antibiotici	72
3.	RISULTATI	75
3.1	Elementi in tracce	75
3.2	Policlorobifenili (PCB)	76
3.3	Di-2-etil-esil-ftalato (DEHP)	76
3.4	Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	77
3.5	4-nonil fenolo (4-NP)	77
3.6	LAS (linear alkylbenzene sulphonates)	77
3.7	Antibiotici	78
4.	CONCLUSIONI	89
5.	BIBLIOGRAFIA	91

Premessa

Il presente studio delinea il quadro di riferimento normativo in materia di fertilizzanti nei Paesi dell'Unione Europea e la situazione relativa alla produzione e al mercato italiano dei fertilizzanti organici e degli ammendanti, ed è completato da una serie di determinazioni analitiche su diversi prodotti commerciali elencati nella normativa in materia (legge 19 ottobre 1984, n. 748).

L'indagine è finalizzata ad acquisire elementi di conoscenza utili per la messa a punto della normativa di settore.

Il quadro conoscitivo acquisito nell'ambito della ricerca contribuisce a qualificare il contributo di ANPA al gruppo di lavoro tematico, che opera a supporto della Commissione tecnico-consulativa sui Fertilizzanti, istituita presso il ministero delle Politiche Agricole e Forestali ai sensi dell'art.10 della Legge 748/84 "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti" per esprimere parere, tra l'altro, sulle modifiche da apportare agli allegati della Legge medesima.

Il gruppo di lavoro, coordinato dall'Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, vede la partecipazione di rappresentanti degli Istituti di ricerca del Ministero delle Politiche Agricole e Forestali in particolare dell'Istituto sperimentale per la Nutrizione delle Piante, sezioni di Roma e di Gorizia e dell'Istituto Sperimentale Agronomico di Bari, del CNR, dell'Istituto Superiore di Sanità, dell'ANPA.

La ricerca rappresenta, inoltre, un contributo dell'Agenzia alle attività dell'Osservatorio Nazionale Permanente sui Fertilizzanti costituito dalla Società Italiana di Scienza del Suolo, ed, in particolare, al Gruppo di lavoro su "elementi e sostanze indesiderate".

La ricerca costituisce una integrazione di attività pregresse svolte, nell'ambito delle proprie attività istituzionali, dalle Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente e in particolare dall'ARPA Veneto, per la caratterizzazione di fertilizzanti ottenuti attraverso il recupero di rifiuti.

Parte prima

La normativa sui fertilizzanti commerciali e l'analisi di mercato

1. Normativa comunitaria sui fertilizzanti

1.1 Direttiva 76/116/CEE

La direttiva del Consiglio 76/116/CEE del 18 dicembre 1975, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai concimi, detta le norme generali sui fertilizzanti nell'ambito dell'Unione Europea. Tale normativa, oggetto di successive revisioni ed integrazioni, disciplina i soli concimi minerali. Per quanto riguarda i concimi organici ed organo-minerali, ammendanti e correttivi, la discussione su norme comuni è ancora in corso.

La direttiva 76/116 si compone di 13 articoli e di 3 Allegati e detta le norme generali per la commercializzazione dei concimi; la direttiva è stata oggetto di numerose integrazioni e modificazioni (direttive elencate in tabella 1.1) con le quali sono stati introdotti nuovi concimi o nuove categorie di concimi (ad esempio la direttiva 89/284 prevede i concimi a base di elementi secondari e la direttiva 89/530 i concimi a base di microelementi). La direttiva 76/116 è stata integralmente recepita dall'ordinamento italiano con la legge 19/10/84 n. 748.

La direttiva in esame ha fornito l'impostazione generale della classificazione dei concimi ed è caratterizzata da uno schema rigido, recepito integralmente dal legislatore italiano. Nella normativa comunitaria sono previsti per ogni concime una serie di elementi caratterizzanti:

- Denominazione del tipo
- Modo di preparazione e componenti essenziali
- Titolo minimo in elementi fertilizzanti
- Forme e solubilità degli elementi fertilizzanti (ed eventualmente finezza di macinazione)
- Altri requisiti
- Altre indicazioni concernenti la denominazione del tipo
- Elementi il cui titolo deve essere dichiarato.

Di conseguenza non sono ammissibili prodotti "generici", quali ad esempio un "concime azotato", ma solo prodotti ben specificati, quali "Urea", "Solfato ammonico", "Solfato ammonico con inibitore della nitrificazione".

Le modifiche e le revisioni alla direttiva, che sono intervenute in tempi successivi, non sono di carattere semplificadorio: si pensi che il "concime borato in soluzione o sospensione" è stato sostituito da due prodotti "concime borato in soluzione" e "concime borato in sospensione", pertanto la normativa risulta molto complessa, arrivando a raccogliere 105 concimi, di cui molti inesistenti o a diffusione esclusivamente locale.

Tabella 1.1 - Direttive comunitarie sui fertilizzanti

• Direttiva del Consiglio 76/116/CEE del 18 dicembre 1975
• Direttiva del Consiglio 80/876/CEE del 15 luglio 1980
• Direttiva del Consiglio 88/183/CEE del 22 marzo 1988
• Direttiva del Consiglio 89/284/CEE del 13 aprile 1989
• Direttiva del Consiglio 89/530/CEE del 18 settembre 1989
• Direttiva della Commissione 93/69/CEE del 23 luglio 1993
• Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 97/63/CE del 24 novembre 1997
• Direttiva della Commissione 98/3/CE del 15 gennaio 1998
• Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 98/97/CE del 22 dicembre 1998

1.2 Proposta di regolamento del Parlamento europeo e del consiglio relativo ai fertilizzanti (COM/2001/0508 def)

Al fine di semplificare e chiarire la legislazione comunitaria in materia di fertilizzanti, il Parlamento Europeo ha predisposto una proposta di Regolamento finalizzata a consolidare alcune disposizioni che hanno subito diverse e sostanziali modificazioni nel corso degli anni rendendo spesso difficoltosa la ricerca delle stesse in parte nell'atto normativo originale ed in parte in atti successivi di modifica.

La proposta di Regolamento costituisce una rifusione di direttive del Consiglio e della Commissione riguardanti il ravvicinamento delle disposizioni legislative degli Stati membri in tema di fertilizzanti.

Essa integra in un unico testo le seguenti direttive:

- direttiva 76/116/CEE del Consiglio del 18 dicembre 1975, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai concimi, modificata da ultimo dalla direttiva 98/97/CE;
- direttiva 80/876/CEE del Consiglio del 15 luglio 1980, per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative ai concimi semplici a base di nitrato d'ammonio ad elevato tenore di azoto, modificata dalla direttiva 97/63/CE;
- direttiva 87/94/CEE della Commissione dell'8 dicembre 1986, per il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle procedure di controllo delle caratteristiche, dei limiti e della detonabilità di concimi semplici a base di nitrato di ammonio ad elevato tenore d'azoto, modificata dalla direttiva 88/126/CEE;
- direttiva 77/535/CEE della Commissione del 22 giugno 1977, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai metodi di campionatura e di analisi dei concimi, modificata dalla direttiva 95/8CE.

Il testo giuridico della proposta è stato elaborato in termini quanto più generali possibile, rimandando, per tutte le specifiche tecniche, agli allegati.

Nella proposta di regolamento le disposizioni comuni sono separate da quelle specifiche. Queste ultime sono a loro volta ordinate in funzione dei principali gruppi di fertilizzanti attualmente oggetto di disciplina normativa.

Gli allegati tecnici sono stati redatti basandosi sulle direttive originali e riordinati apportandovi alcune modifiche, peraltro non sostanziali. In particolare, non sono state modificate le specifiche tecniche sul tenore di nutrienti e tutti i livelli di tolleranza sono stati inseriti negli allegati.

Lo strumento giuridico prescelto è il regolamento. Ciò risulta giustificato dai molti adeguamenti al progresso tecnico che questa legislazione ha subito ed è destinata a subire in futuro. Inoltre il regolamento formula prescrizioni precise, direttamente applicabili ai cittadini che dovranno metterle in pratica contemporaneamente ed uniformemente nell'intera Comunità.

Nell'elaborazione dell'articolato, composto di 38 articoli, si è tenuto conto delle disposizioni delle direttive che si intendono sostituire, utilizzandole, nella maggior parte dei casi, nella loro formulazione originaria con il solo intento di riordinarle; a tal fine la proposta definisce l'ambito di applicazione ed introduce le definizioni più importanti, stabilisce quali fertilizzanti possono definirsi come «fertilizzanti CE», evidenziando la responsabilità in tal senso di chi commercializza il prodotto.

In sintesi le principali disposizioni sono le seguenti:

L'articolo 5 enuncia il principio della libera circolazione nel mercato interno e l'articolo 6 integra gli articoli delle vecchie direttive che definiscono le prescrizioni di carattere generale per dichiarare i nutrienti di qualsiasi tipo.

Gli articoli successivi dettano le prescrizioni in materia di imballaggio e di etichettatura, le tol-

leranze che valgono per i tenori dichiarati di nutrienti, le prescrizioni di carattere generale cui un tipo di fertilizzante deve ottemperare per essere incluso nell'allegato I.

All'articolo 15 viene introdotta la clausola di salvaguardia che figurava finora unicamente nella direttiva 80/876/CEE relativa ai concimi semplici a base di nitrato d'ammonio ad elevato tenore d'azoto; in base a tale principio, qualora uno Stato membro che abbia fondati motivi per ritenere che un determinato fertilizzante CE, pur rispondente ai requisiti previsti dal regolamento, rappresenti un rischio per la sicurezza e la salute delle persone e degli animali ovvero per l'ambiente può provvisoriamente vietarne la commercializzazione o subordinarla a condizioni particolari.

Nel Titolo II (articoli da 16 a 28) sono introdotte disposizioni relative a specifici tipi di fertilizzanti.

2. La legislazione italiana (L. 748/84 e successive modifiche e integrazioni)

L'impiego di fertilizzanti di produzione industriale inizia a metà del secolo scorso ed a partire dal secondo dopoguerra, tali fertilizzanti sono diventati la fonte principale di elementi nutritivi per l'agricoltura italiana. La normativa italiana sui fertilizzanti risultava abbastanza disomogenea e non adeguata al progresso tecnico fino al recepimento della direttiva del Consiglio 76/116/CEE, con la legge 19 ottobre 1984, n. 748, "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti", pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale del 6 novembre 1984.

Tale legge e le sue successive modificazioni e integrazioni, rappresentano ad oggi, il fondamento della regolamentazione della produzione e commercializzazione dei fertilizzanti in Italia.

Il quadro di riferimento della normativa italiana vigente in materia di fertilizzanti si riporta nella tabella 2.1.

La Legge 748/1984 si compone di 15 articoli e di tre allegati i quali disciplinano le caratteristiche dei singoli fertilizzanti, le tolleranze, e stabiliscono le norme per l'identificazione e l'etichettatura. Gli allegati sono aggiornati, in funzione dell'evoluzione delle tecniche di produzione e di utilizzo, con decreto ministeriale, talora di concerto con altri ministeri, previo parere della "Commissione tecnico-consulativa per i fertilizzanti". Questa commissione, istituita dall'articolo 10 della L. 748/1984, è composta di 23 membri: accanto ad esperti di fertilizzanti e di concimazione sono presenti rappresentanti dei Ministeri interessati (agricoltura, industria, sanità, ambiente e finanze) e delle associazioni degli agricoltori, dei produttori, dei commercianti e degli importatori di fertilizzanti.

2.1 Definizioni

Ai sensi dell'articolo 2 della legge 748/1984 per "**fertilizzante**" si intende "*qualsiasi sostanza che, per il suo contenuto in elementi nutritivi oppure per le sue peculiari caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche contribuisce al miglioramento della fertilità del terreno agrario oppure al nutrimento delle specie vegetali coltivate o, comunque, ad un loro migliore sviluppo*" e comprende prodotti minerali, organici e organo-minerali, che si suddividono in "concimi" ed "ammendanti e correttivi".

Per "**concime**" si intende "*qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, idonea a fornire alle colture l'elemento o gli elementi chimici della fertilità a queste necessarie per lo svolgimento del loro ciclo vegetativo e produttivo, secondo le forme e le solubilità previste dalla presente legge*". Per "**ammendante e correttivo**" si intende "*qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, capace di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno*".

Pertanto, per *concime* si intendono esclusivamente le sostanze che hanno lo scopo precipuo di apportare un elemento nutritivo, in determinate forme e solubilità. Tutti gli altri prodotti che possono modificare le caratteristiche del terreno, migliorandone la fertilità, sono definiti ammendanti o correttivi.

Un'altra definizione importante, ai fini del presente studio, è quella di "**matrice organica**". Con tale definizione infatti si intende "*un prodotto organico di origine naturale, merceologicamente identificabile con uno di quelli descritti fra i tipi degli allegati 1B e 1C della presente legge*".

Tabella 2.1: Normativa nazionale sui fertilizzanti e attività collegate.

Regolamentazione generale	
Legge 19 ottobre 1984, n. 748	Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti
D.M. 30 dicembre 1986	Modificazioni ed integrazioni agli allegati alla legge 19 ottobre 1984 n. 748, concernente "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti"
D.M. 5 novembre 1987	Integrazioni e modificazioni agli allegati alla legge 19 ottobre 1984, n. 748, recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti
D.M. 26 settembre 1989	Integrazioni e modificazioni agli allegati alla legge 19 ottobre 1984, n. 748, recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti
D.M. 27 settembre 1991	Integrazioni e modificazioni agli allegati alla legge 19 ottobre 1984, n. 748, recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti
D.M. 11 gennaio 1993	Integrazioni e modificazioni agli allegati alla legge 19 ottobre 1984, n. 748, recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti
D.Lgs. 16 febbraio 1993, n. 161	Attuazione delle direttive 89/284/CEE del Consiglio del 13 aprile 1989 e 89/530/CEE del Consiglio del 18 settembre 1989 concernenti il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai concimi
D.M. 21 aprile 1994	Recepimento della direttiva n. 93/69/CEE della Commissione del 23 luglio 1993, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai concimi
D.M. 15 gennaio 1996	Modificazione agli allegati 1C e 3 alla legge 19 ottobre 1984, n. 748, concernente: "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti"
D.M. 10 dicembre 1996	Recepimento della direttiva n. 96/28/CE della Commissione del 10 maggio 1996, che adegua al progresso tecnico la direttiva 76/116/CE del Consiglio del 18 dicembre 1975, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai concimi
D. Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22	Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio
D.M. 3 marzo 1997	Modificazioni agli allegati 1B, 2 e 3 della legge 19 ottobre 1984, n. 748, in materia di fertilizzanti
D.M. 4 marzo 1997	Modificazioni agli allegati 1B, 1C e 3 della legge 19 ottobre 1984, n. 748, in materia di fertilizzanti
D.M. 18 settembre 1997	Modificazioni agli allegati 1B e 3 della legge n. 748 del 1984, in materia di fertilizzanti
D.M. 27 marzo 1998	Modificazione all'allegato 1C della legge 19 ottobre 1984, n. 748, recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti
D.M. 6 luglio 1998	Ulteriore modificazione agli allegati 1A e 3 della legge n. 748/1984 recante nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti
D.M. 5 ottobre 1998	Modificazioni degli allegati 1.B, 1.C e 3 della legge 19 ottobre 1984, n. 748, in materia di fertilizzanti
D.M. 5 marzo 1999	Modifiche degli allegati 1B, 1C e 3 della legge n. 748/1984, in materia di fertilizzanti
Legge 21 dicembre 1999, n.526,	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee – Legge comunitaria 1999
Altre norme sui fertilizzanti	
D.Lgs 4 giugno 1997, n. 143	Conferimento alle regioni delle funzioni amministrative in materia di agricoltura e pesca e riorganizzazione dell'Amministrazione centrale

Continua

D.Lgs. 14 dicembre 1992, n. 508	Attuazione della direttiva 90/667/CEE del Consiglio del 27 novembre 1990, concernente le norme sanitarie per l'eliminazione, la trasformazione e l'immissione sul mercato di rifiuti di origine animale o a base di pesce e che modifica la direttiva 90/425/CEE
Circolare 20 dicembre 1994, n. 30023	Aspetti applicativi di alcune norme vigenti in materia di commercializzazione dei fertilizzanti. Legge 19 ottobre 1984, n. 748
Circolare 11 gennaio 1996	Guida all'elaborazione del fascicolo tecnico da presentare a corredo delle istanze di modifica agli allegati alla legge 19 ottobre 1984, n. 748, "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti", previsto a norma degli articoli 8 e 9 della medesima legge
Legge 11 novembre 1996, n. 574	Nuove norme in materia di utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e di scarichi dei frantoi oleari
D.Lgs. 13 dicembre 1996, n. 674	Attuazione della direttiva 92/118/CEE concernente condizioni sanitarie per gli scambi e le importazioni dei patogeni e dei prodotti non soggetti a normative comunitarie specifiche
D.M. 7 maggio 1997	Approvazione del metodo di calcolo dell'indice di sfruttamento sistematico delle tolleranze nella produzione dei fertilizzanti e dell'indice di qualità della produzione complessiva di ogni singolo produttore di fertilizzanti
D.P.R. 23 dicembre 1997	Elenco delle rilevazioni statistiche rientranti nel Programma statistico nazionale 1998-2000 che comportano l'obbligo di risposta, a norma dell'art. 7 del decreto legislativo 6 settembre 1989, n. 322
D.M. 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
Circolare 13 settembre 1999, n. 8	Quadro di riferimento per l'utilizzazione dei fertilizzanti in agricoltura biologica - Regolamento CEE n. 2092/91 - Legge n. 748/1984
D.M. 31 marzo 1999	Commissione tecnico-consulativa per i fertilizzanti
D.M. 27 marzo 2000	Disposizioni tecniche per l'aggiornamento degli allegati alla L. 748/84 in materia di fertilizzanti
Circolare 3 aprile 2000, n. 2, prot. 30843	"Rettifica" - decreto ministeriale 5 marzo 1999 di modifica agli allegati 1B, 1C, 2 e 3 della legge 19 ottobre 1984, n. 748, "Nuove norme per la disciplina dei fertilizzanti" - Allegato n. 2 "Norme concernenti l'identificazione e l'etichettatura" - punto 1.2.5.
Controlli e repressione frodi	
R.D. 1 luglio 1926, n. 1361	Regolamento per l'esecuzione del R.D. 15/10/1925, n. 2033 convertito in legge con L. 18 marzo 1926, n. 562, concernente la repressione delle frodi nella preparazione e nel commercio di sostanze di uso agrario e di prodotti agrari
D.M. 24 marzo 1986	Approvazione dei metodi ufficiali di analisi per i fertilizzanti
D.M. 19 luglio 1989	Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi per i fertilizzanti - Supplemento n. 1"
D.M. 23 gennaio 1991	Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi per i fertilizzanti - Supplemento n. 2"
D.M. 10 marzo 1993	Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi per i fertilizzanti - Supplemento n. 3"
D.M. 28 settembre 1993	Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi per i fertilizzanti - Supplemento n. 4"
D.M. 5 dicembre 1995	Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi per i fertilizzanti - Supplemento n. 5"
D.M. 25 marzo 1992	Definizione del campo di applicazione dei metodi ufficiali di analisi nazionali dei fertilizzanti
D.L. 18 giugno 1986, n. 282	Misure urgenti in materia di prevenzione e repressione delle sofisticazioni alimentari

Continua

Legge 7 agosto 1986, n. 462	Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. 18 giugno 1986, n.282 recante misure urgenti in materia di prevenzione e repressione delle sofisticazioni alimentari
D.M. 12 agosto 1986	Determinazione delle sedi e delle circoscrizioni territoriali degli uffici periferici dell'Ispettorato centrale per la prevenzione e la repressione delle frodi agro-alimentari
D.M. 11 maggio 1992	Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"
D.M. 18 aprile 1994	Rettifiche al decreto ministeriale 11 maggio 1992 riguardante l'approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo"
Legge 4 dicembre 1993, n. 491	Riordinamento delle competenze regionali e statali in materia agricola e forestale e istituzione del Ministero delle risorse agricole, alimentari e forestali

Come si può osservare dallo schema generale riportato in **tabella 2.2**, oltre alla distinzione tra concimi ed ammendanti e correttivi la legge prevede due categorie di concimi: i **concimi CE** e i **concimi nazionali** o, più propriamente, *concimi*. I primi sono quelli conformi ai criteri stabiliti negli Allegati alla L. 748/84, la cui commercializzazione è prevista in tutta l'Unione Europea e che vengono riconosciuti anche dagli altri Paesi con le stesse caratteristiche, in applicazione delle Direttive dell'Unione Europea. I concimi nazionali, invece, possono circolare solo nel territorio nazionale anche se, naturalmente, possono essere prodotti all'estero ed importati in Italia.

La doppia classificazione è stata determinata dalla necessità di recepire le direttive Comunitarie e, contemporaneamente, prevedere e disciplinare dei concimi di specifico interesse nazionale. In dettaglio le due categorie coincidono solo in parte e comunque si può, fin d'ora, rilevare che tra i concimi CE non sono previsti quelli organici e gli ammendanti e i correttivi.

2.2 Titolo e dichiarazioni

La conoscenza del contenuto in elementi nutritivi, che esprime il vero valore del fertilizzante, è essenziale per una corretta valutazione del prodotto. La legge, a questo proposito, individua con il termine di "**titolo**" di un fertilizzante (concime, ammendante o correttivo) *la percentuale di peso dell'elemento o degli elementi fertilizzanti contenuti nel prodotto, dichiarata dal produttore, dal venditore o da chi, comunque, commercializza la merce, riferita al "tal quale", cioè al peso del prodotto così come viene commercializzato* (art. 2).

È opportuno sottolineare che il titolo è espresso sul *tal quale*, inclusa, quindi, l'umidità eventualmente contenuta. Solo per alcuni ammendanti è previsto che il titolo sia riferito al peso secco, creando il pericolo di una certa confusione sulla valutazione di questi prodotti.

Il titolo deve sempre essere espresso come rapporto percentuale peso/peso (kg di elementi o composti chimici della fertilità per 100 kg di fertilizzante). L'indicazione sulla confezione dei titoli è obbligatoria per alcuni elementi e facoltativa per altri, in funzione di quanto previsto per ogni fertilizzante. In tutti i casi la dichiarazione comporta la garanzia e l'eventuale non corrispondenza tra titoli dichiarati e caratteristiche dei prodotti è punita dalla legge.

La legge 748/1984, all'art. 3, prevede anche sotto quale forma dev'essere dichiarato il titolo e quale è il titolo minimo dichiarabile, come riportato in **tabella 2.3**. Qualora in un concime sia presente un elemento in quantità inferiore al minimo, tale contenuto non può essere dichiarato. Oltre al titolo minimo per ogni elemento, la legge fissa, per ogni fertilizzante, uno o più titoli minimi e, talora, anche titoli massimi.

Tabella 2.2: Schema generale della classificazione dei fertilizzanti in Italia secondo la L. 748/84.

Concimi CE (105)	Concimi nazionali o concimi (158)
<ul style="list-style-type: none"> • Concimi semplici (38) <ul style="list-style-type: none"> ■ Concimi azotati (22) ■ Concimi fosfatici (9) ■ Concimi potassici (7) 	<ul style="list-style-type: none"> • Concimi minerali semplici (47) <ul style="list-style-type: none"> ■ Concimi azotati (31) ■ Concimi fosfatici (12) ■ Concimi potassici (8)
<ul style="list-style-type: none"> • Concimi composti (7) <ul style="list-style-type: none"> ■ Concimi NPK (2) ■ Concimi NP (2) ■ Concimi NK (2) ■ Concimi PK (1) 	<ul style="list-style-type: none"> • Concimi minerali composti (9) <ul style="list-style-type: none"> ■ Concimi NPK (3) ■ Concimi NP (2) ■ Concimi NK (3) ■ Concimi PK (1)
<ul style="list-style-type: none"> • Concimi liquidi (15) <ul style="list-style-type: none"> ■ Concimi semplici (7) ■ Concimi composti (8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Concimi minerali composti fluidi (8) • Concimi organici (32) <ul style="list-style-type: none"> ■ Concimi organici azotati (17) ■ Concimi organici azotati fluidi (4) ■ Concimi organici NP (11)
<ul style="list-style-type: none"> • Concimi a base di calcio, magnesio, zolfo (9) • Concimi a base di microelementi (36) <ul style="list-style-type: none"> ■ Concimi a base di un solo microelemento (34) ■ Miscele di microelementi (2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Concimi organo-minerali (8) <ul style="list-style-type: none"> ■ Concimi organo-minerali azotati (2) ■ Concimi organo-minerali NP (2) ■ Concimi organo-minerali NK (2) ■ Concimi organo-minerali NPK (2) • Concimi a base di calcio, magnesio zolfo (11) • Concimi a base di microelementi (39) <ul style="list-style-type: none"> ■ Concimi a base di un solo microelemento (37) ■ Miscele di microelementi (2)
Ammendanti e correttivi (46)	
<ul style="list-style-type: none"> • Ammendanti organici naturali (15) • Correttivi calcici e magnesiaci (22) • Ammendanti e correttivi diversi (9) 	

Tabella 2.3: Forme da dichiararsi e titoli minimi dichiarabili nei fertilizzanti (%).

Elemento	Forma da dichiarare	Simbolo	Titolo minimo dichiarabile		
			Semplici	Composti	Fluidi
Azoto	Azoto	N	8	3 ¹	2
Fosforo	Anidride fosforica	P ₂ O ₅	10	5 ¹	3
Potassio	Ossido di potassio	K ₂ O	6	5 ²	3
Tutti i fertilizzanti					
Calcio	Ossido di calcio	CaO		8	
Magnesio	Ossido di magnesio	MgO		2	
Zolfo	Anidride solforica	SO ₃		5	
Zolfo elementare	Zolfo	S		2	
Sodio	Ossido di sodio	Na ₂ O		3	
Sostanza organica	Carbonio organico	C		7,5 ³	

¹compresi gli organo-minerali; per i concimi organici vale quanto indicato dall'allegato 1B.

²compresi i concimi organo-minerali e organici.

³dichiarazione facoltativa per i concimi organici, obbligatoria per gli organo-minerali.

In molti casi il titolo minimo dichiarabile è inferiore al titolo che si avrebbe con un composto chimico puro: ciò vuol dire che il concime può contenere anche altre sostanze o residui di lavorazione, purché tali sostanze non siano dannose alle persone, agli animali o alle piante.

2.3 Tolleranze

In considerazione delle variazioni tipiche dei processi produttivi industriali, nonché degli inevitabili errori di campionamento e di analisi, è considerato ammissibile un certo scarto tra il titolo dichiarato e quello riscontrato in fase di controllo.

Le tolleranze sono comunque da considerarsi eccezionali e la legge prevede, all'articolo 12, l'applicazione di sanzioni amministrative (salvo che il fatto sia previsto come reato dal codice penale) *"qualora risulti che le tolleranze di cui all'articolo 8 siano state sistematicamente messe a profitto"*.

In altre parole non è ammessa la produzione e la commercializzazione di prodotti con titoli inferiori a quelli minimi previsti per ogni singolo elemento o concime, ma è tollerata la *saltuaria* non corrispondenza tra titolo dichiarato e titolo reale, purché compresa entro determinati limiti (Allegato 3).

Ai fini della definizione di *sfruttamento sistematico*, l'articolo 8 della L. 748/84 prevede che *"il Ministro dell'agricoltura e delle foreste, previo parere della commissione tecnico-consulativa per i fertilizzanti, dispone con proprio decreto le modalità necessarie per evitare lo sfruttamento delle tolleranze previste nell'allegato 3"*.

Con il decreto emanato il 7 maggio 1997 (cfr. *tabella 2.1*), che ha abrogato il D.M. 30 giugno 1994, è stato approvato il metodo di calcolo dell'indice di sfruttamento sistematico delle tolleranze nella produzione di fertilizzanti inserendo il concetto di *"indice di qualità della produzione complessiva di ogni singolo produttore di fertilizzanti"*. Quest'ultimo dovrebbe consentire di individuare i fertilizzanti *"gravemente irregolari"*, la cui commercializzazione costituisca presumibilmente un illecito non punibile con una semplice sanzione amministrativa, anche se la punibilità del fatto come reato deve essere accertata dal magistrato.

Il decreto attribuisce un diverso peso ai singoli elementi nutritivi in funzione del loro valore economico e stabilisce un complesso sistema di valutazione delle analisi effettuate dagli organismi di controllo sulla qualità dei fertilizzanti, precisando in quali casi vi sia uno *"sfruttamento sistematico delle tolleranze"*.

2.4 I fertilizzanti organici

Attualmente la normativa ammette la commercializzazione di 55 fertilizzanti organici, per ognuno dei quali sono previste specifiche caratteristiche quali le modalità di preparazione, i componenti essenziali e i titoli minimi in elementi nutritivi e sostanze utili. Tali fertilizzanti organici sono suddivisi in:

- concimi organici (Allegato 1B, punto 5);
- concimi organo-minerali (Allegato 1B, punto 6);
- ammendanti organici naturali (Allegato 1C, punto 2.1).

La differenza sostanziale tra i concimi (organici ed organo-minerali) e gli ammendanti è data dal contenuto in azoto, che nei concimi non può mai essere inferiore al 3%.

Di conseguenza tra i concimi sono inclusi prevalentemente prodotti di origine animale, quali il guano, il sangue o i cascami di lana, o di origine mista, ma con prevalenza di componenti animali, quali la pollina e il letame essiccato. Al contrario gli ammendanti organici sono tutti di origine vegetale, o al massimo possono contenere *anche* residui animali.

Si ribadisce che per i fertilizzanti organici (concimi e ammendanti) non esiste ancora una normativa comunitaria, da anni in elaborazione, e di conseguenza la regolamentazione è affidata alla normativa dei diversi Stati.

2.4.1 Concimi organici

Ai sensi dell'articolo 6 della Legge 748/84 "sono concimi organici i prodotti formati da composti organici del carbonio di origine animale oppure vegetale legati chimicamente in forma organica ad elementi principali della fertilità (generalmente azoto oppure fosforo)". Il contenuto di sostanza organica viene espresso come "contenuto di carbonio organico di origine biologica", il titolo minimo dichiarabile è il 7,5% sul tal quale.

In tale categoria (**tabella 2.4**) rientrano complessivamente 32 prodotti, suddivisi nelle seguenti classi:

- **concimi organici azotati** (solidi e liquidi): il titolo minimo di azoto organico, di origine vegetale o animale, risulta variabile, a seconda del prodotto considerato, dal 3 al 10% (ad eccezione della borlanda fluida con l'1,5%);
- **concimi organici NP**: la somma del tenore di azoto organico e di quello di P_2O_5 deve essere pari ad almeno il 5%.

Come si può notare dall'elenco riportato in **tabella 2.4**, i concimi organici sono sempre ottenuti da sottoprodotti e sono per la maggior parte di origine animale; fanno eccezione i pannelli e le borlande.

Tabella 2.4: Concimi organici previsti dalla Legge 748/84 e titoli minimi richiesti

	Titoli minimi				
	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	N+P ₂ O ₅ (%)	C organico (%)
Concimi organici azotati					
Pennone	10	-	-	-	-
Cornunghia torrefatta	9	-	-	-	-
Cornunghia naturale	9	-	-	-	-
Pelli e crini (pellicino o pellicini)	5	-	-	-	-
Cuoiattoli	5	-	-	-	-
Cuoio torrefatto	5	-	-	-	-
Crisalidi	5	-	-	-	-
Sangue secco	9	-	-	-	-
Farina di carne (carniccio)	4	-	-	-	-
Panelli	3	-	-	-	-
Borlanda essiccata	3	-	6	-	20
Cascami di lana	8	-	-	-	-
Miscela di concimi organici azotati	5	-	-	-	-
Epitelio animale idrolizzato	4	-	-	-	15
Letame essiccato	3	-	-	-	25
Cuoio e pelli idrolizzati	10	-	-	-	-
Concime organico azotato di origine animale e vegetale	5	-	-	-	25
Concimi organici azotati fluidi					
Borlanda fluida (*)	1,5	-	4	-	10
Borlanda vitivinicola fluida	1	-	-	-	10
Carniccio fluido in sospensione	3	-	-	-	10
Sangue fluido	4	-	-	-	14
Epitelio animale idroliz. fluido	8	-	-	-	20
Concimi organici NP					
Guano	3	3	-	6	-
Farina di pesce	5	3	-	8	-
Farina d'ossa	2	18	-	20	-
Farina d'ossa degelatinata	1	15	-	20	-
Ruffetto d'ossa	3	12	-	15	-
Concime d'ossa	2	11	-	13	-
Pollina essiccata	2	2	-	5	-
Miscela di concimi organici NP	3	3	-	6	-
Residui di macellazione idrolizzati	3	2	-	5	22
Letame suino essiccato	2,5	2	-	5	30
Concime organico NP di origine animale e vegetale	3	2	-	-	25

(*) Borlanda vitivinicola fluida: N= 1%; C=10%; nessun titolo per K₂O

Di seguito si elencano le prescrizioni imposte per tutte le tipologie di concime organico previste dall'Allegato 1B:

- il contenuto di **piombo totale** non deve essere superiore a **30 mg/kg** sul tal quale.
- le materie prime di origine animale utilizzate per la produzione di concimi organici devo-

no rispondere ai requisiti previsti dal D.Lgs n. 508 del 14/12/92 "Attuazione della direttiva del Consiglio 90/667/CEE del 27 novembre 1990, concernente le norme sanitarie per l'eliminazione, la trasformazione e l'immissione sul mercato di rifiuti di origine animale" nonché rispettare le disposizioni introdotte a seguito dell'emergenza da encefalopatia spongiforme bovina.

Altre prescrizioni specifiche per tipologia di prodotto finalizzate al controllo del contenuto di inquinanti sono:

- i contenuti di **rame assimilabile e zinco assimilabile** (metodo DTPA) non devono essere superiori, rispettivamente, a **750 mg/kg sul secco e 1500 mg/kg sul secco** nel "letame essiccato" e nel "letame suino essiccato";
- il contenuto di **cromo estraibile** in DTPA non deve essere superiore a **1800 mg/kg** sul tale quale nel prodotto definito "cuoio e pelli idrolizzati".

2.4.2 Concimi organo-minerali

Secondo la Legge 748/84 "sono concimi organo-minerali i prodotti ottenuti per reazione o per miscela di uno o più concimi organici con uno o più concimi minerali semplici o composti".

Sono previste quattro categorie, a seconda degli elementi chimici apportati:

- concimi organo-minerali azotati;
- concimi organo-minerali azoto-fosfatici;
- concimi organo-minerali azoto-potassici;
- concimi organo-minerali azoto-fosfo-potassici.

L'azoto e il fosforo devono derivare, almeno in parte, da concimi organici, mentre il potassio e le restanti parti di N e P devono provenire da concimi minerali. Non sono pertanto ammessi altri prodotti quali apportatori di elementi. I concimi organo-minerali devono avere titoli minimi in carbonio organico, azoto, anidride fosforica ed ossido di potassio, come indicato in **tabella 2.5**.

Di seguito si elencano le prescrizioni imposte per **tutte le tipologie di concime organo-minerale** previste dall'Allegato 1B:

- la **torba**, anche se non compresa tra i concimi organici, è ammessa come matrice organica purchè conferisca ai prodotti finiti le caratteristiche richieste (una certa quantità di carbonio organico solubile in soda pirofosfato, come indicato nell'allegato 1B);
- è obbligatoria la dichiarazione del titolo in carbonio organico e il minimo dichiarabile è il 7,5%;
- la o le matrici organiche impiegate devono essere dichiarate in ordine decrescente di peso, se presenti ciascuna in quantità superiore al 5% del peso del prodotto finito;
- come per i concimi organici, il contenuto di **piombo totale** non deve essere superiore a **30 mg/kg sul tale quale** (Allegato 1B, comma 1.7 bis);
- le materie prime di origine animale utilizzate per la produzione di concimi organici devono rispondere ai requisiti previsti dal D.Lgs n. 508 del 14/12/92 "Attuazione della direttiva del Consiglio 90/667/CEE del 27 novembre 1990, concernente le norme sanitarie per l'eliminazione, la trasformazione e l'immissione sul mercato di rifiuti di origine animale" nonché rispettare le disposizioni introdotte a seguito dell'emergenza da encefalopatia spongiforme bovina.

Non esistono altre prescrizioni specifiche per tipologia di prodotto finalizzate al controllo del contenuto di potenziali inquinanti.

Tabella 2.5: Concimi organo-minerali previsti dalla Legge 748/84 e titoli minimi richiesti (%)

	Titoli minimi					
	Azoto (N) Totale	Organico	P ₂ O ₅	K ₂ O	N+P ₂ O ₅ +K ₂ O	C organico
Organo-minerale azotato	12	1			12	7,5
Organo-minerale NP	3	1	5		12	7,5
Organo-minerale NK	3	1		5	12	7,5
Organo-minerale NPK	3	1	5	5	15	7,5
Organo-minerale azotato fluido	8	0,3			8	3
Organo-minerale NP fluido	3	0,3	5		10	3
Organo-minerale NK fluido	3	0,3		5	10	3
Organo-minerale NPK fluido	2	0,3	4	4	12	3

2.4.3 Ammendanti organici

Gli **ammendanti organici naturali** fanno parte della categoria "Ammendanti e correttivi" che comprende "qualsiasi sostanza, naturale o sintetica, minerale od organica, capace di modificare e migliorare le proprietà e le caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e meccaniche di un terreno"; sono prodotti impiegati essenzialmente per incrementare e mantenere la fertilità organica dei terreni.

L'Allegato 1C della L. 748/84, così come modificato dal DM 27/03/98, prevede 15 tipologie di "ammendanti organici naturali", riportati in **tabella 2.6**, tutti caratterizzati da un tenore minimo di sostanza organica (calcolato moltiplicando per 1,724 il tenore di carbonio organico, che deve essere pari ad almeno il 7,5%) e, in un caso, da un tenore massimo di azoto.

Con le modifiche introdotte dal citato decreto ministeriale, l'**ammendante vegetale semplice non compostato** ha sostituito l'*ammendante vegetale semplice*, con lievi differenze, quali un contenuto massimo in torba ridotto dal 30% al 20% e l'esplicita esclusione di alghe o di altre piante marine. Con la vecchia denominazione erano commercializzati molti tipi di foglie e segature impiegate nell'ortoflorovivaismo e le cortecce utilizzate per la pacciamatura.

L'*ammendante vegetale fermentato* è stato sostituito dal nuovo **ammendante compostato verde**, per il quale è previsto il divieto di aggiungere letame, precedentemente consentito. Con questa denominazione possono pertanto essere commercializzati i prodotti ottenuti per compostaggio di soli materiali vegetali.

Il nuovo **ammendante compostato misto** ha sostituito l'*ammendante vegetale composto*, un prodotto fermentato derivante da una miscela di sostanze di origine vegetale ed animale che poteva contenere anche sostanze minerali e/o inerti. In questa categoria rientravano sia alcuni substrati a basso tenore in torba che, soprattutto, ammendanti misti prodotti senza utilizzo di rifiuti e prodotti misti, contenenti ad esempio zolfo o solfato ferroso e sostanze organiche.

L'**ammendante compostato misto** è un prodotto ottenuto attraverso un processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di residui organici costituiti dalla frazione organica dei rifiuti urbani provenienti da raccolta differenziata, da scarti di origine animale compresi liquami zootecnici, da residui di attività agroindustriali e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattato, da reflui e fanghi, nonché dalle matrici previste per l'ammendante compostato verde.

La nuova definizione dell'**ammendante torboso composto** ha creato alcuni problemi, poiché è stato variato il contenuto minimo in torba dal 30% al 50% ed è stato precisato che i materiali diversi dalla torba devono essere costituiti da ammendante compostato verde e/o misto. Infatti rientra in questa categoria la maggior parte dei substrati per colture in contenitore, alcu-

ni dei quali contengono anche materiali inerti, quali argille, agriperlite e simili; tali prodotti, per la presenza di frazioni inerti non previste, sembrano non essere più commercializzabili. L'ammendante da residui urbani era invece un prodotto ottenuto per fermentazione di soli rifiuti urbani; tale prodotto non è più previsto tra gli ammendanti organici naturali. Pertanto il compost da rifiuti urbani indifferenziati non può essere liberamente commercializzato ai sensi della L. 748/84 e quindi liberamente impiegato.

In merito alla qualità ambientale degli ammendanti e al relativo contenuto di inquinanti, sono previsti limiti per parametri di natura diversa a seconda del prodotto considerato:

- per i quattro prodotti a base di residui organici più o meno compostati, introdotti con il D.M. 27/03/98 (ammendante vegetale semplice non compostato e ammendanti compostati verde, misto e torboso), sono stati fissati valori limite in relazione non solo a parametri agronomici, ma anche ambientali (contenuto di plastica e inerti e contenuto di metalli pesanti), microbiologici e parassitologici (**tabella 2.7**);
- per i restanti ammendanti sono stati stabiliti valori limite in relazione al contenuto di metalli pesanti, introdotti con il Decreto 27/03/00 "Disposizioni tecniche per l'aggiornamento degli allegati alla L. 748/84 in materia di fertilizzanti" (**tabella 2.8**);
- lo stesso D.M. del 27/03/00 ha introdotto limiti al contenuto di metalli pesanti anche per tutti i correttivi (**tabella 2.8**).

Prima dell'emanazione del D.M. 27/03/00 che stabilisce i limiti in termini di metalli pesanti per gli ammendanti diversi da quelli compostati (elencati dal D.M. 25/03/98), l'unico altro ammendante per il quale erano previsti limiti al contenuto di inquinanti era il "vermicompost da letame": i contenuti di rame e zinco non devono superare rispettivamente 600 e 2500 mg/kg sul secco.

Nessuna limitazione era invece prevista per i correttivi prima dell'emanazione del D.M. 27/03/00.

Tabella 2.6: Elenco degli ammendanti organici naturali e relativi titoli minimi e massimi previsti dalla legge 748/84

Ammendante	Umidità		pH	range	Carbonio organico		Sostanza organica estraibile e fulvici		Acidi umici		Sostanza organica umific.		Azoto %	C/N	Rame	Zinco
	massimo (%)	minimo (%)			minimo (% ss)	minimo (% SO)	minimo (% ss)	minimo (% SOE)	massimo	massimo						
Letame	30	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	50	230	500	
Letame artificiale	—	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—	Ntot≤3%ss	50	230	500	
Ammendante vegetale semplice non compostato (torbar: max 20% sul t.q.)	50	6÷8,5	40	—	—	—	—	—	—	—	—	Norg≥80%Ntot	—	150	500	
Ammendante compostato verde	50	6÷8,5	30	—	—	—	2,5	—	—	—	—	Norg≥80%Ntot	50	150	500	
Ammendante compostato misto	50	6÷8,5	25	—	—	—	7	—	—	—	—	Norg≥80%Ntot	25	150	500	
Ammend. torboso composto (torbar: min. 50%)	—	—	30	—	—	—	7	—	—	—	—	Norg≥80%Ntot	50	150	500	
Torba acida	—	< 5	—	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	230	500	
Torba neutra	—	> 5	—	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	230	500	
Torba umificata	—	—	—	40	—	—	—	60	—	—	—	—	—	230	500	
Leonardite	—	—	—	60	60	—	—	60	—	—	—	—	—	230	500	
Estratti umici	—	—	—	60	60	—	—	—	—	—	—	—	—	230	500	
Vermicompost da letame	—	≤ 8	—	40	6	—	—	10	—	—	—	Norg≥1,5ss	20	600	2.500	
Ammend. animale idrolizzato	—	—	—	40	—	—	—	—	—	—	—	Norg≥1% tq	20	230	500	
Umami solubili – solidi	—	—	19,5 (1)	—	—	—	95 (2)	—	—	—	—	Norg≥0,7% tq	—	230	500	
Umami solubili – fluidi	—	—	—	2,8 (1)	—	—	95 (2)	—	—	—	—	Norg≥0,7% ss	—	230	500	
Estratto unico da acque di vegetazione delle olive	—	6,2-7,8	30	—	—	—	10	—	—	—	—	Ntot≥5% ss	—	230	500	

Legenda: tq=tal quale; ss=sostanza secca; SO=sostanza organica; SOE=sostanza organica estraibile.
(1) solubile in acqua; (2) % carbonio umificato sul carbonio organico solubile in acqua;

Tabella 2.7: Contenuti massimi di inquinanti negli ammendanti organici naturali a base di compost secondo l'allegato 1C della L. 748/84 come modificato dal D. M. 27 Marzo 1998.

Parametri	Unità di misura	Ammendante vegetale non compostato	Ammendante compostato verde/misto	Ammendante torboso composto
Cadmio totale	mg/kg s.s.	1,5	1,5	1,5
Cromo VI	mg/kg s.s.	0,5	0,5	0,5
Mercurio totale	mg/kg s.s.	1,5	1,5	1,5
Nichel totale	mg/kg s.s.	50	50	50
Piombo totale	mg/kg s.s.	140	140	140
Rame totale	mg/kg s.s.	150	150	150
Zinco totale	mg/kg s.s.	500	500	500
Plastica ≤ 3,33 mm	% s.s.	0,45	0,45	0,45
Plastica > 3,33 mm	% s.s.	0,05	0,05	0,05
Inerti ≤ 3,33 mm	% s.s.	0,9	0,9	0,9
Inerti > 3,33 mm	% s.s.	0,1	0,1	0,1
Plastica + inerti ≥ 10 mm	%	assenti	assenti	assenti
Salmonelle	In 25g	assenti	assenti	assenti
Enterobacteriacee	UFC/g	1,0 x 100	1,0 x 100	1,0 x 100
Streptococchi fecali	MPN/g	1,0 x 1.000	1,0 x 1.000	1,0 x 1.000
Nematodi	MPN/50g	assenti	assenti	assenti
Trematodi	MPN/50g	assenti	assenti	assenti
Cestodi	MPN/50g	assenti	assenti	assenti

s.s.= sostanza secca

Tabella 2.8: Confronto tra il contenuto massimo di metalli pesanti consentito nelle varie tipologie di ammendanti e correttivi (mg/kg s.s.)

	D.M. 27/03/98		D.M. 27/03/00			
	Ammendante vegetale semplice	Ammendanti compostati (4, 5 e 6)	Sino al 31/12/01 Altri ammendanti	Dal 01/01/02 Altri ammendanti	Sino al 31/12/01 Correttivi	Dal 01/01/02 Correttivi
Cu (mg/kg s.s.)	150	150	300	230	500	230
Zn (mg/kg s.s.)	500	500	500	500	500	500
Pb (mg/kg s.s.)	140	140	140	140	100	100
Ni (mg/kg s.s.)	50	50	100	100	50	50
Cr ^{VI} (mg/kg s.s.)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Cd (mg/kg s.s.)	1,5	1,5	2	1,5	2	1,5
Hg (mg/kg s.s.)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

3. Analisi critica della normativa vigente nei paesi dell'UE in materia di fertilizzanti da rifiuto e/o scarti di lavorazione

3.1 SPAGNA - Legge 12731 del 28 maggio 1998 in materia di fertilizzanti e affini (BOE n. 131 del 02/06/98)

La norma spagnola in materia di fertilizzanti ha un impostazione analoga a quella italiana. Gli allegati previsti sono i seguenti:

- Allegato I - Concimi CE (semplici, composti, con microelementi, ecc.)
- Allegato II - Concimi minerali (semplici, composti, correttivi)
- Allegato III - Concimi organici, organo-minerali e ammendanti organici.
- Allegato IV - Altri fertilizzanti e affini.

In merito ai parametri ambientali citati e ai relativi limiti previsti, la legge, per tutti i fertilizzanti di cui agli Allegati III e IV (concimi organici, concimi organo-minerali e ammendanti organici) che derivano da matrici organiche, prevede i limiti per il contenuto di metalli pesanti indicati in **tabella 3.1**.

Tabella 3.1: Limiti previsti dalla normativa spagnola per i fertilizzanti organici a confronto con i limiti italiani

Parametro	Legge spagnola		Legge italiana
	All. III e IV mg/kg s.s.	Compost (All. III) mg/kg s.s.	All. 1 C D.M. 27/03/98 mg/kg s.s.
Cadmio	3	10	1,5
Cromo	270	400	non previsto
Mercurio	5	7	1,5
Nichel	120	120	50
Piombo	150	300	140
Rame	450	450	150
Zinco	1.100	1.100	500

Tra gli ammendanti organici (Allegato III), compare il prodotto "compost" per il quale sono previsti limiti meno restrittivi rispetto a quelli relativi agli altri fertilizzanti organici, riportati in tabella 3.1.

Sono inoltre fissati limiti al contenuto di patogeni per tutti i fertilizzanti organici di cui agli Allegati III e IV, che derivano da matrici di origine animale, di seguito indicati:

- Salmonelle assenti in 25 g di tal quale;
- Streptococchi fecali $1,0 \times 10^3$ MPN/g;
- Enterobacteriacee totali $1,0 \times 10^2$ UFC/g;

Tali limiti sono uguali a quelli fissati per gli ammendanti compostati dalla legge italiana, indipendentemente dalla natura delle matrici organiche impiegate per la loro produzione.

Nel caso in cui si impiegano matrici di origine vegetale, i fertilizzanti organici devono essere privi di organismi nocivi, così come indicato nel Regio Decreto n. 1310/1990 per i fertilizzanti organici.

Infine, nel caso in cui si impieghino fanghi di depurazione per la produzione di compost questi non possono superare il 35% del peso della miscela iniziale.

Per poter procedere alla commercializzazione dei prodotti elencati negli Allegati III e IV (concimi organici, concimi organo-minerali e ammendanti organici) è infine necessaria l'iscrizione al "Registro dei fertilizzanti e affini".

3.2 OLANDA – Legge nazionale sui fertilizzanti aggiornata al 13/11/98

La direttiva del Consiglio 76/116/CEE è stata recepita nel 1977 ed ha una struttura analoga alla L. 748/84 italiana. L'ultimo aggiornamento è stato pubblicato sulla gazzetta ufficiale olandese n. 225 del 13/11/98.

Le categorie di prodotti fertilizzanti previste sono:

Allegato I – Concimi (semplici, composti a base di micro-elementi)

Allegato II – Composti di calcio e magnesio

Allegato III – Ammendanti organici.

Nel lungo elenco di prodotti compresi nell'allegato I relativo ai concimi, sono previste poche tipologie di concimi organici. Nell'elenco dei "concimi binari e ternari" compare il prodotto "guano". Nell'elenco delle "miscele di concimi" sono previsti tre prodotti di cui due possono contenere composti organici. In uno dei due è possibile l'impiego di "letame secco", nell'altro, definito "miscela di concimi organici", possono essere aggiunte altre sostanze organiche, oltre al letame secco, da dichiarare in ordine di peso decrescente.

L'allegato III "ammendanti organici" comprende 21 prodotti, costituiti essenzialmente da scarti e rifiuti organici di vario genere, di seguito elencati:

- lettiera esausta di fungaia;
- colaticcio da fossi, fondi lacustri, tubi di drenaggio;
- deiezioni umane;
- compost da scarti vegetali (foglie di alberi) + 10% di altre sostanze organiche;
- materiale in fermentazione per letti caldi (lettiera di cavallo, rifiuti urbani, paglia, ecc.);
- rifiuti di cacao;
- compost da rifiuti domestici, rifiuti urbani, colaticci, fanghi di depurazione, torba da giardino, ecc.;
- liquami zootecnici (urine);
- rifiuti domestici freschi;
- letame secco;
- letame bovino secco;
- letame +liquame;
- liquame + segatura;
- scarti di papavero;
- rifiuti urbani freschi resi adatti per essere un ammendante;
- miscela di prodotti compostati e non;
- torba da giardino;
- torba bionda (tipo "segatura");
- torba;
- fango di depurazione;
- misto organico;
- misto organico (più ricco di SO).

Per nessuna tipologia di prodotto sono forniti limiti qualitativi relativamente a parametri ambientali, quali metalli pesanti, inquinanti organici e inorganici, materiali estranei. Solo i parametri agronomici classici sono oggetto di limitazione e/o prescrizioni.

Per la categoria degli ammendanti sono forniti esclusivamente limiti in merito al tenore di sostanza secca e di sostanza organica, con l'unica eccezione della torba per cui sono richiesti altri parametri (pH, ecc.).

3.3 GERMANIA - Legge nazionale sui fertilizzanti aggiornata al 4 agosto 1999

In Germania la direttiva del Consiglio 76/116/CEE è stata recepita nel 1977. Nell'agosto 1999 è stato emanato un decreto di revisione della legge in materia di fertilizzanti (pubblicato sul Foglio di Legge Federale n. 42 del 11/08/99). La normativa è strutturata in modo analogo alla Legge 748/84 italiana.

Le categorie di fertilizzanti previste sono le seguenti:

- Allegato 1 – Concimi minerali semplici
- Allegato 2 – Concimi minerali composti
- Allegato 3 – Concimi organici e organo-minerali
- Allegato 3a – Concimi ottenuti da materia prime seconde.

Per i concimi minerali (**Allegati 1 e 2**) non sono fissati dei limiti alla eventuale presenza di inquinanti; fa eccezione il prodotto "ossido di calcio" per il quale sono fissati i seguenti limiti massimi per il contenuto in metalli pesanti:

- Piombo: 200 mg/kg
- Cadmio: 6 mg/kg
- Nichel: 100 mg/kg
- Mercurio: 4 mg/kg
- Tallio: 2 mg/kg.

L'**Allegato 3** comprende 17 prodotti, dei quali alcuni denominati genericamente "concime organico o organo-minerale N, NP, NK, NPK", altri definiti più specificatamente. Tra questi compaiono:

- farina d'ossa;
- farina d'ossa +limo;
- concimi a base di torba (N, NPK, PK);
- concime organo-minerale da liquami: non deve contenere semi di infestanti. Possono essere usati altri prodotti con un contenuto di Cu e Zn inferiori rispettivamente a 200 e 750 mg/kg.

Il solo riferimento a contenuti limite di composti inquinanti è quello citato per il concime organico da liquame, ove sono forniti tenori massimi di Cu e Zn per le matrici utilizzabili.

Tutti i prodotti devono rispondere al principio della preparazione di prodotti sicuri, essere privi di germi patogeni al fine di evitare la diffusione di malattie. La legge, inoltre, vieta di aggiungere residui della produzione farmaceutica.

Sono inoltre fissati, per tutti i prodotti previsti dall'Allegato 3 (concimi organici e organo-minerali), i seguenti limiti in merito al contenuto di cromo:

- cromo totale $\leq 0,3\%$ su tal quale;
- cromo VI = assente.

L'**Allegato 3a** comprende prodotti denominati genericamente "concime organico" e "concime organo-minerale" a diversa combinazione di N, P e K e con diversi titoli, tutti ottenuti a partire da residui organici di varia natura.

Per tutti i prodotti elencati valgono le seguenti prescrizioni:

- il contenuto di inerti (sassi) di dimensioni > 5 mm non deve superare il 5% in peso sulla sostanza secca; il contenuto di corpi estranei di dimensione > 2 mm non deve superare lo 0,5% in peso sulla sostanza secca;
- non devono essere presenti impurità che possano danneggiare piante, animali o gli esseri umani;

- le materie prime seconde o meglio gli scarti utilizzabili per la produzione di tali concimi sono solamente quelli elencati nel prospetto seguente. Questi inoltre non possono essere usati per produrre concimi compresi nell'Allegato 3;
- gli scarti che hanno un rapporto C/N > 30 devono essere compostati o trattati anaerobicamente prima di essere impiegati per la produzione di fertilizzanti nel caso in cui debbano essere apporti di azoto e non siano adatti come materiali da pacciamatura;
- oltre alle previste indicazioni, stabilite in merito al contenuto di macro e micro-elementi della fertilità, ogni prodotto deve essere contrassegnato con le seguenti indicazioni:
 - il contenuto di sostanza organica, misurato come perdita all'incenerimento;
 - i residui utilizzati per la preparazione. Se sono addizionati "concimi aziendali" occorre indicare la specie animale;
 - la disponibilità degli elementi nutritivi, in particolare dell'azoto e le modalità per il corretto stoccaggio;
 - le eventuali restrizioni all'impiego e alla quantità che emergono da altre disposizioni di legge sui fertilizzanti o sui rifiuti (si veda la legge sul compost).

Gli scarti o materie prime seconde con i quali è ammessa la produzione di concimi sono i seguenti:

- fanghi trattati aerobicamente o anaerobicamente, stabilizzati e disidratati, conformi alla normativa sui fanghi;
- residui di fermentazione della produzione di enzimi;
- residui vegetali dall'industria di generi alimentari;
- residui di filtrazione dalle fabbriche della birra (trebbie);
- residui dalla pettinatura della lana;
- residui di setole e corna;
- residui di piume e farina di piume;
- residui di legno e cortecce naturali;
- fanghi dalla produzione di gelatina;
- fanghi dall'industria del latte;
- residui vegetali agricoli e dai giardini;
- residui vegetali della manutenzione del verde ornamentale;
- contenuto ruminale;
- deiezioni animali da allevamenti non agricoli;
- distillato di patate;
- substrati di fungaie;
- residui domestici dalla raccolta differenziata, previo trattamento di compostaggio o anaerobico (per concimi solidi), previo trattamento anaerobico (per concimi liquidi);
- acque residue degli zuccherifici, dei caseifici, delle industrie di lavorazione dell'ortofrutta;
- residui di pesce;
- cavoli;
- concimi organici dell'Allegato III;
- concimi aziendali, ovvero "deiezioni animali, compost, letame, liquami o deiezioni liquide, così come paglia e residui simili dalle produzioni vegetali (occorre dichiarare la specie animale)";
- concimi minerali di cui agli Allegati I e II per la produzione di organo-minerali.

Per ciascuna tipologia di prodotto si precisa che:

- i residui elencati possono essere miscelati tra loro per la preparazione del relativo concime. Fanno eccezione solo i fanghi di depurazione;

- i fanghi di depurazione, quando previsti tra i residui utilizzabili, possono essere miscelati solo con concimi di cui agli Allegati 1, 2 o 3 e i concimi aziendali;
- possono essere aggiunti i prodotti compresi negli Allegati 1, 2 e 3, a seconda che si tratti di concimi organici o organo-minerali, purchè dichiarati.

Per tale categoria, a differenza delle altre (Allegati 1, 2 e 3), i titoli minimi in elementi fertilizzanti sono espressi sulla sostanza secca.

Per nessuno dei prodotti elencati sono previsti limiti in relazione al contenuto di potenziali inquinanti.

Nell'Allegato 4 (concimi a base di microelementi) sono compresi tutti i prodotti a base di microelementi quali boro, rame, manganese, zinco, ecc... La sola limitazione prevista è relativa al prodotto definito "residui di concime di rame" per il quale è fissato un limite massimo al contenuto di piombo (0,3%) e di zinco (3%).

3.4 FRANCIA – Legge n. 80 – 478 del 16 giugno 1980 (Journal Officiel 29 Juin 1980)

La Legge n. 79-595 del 13 luglio 1979 (Journal Officiel del 14/07/79) relativa all'organizzazione del controllo dei fertilizzanti e dei substrati di coltivazione, il decreto attuativo n. 80-477 del 16 giugno 1980 (J.O. del 29 giugno 1980) ed il decreto n. 80-478 del 16/06/80 hanno definito il quadro di riferimento per questi prodotti.

La legge prevede le seguenti tipologie:

- **concimi**: qualunque fertilizzante che contenga almeno un elemento principale della nutrizione vegetale (N, P o K) in percentuale pari o superiore al 3% sul tal quale;
- **concimi organici**: tale denominazione è riservata ai prodotti il cui contenuto di elementi fertilizzanti è totalmente di origine organica, vegetale o animale;
- **concimi organo-minerali**: tale denominazione è riservata alle miscele di concimi minerali e organici che devono contenere almeno l'1% di azoto organico;
- **ammendanti organici**: la denominazione è riservata ai prodotti costituiti principalmente da composti organici di origine vegetale, fermentati o fermentescibili, destinati a mantenere o a ricostituire la dotazione di sostanza organica del suolo;
- **supporti di coltivazione**.

Nell'elenco dei concimi organici non compaiono limiti in merito alla qualità ambientale; solamente per i prodotti a base di cuoio o comunque di scarti di origine animale si precisa che l'impiego è limitato a quegli scarti che non hanno subito trattamenti con elementi nocivi, come il cromo.

In particolare gli ammendanti organici sono normati dal decreto 44-051 del 03/11/81; restano esclusi dal campo di applicazione di tale decreto i concimi e gli ammendanti organici addizionati di elementi fertilizzanti.

La norma prevede 19 tipologie di ammendanti organici, di seguito elencate:

- letame: miscela di deiezioni animali e materiale di lettiera;
- letame disidratato: con umidità massima del 15%;
- letame artificiale: miscela fermentata di paglia e concime azotato
- letame di fungaia;
- compost di fungaia;
- vinacce compostate;

- vinacce non compostate;
- materiali vegetali grezzi;
- ammendante vegetale non fermentato;
- ammendante vegetale fermentato: materiali vegetali compostati non contenenti materiali di origine animale, se non il letame, privi di inerti e in cui la torba non supera il 30%;
- compost vegetale; miscela fermentata di materiali vegetali, che possono contenere scarti di origine animale e/o inerti e/o minerali, in cui la torba non supera il 30%;
- compost di cortecce di legno;
- compost urbano fresco: miscela di rifiuti solidi di origine principalmente domestica che ha subito un riscaldamento naturale ad almeno 60°C per almeno 4 giorni, seguito o preceduto da operazioni meccaniche (vagliatura, dilacerazione, triturazione, ecc.);
- compost urbano semimatturo: compost urbano che ha subito, oltre alla fase termofila, una maturazione incompleta;
- compost urbano maturo: compost urbano che ha subito una fase termofila seguita dalla fase di maturazione;
- immondizie: prodotto ottenuto dalla vagliatura di vecchi depositi di rifiuti domestici;
- torba acida;
- torba alcalina;
- compost di torba: miscela fermentata costituita da almeno il 30% di torba, che può contenere scarti di origine vegetale, e/o animale e/o materiali inerti e/o minerali.

Per i prodotti citati sono forniti limiti in merito a:

- contenuto minimo di sostanza organica sia sul tal quale che sulla sostanza secca;
- rapporto massimo tra sostanza organica e azoto organico;
- contenuto massimo di azoto espresso sulla sostanza secca;
- contenuto massimo di metalli pesanti.

In generale deve essere, inoltre, dichiarata l'origine del prodotto, ad eccezione dei compost urbani e dei rifiuti. Per i compost urbani e per i rifiuti è richiesta infine la dichiarazione della presenza e dell'assenza di elementi pungenti o taglienti; per i primi è inoltre obbligatorio dichiarare la granulometria (sul secco).

Tabella 3.2: Confronto tra le normative europee esaminate in relazione ai limiti al contenuto di inquinanti nei fertilizzanti commerciali

Paese	Tipologia di prodotti	Parametri richiesti e relativi limiti	Prescrizioni specifiche Note
Italia	Concimi organici e organo-minerali	Pb < 30 mg/kg ss	Letame essiccato e letame suino essiccato: Cu e Zn assim. Cuoio e pelli idrolizz.: Cr estrai
	Ammendanti e correttivi, esclusi i prodotti di cui al D. 27/03/98	Metalli pesanti	
	Ammendanti a base di compost di cui al D. 25/03/98	Metalli pesanti, parametri microbiologici, prassitologici,	
Spagna	Concimi organici, organo-minerali, ammendanti organici	Metalli pesanti, parametri microbiologici se da matrici di origine animale	Per il prodotto "compost" limiti meno restrittivi rispetto ai restanti prodotti
Olanda	Ammendanti organici	Nessuno	Nessuna. Molto generica e semplice la classificazione dei concimi organici
Germania	Concimi organici e organo-minerali	Cr tot. e Cr ^{VI}	Cu e Zn nei concimi da liquami
	Concimi organici da materie prime seconde	Inerti + eventuali restrizioni imposte da altre norme sui rifiuti	Limitazioni alla possibilità di miscelazione tra i vari residui (fanghi di depuraz.)
Francia	Concimi organici e organo minerali	Nessuno	Esclusione scarti trattati con sostanze nocive, come il cromo

4. Il mercato dei fertilizzanti organici in Italia

4.1 Generalità

In Italia il settore dei fertilizzanti è caratterizzato da una sostanziale stabilità. Secondo quanto evidenziato da Assofertilizzanti (Fertilizzanti Anno II, n. 3), anche nel '99 si è registrata una contrazione della produzione di fertilizzanti (-3%), in particolare degli azotati. Tendenza contraria ha mostrato invece (+3%) la produzione dei fertilizzanti organo-minerali e specialistici. Sono in diminuzione anche le importazioni sia dai Paesi dell'est che da quelli dell'Unione Europea.

In modo del tutto analogo alla produzione, si registra la tendenza alla contrazione dei consumi (-4%), ma l'andamento varia a seconda del settore considerato. Le miscele e i concimi organo-minerali sono infatti in crescita.

In tale contesto il fatto di maggiore rilevanza risulta essere l'incremento della domanda di concimi organici e organo-minerali che, nel '97, hanno rappresentato il 10% circa dei fertilizzanti complessivamente consumati in Italia. L'aumento di richiesta di tale genere di prodotti è certamente causato dalla esigenza sempre più consapevole di adottare pratiche compatibili con l'ambiente.

Parallelamente, infatti, la superficie agraria destinata all'agricoltura biologica è in continuo aumento; a livello nazionale al 31/12/99 la SAU convertita e in conversione è risultata essere pari a 953.057 ettari (+69% rispetto al '97), gestiti da 49.188 aziende, con un notevole incremento dal 1988, anno di costituzione del primo organismo di certificazione delle produzioni biologiche in Italia (AIAB). Con tali numeri, l'Italia risulta essere oggi il primo produttore europeo in termini quantitativi e il terzo nel mondo.

4.1.1 I Concimi organici

I concimi organici sono prodotti che non vengono compresi tra i mezzi tecnici censiti e riportati dalle fonti statistiche ufficiali (Annuari ISTAT). Risulta pertanto più difficile reperire informazioni precise in merito al consumo a livello nazionale. I dati al momento disponibili sono stati desunti dalla stampa specializzata e da colloqui diretti con associazioni e soggetti vari. Solo di recente l'ISTAT ha dato inizio anche alla rilevazione dei dati relativi ai concimi organici, ai concimi a base di microelementi, agli ammendanti e ai correttivi; allo scopo ha predisposto i modelli per la raccolta dati e le relative istruzioni per la compilazione, da poco diffusi tra le aziende distributrici.

Per quanto concerne i concimi organici, sul mercato italiano nel 1997 sono state vendute circa 400.000 t, suddivise come indicato in **tabella 4.1**.

Si può stimare che i concimi organici contribuiscano alle concimazioni praticate in Italia con circa il 3,2% dell'azoto, l'1,2% del fosforo e il 3,6% del potassio distribuiti nel complesso sui terreni agricoli.

Tabella 4.1: Consumo di concimi organici in Italia (stime 1997)

	Quantità (t/anno)
Pollina	150.000 - 200.000
Cuoio idrolizzato	70.000
Borlande	20.000 - 30.000
Pelli e crini	10.000
Pennone, farina di carne, sangue secco, cornunghia grezza e torrefatta, farina di pesce	20.000 - 30.000
Miscele di concimi organici	100.000
TOTALE	370.000 - 440.000

In generale, il mercato è caratterizzato da una grande frammentazione, dovuta in primo luogo alla spinta localizzazione delle materie prime. Per il cuoio, infatti, la maggiore concentrazione si ha nelle zone ove si trovano le concerie (le Province di Vicenza e di Avellino, la bassa valle dell'Arno). Le polline, invece, sono lavorate soprattutto nelle zone ad elevata densità di allevamenti avicoli, nel Veronese e in Romagna. Molti dei prodotti elencati tra i concimi organici, come la farina di pesce o i pannelli, sono usati con maggiore profitto nell'industria mangimistica in quanto dotati di elevato

valore nutrizionale. Alla fertilizzazione sono destinati solo quantità trascurabili di prodotti non idonei per la mangimistica, quali i pannelli di ricino, o prodotti di scarto. L'elevato valore nutrizionale, e quindi anche economico, dei prodotti organici per la mangimistica ne rende competitiva l'importazione, che è notevole sia per i pannelli che per la farina di pesce, di cui la produzione nazionale copre solo il 13% del fabbisogno.

La mangimistica era da sempre la destinazione di elezione di un'altra categoria di sottoprodotti animali, gli scarti di macellazione; questi, opportunamente trattati secondo quanto previsto dal D.Lgs. 508/92, erano impiegati come farine proteiche nella costituzione dei mangimi per animali.

Il diffondersi dell'Encefalopatia Spongiforme Bovina (BSE, comunemente detta "morbo della mucca pazza"), la cui origine e trasmissione sono quasi certamente attribuibili all'ingestione da parte dei bovini di farine di carne e di ossa contaminate, utilizzate come ingredienti di alimenti concentrati ed il possibile legame tra questa e la nuova variante umana del morbo di Creutzfeld-Jakob (vMCJ) ha portato a ridefinire la normativa Comunitaria e nazionale in materia. In particolar modo è stato posto il divieto totale alla somministrazione delle farine proteiche animali ai ruminanti ed è stato imposto l'obbligo di distruzione di tutto il materiale ad alto rischio e specifico a rischio.

La Commissione dell'Unione Europea ha predisposto una proposta di Regolamento (500PC574) a cui ha fatto seguito una posizione comune del consiglio (n. 12/2002), sulle possibili forme di trattamento dei sottoprodotti di origine animale; tra queste compare il loro impiego per la produzione di fertilizzanti. Secondo il parere del comitato scientifico direttivo sulla sicurezza dei fertilizzanti, soltanto i materiali ottenuti da animali per i quali si sospetta o è confermato un contagio da BSE non sono adatti per questo scopo. Gli altri materiali, definiti a basso rischio (BR) sembrerebbero quindi del tutto idonei. Il comitato dichiara inoltre che occorre impedire l'ingestione di tale materiale: va conseguentemente evitato l'uso di farine sui pascoli. Le informazioni sull'uso in pieno campo sono invece molto scarse (in Danimarca sono attualmente in atto delle sperimentazioni su cereali). È stato anche sottolineato che le farine costituiscono un'eccellente matrice organica per la produzione di fertilizzanti organici e organico - minerali. Considerando che la dose media utilizzata è di 150 kg di N/Ha, che corrispondono a circa 2.000 kg di farine/Ha, si stima che tutte le farine BR ottenute nell'UE potrebbero essere utilizzate, a basso dosaggio, a tale scopo. Dal punto di vista del valore aggiunto, l'impiego come fertilizzante fornisce decisamente il valore più alto rispetto alle altre opzioni. Dal punto di vista sanitario si può garantire una totale assenza di rischi se le farine proteiche in questione non sono ottenute da animali sospetti di aver contratto la BSE, ma derivano da materiali sterilizzati.

Per quanto concerne il cuoio, nel 1998, a fronte di una produzione di cuoio idrolizzato ana-

loga a quella consumata nel '97 e pari a 75.000 t/anno, è stato registrato un consumo di circa 50.000 t, di cui il 40% come concime e il 26% come base per la produzione di concimi organo-minerali. Il resto è stato destinato all'esportazione essenzialmente nei Paesi dell'Unione Europea (**figura 4.1**). In proposito, si ricorda che in Europa circa 400.000 t/anno di concimi organo-minerali sono prodotti usando cuoio come fonte di azoto e carbonio organico. La borlanda, oltre ad essere utilizzata tradizionalmente in mangimistica, è un fertilizzante organico azotato. Tra i Paesi dell'Unione Europea, l'Italia è il secondo paese produttore dopo la Francia. L'Italia è però il più importante esportatore di tale prodotto, in particolare verso Olanda e Gran Bretagna (**tabella 4.2**).

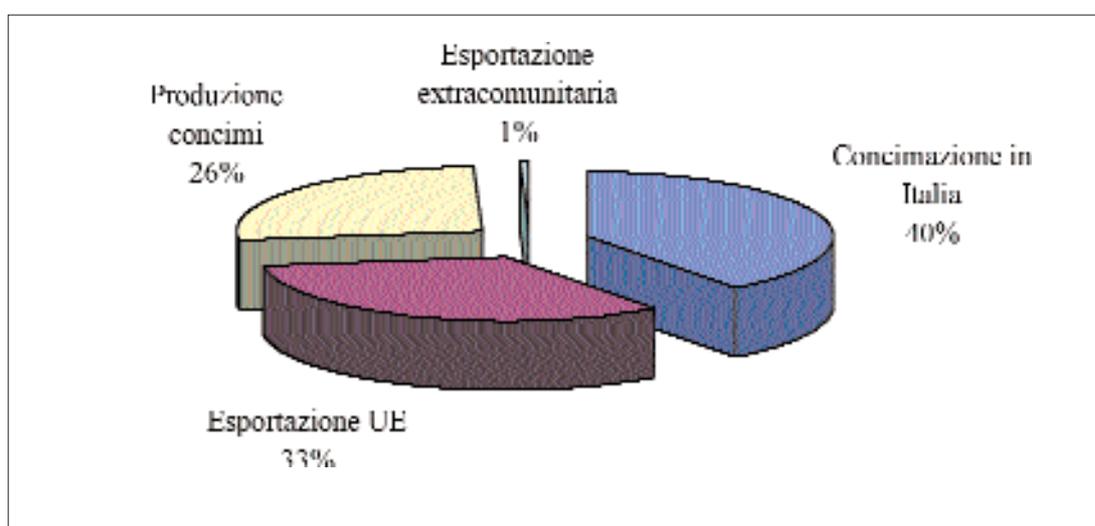


Figura 4.1: Ripartizione della produzione di cuoio idrolizzato nei diversi settori di impiego (Fonte: Ministero per le Politiche Agricole – Progetto Editoriale PANDA “I Fertilizzanti Organici” – Edizioni L’Informatore Agrario, 1998)

Tabella 4.2: Produzione e consumi di borlanda di melasso nei principali Paesi europei (Fonte: Ministero per le Politiche Agricole – Progetto Editoriale PANDA “I Fertilizzanti Organici” – Edizioni L’Informatore Agrario, 1998)

Paese	Produzione (t/anno)	Consumi in mangimistica (t/anno)	Consumi come fertilizzante (t/anno)	Consumo interno (%)
Germania	48.000	40.000	4.000	92
Gran Bretagna	20.000	72.000	—	100
Belgio	55.000	37.500	—	68
Spagna	76.000	70.000	11.500	100
Francia	465.000	230.000	245.000	100
Olanda	150.000	118.000	25.000	95
Italia	255.000	50.000	44.000	37

In generale i concimi minerali vengono importati in notevolissime quantità, in considerazione, anche, della scarsità di materie prime nazionali, mentre il basso valore economico dei concimi organici ne impedisce di fatto il commercio internazionale, se non per modestissime quantità destinate all'hobbistica. Si registrano inoltre saltuarie esportazioni verso paesi del Nord Africa e del Medio Oriente con terreni ad elevato fabbisogno di sostanza organica.

Il contributo dei concimi organici alla fertilizzazione organica del suolo è relativamente ridotto, date le dosi di impiego generalmente basse, ma la forma organica aumenta l'efficienza di certi elementi nutritivi come il P. Essi permettono pertanto di contenere gli apporti fertilizzanti e ridurre i pericoli di inquinamenti legati all'impiego dei concimi. Dato il costo più elevato delle unità fertilizzanti, i concimi organici sono tuttavia prodotti poco usati in agricoltura convenzionale.

4.1.2 Concimi organo-minerali

La normativa italiana ammette la commercializzazione di 8 categorie di concimi organo-minerali, per ognuna delle quali è possibile una notevole varietà di titoli. Si rammenta che l'azoto, ed eventualmente il fosforo, contenuti in questi concimi devono sempre derivare, almeno in parte, da concimi organici, mentre il potassio e le restanti parti di azoto e fosforo devono provenire da concimi minerali semplici o composti. Non sono quindi ammessi concimi organo-minerali contenenti ammendanti, con l'unica eccezione della torba che, pur non essendo un concime è ammessa tra le matrici organiche purché apporti una certa quantità di carbonio organico solubile in soda e pirofosfato. Va rilevato che non è possibile produrre concimi organo-minerali di torba che rispettino le specifiche di legge, dato il ridottissimo contenuto in azoto organico della torba.

Di conseguenza la materia prima principale ed insostituibile per la produzione degli organo-minerali sono i concimi organici. Tra questi ultimi assume particolare importanza il cuoio torrefatto, che unisce alla facilità di manipolazione un elevato contenuto azotato. Attualmente però la disponibilità di cuoio torrefatto è nettamente inferiore alla richiesta e di conseguenza vi è una continua ricerca di materiali alternativi.

Tra i concimi organo-minerali si possono individuare principalmente tre categorie di prodotti:

- le **miscele fisiche** di concimi organici e minerali sono i prodotti di minore qualità, in quanto presentano notevoli problemi di omogeneità di composizione, di segregazione durante la manipolazione e di disomogeneità nello spargimento. La produzione di miscele è piuttosto limitata, oltreché in diminuzione, e il loro mercato assume una certa importanza solo a livello strettamente locale;
- i **concimi pellettati** sono prodotti per estrusione di miscele di concimi organici e minerali e sono gli organo-minerali più diffusi, essendo prodotti da un notevole numero di ditte, che per lo più partono da pollina, ma impiegano anche altri materiali, quali i cascami di lana e il cuoio torrefatto. I concimi pellettati garantiscono una buona uniformità di composizione e non sono soggetti a segregazione, ma possono presentare alcuni problemi in fase di distribuzione, soprattutto per rottura dei cilindretti di cui sono formati;
- i **concimi granulari** sono sicuramente i prodotti di maggiore interesse e qualità, ottenuti da pochi produttori dotati di elevata tecnologia. Questi concimi sono prodotti per granulazione di concimi minerali associati generalmente a torba e cuoio torrefatto. L'approvvigionamento di queste due materie prime è però sempre più difficoltoso e di conseguenza vi è la costante ricerca di materie prime organiche alternative.

Se si osserva la produzione nazionale di concimi minerali composti e di concimi organo-minerali, dai dati forniti da Federchimica (**tabella 4.3**) risulta una produzione di organo-minerali, per l'anno 1998, di 320.200 t, con un incremento del 37,2% rispetto al '91. Di contro, la produzione di concimi minerali composti si è ridotta di oltre la metà, passando da quasi 1.300.000 t nel '91 a 566.300 t nel '98.

In **tabella 4.4** viene indicato il consumo nazionale di concimi minerali composti e di concimi organo-minerali (non sono compresi i concimi organici) dal 1991 al 1997, come risulta dalle fonti ISTAT. Si osserva un incremento consistente, pari al 101% dal '91 al '92; se si considera l'intero arco temporale indicato (91-97) l'incremento ammonta al 200%. Parallelamente, nello stesso arco temporale, il consumo di concimi composti ha registrato un calo complessivo del 12%. Nel '97 il consumo di concimi organo-minerali è risultato pari a 326.229 t. Secondo altre stime, il quantitativo di organo-minerali consumato per l'annata agraria '95-'96 ammonta a circa 350.000 t, con un fatturato valutato in circa 180 miliardi di lire, considerando i prezzi medi al consumo.

Si può stimare che i concimi organo-minerali contribuiscano, nel complesso, alle concimazioni praticate in Italia con circa il 2,7% dell'azoto, il 4,6% del fosforo e il 6,7% del potassio distribuiti nel complesso sui terreni agricoli.

In generale, emerge una maggiore propensione all'acquisto di prodotti più compatibili con l'ambiente, ma anche più calibrati in funzioni delle esigenze delle colture e delle caratteristiche del terreno. Il maggior consumo di concimi organo-minerali, a sfavore di quelli minerali composti, rappresenta un chiaro segno in proposito.

La sostanziale coincidenza rilevata (**figura 4.2**) tra produzione e consumo dei concimi organo-minerali conferma che la domanda a livello nazionale viene soddisfatta pressochè in toto da produttori nazionali. La presenza di produttori esteri non è significativa. Si tratta di una situazione nettamente contrastante rispetto a quella rilevata, invece, nel mercato dei concimi minerali, ove i produttori sono in calo a vantaggio degli importatori (**figura 4.3**). L'Italia è il Paese ove si ha il maggiore consumo di concimi organo-minerali, ma esso trova largo spazio anche nel resto d'Europa, ad esempio in Francia, Germania, Inghilterra.

L'offerta di organo-minerali è concentrata in poco più di una ventina di poli produttivi e comprende oltre 300 formulati, il 10% circa dei quali è rappresentato da concimi organo-minerali binari NP.

In generale, i concimi organo-minerali sono vantaggiosamente usati su tutte le colture; quelle che meglio sfruttano tali prodotti sono la vite, le arboree da frutto, le orticole, le colture industriali in genere (**figura 4.4**). Il consumo maggiore, espresso sia in valore assoluto che in relazione alla SAU, si verifica nelle regione del Centro e del Sud Italia. I dosaggi utilizzati sono di norma modesti in virtù dell'elevato tenore di nutrienti e mediamente compresi tra 1 e 3 t/ha.

Tabella 4.3: Produzione nazionale di concimi minerali composti e organo-minerali. (Fonte: Federchimica, novembre 1999)

Anno	Concimi minerali composti		Concimi organo-minerali	
	(t/anno)	(variazione %)	(t/anno)	(variazione %)
1991	1.290.700	—	233.300	—
1992	1.310.900	2	265.600	14
1993	1.017.800	-22	229.900	-13
1994	718.900	-29	254.900	11
1995	770.300	7	294.200	15
1996	664.200	-14	299.400	2
1997	636.100	-4	307.500	3
1998	566.300	-11	320.200	4
1991-1998 (%)		- 56		+ 37

Tabella 4.4: Consumo di concimi minerali composti (binari e ternari) e organo-minerali (Fonte: Statistiche dell'agricoltura- Annuari ISTAT 1991-1997)

Anno	Concimi minerali composti (t/anno)	(variazione %)	Concimi organo-minerali (t/anno)	(variazione %)
1991	1.844.494	—	108.634	—
1992	1.910.405	4	218.793	101
1993	1.925.660	1	224.954	3
1994	1.582.602	-18	240.464	7
1995	1.467.892	-7	243.720	1
1996	1.570.553	7	283.163	16
1997	1.619.083	3	326.229	15
1991-1997 (%)		- 12		+ 200

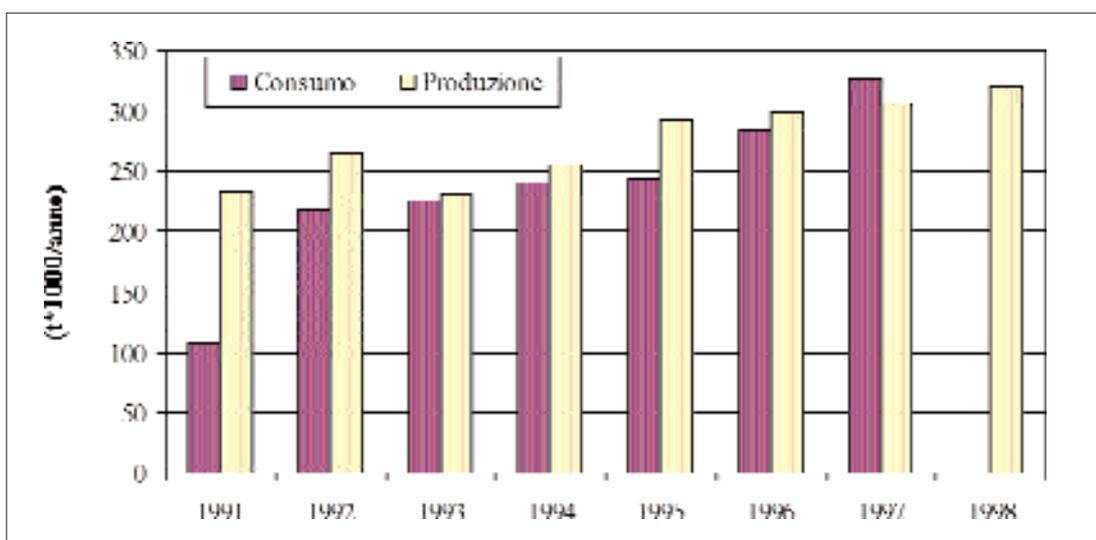


Figura 4.2: Confronto tra produzione e consumi di concimi organo-minerali in Italia dal 1991 al 1997. (Fonti: ISTAT, Federchimica)

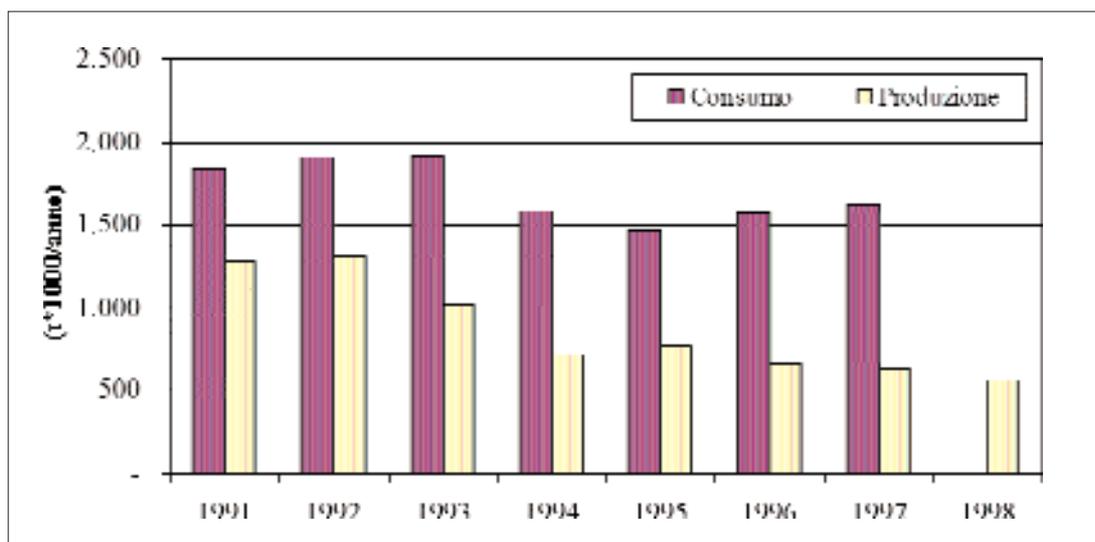


Figura 4.3: Confronto tra produzione e consumi di concimi composti in Italia dal 1991 al 1997. (Fonti: ISTAT, Federchimica)

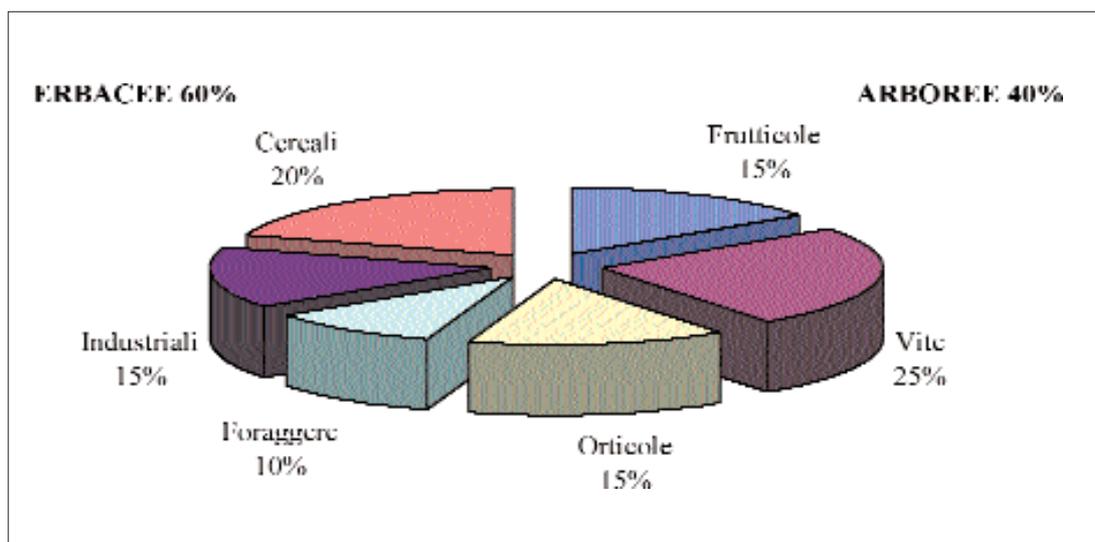


Figura 4.4: Ripartizione percentuale del consumo di concimi organo-minerali in Italia (Fonte: Ministero per le Politiche Agricole -Progetto Editoriale PANDA "I Fertilizzanti Organici" - Edizioni L'Informatore Agrario, 1998)

4.2 Gli ammendanti organici naturali

La normativa prevede, come indicato al punto 2.4.3, 15 ammendanti organici, riunendo prodotti con caratteristiche molto diverse. Anche per tale categoria non esistono fonti ufficiali cui fare riferimento per definire i volumi annuali in gioco complessivamente sul mercato nazionale. In generale si tratta di materiali abbastanza "poveri" e pertanto il mercato è fortemente condizionato dai costi di trasporto e distribuzione, ancor più che nel caso dei concimi organici,

con qualche eccezione per i substrati, come sotto meglio specificato.

Nel complesso, sulla base delle materie prime impiegate per la loro costituzione, si possono individuare tre grosse categorie di ammendanti che rappresentano la quasi totalità dell'uso a livello nazionale:

- gli ammendanti compostati (verde e misto);
- gli ammendanti a base di torba (ammendante torboso composto, torbe, ecc., definiti "substrati di crescita";
- i restanti ammendanti organici, costituiti essenzialmente da letame, vermicompost da letame e altri prodotti di nicchia, quali gli umati solubili, ecc..

Data la mancanza di fonti ufficiali di riferimento, allo scopo di evitare stime in eccesso dovute a sovrapposizioni dei flussi, si riportano di seguito alcuni dati disaggregati, ma ritenuti più attendibili.

Per quanto riguarda la collocazione del compost di qualità, commercializzato sotto forma di ammendante compostato (essenzialmente verde e misto), per l'anno '97 è stato valutato un flusso complessivo di circa 400.000 t/anno (Centemero, 1999). La tendenza evidenziata, sulla base dell'incremento del numero di impianti di trattamento di matrici organiche selezionate, è verso un incremento di almeno il 15-20% per gli anni 98-99 (circa 500.000 t/anno) (Piccini, 2000).

Secondo il quadro delineato per il '97, la destinazione prevalente (50%) degli ammendanti compostati è il mercato dei terricciati per uso hobbistico presso la grande distribuzione e i garden center. Il confezionamento in sacchi da 10-20-50 litri, previa eventuale miscelazione con torba o altro, è eseguito dall'industria dei substrati per il florovivaismo che ne cura poi la commercializzazione. La cessione del prodotto sfuso direttamente alle aziende agricole per l'impiego come ammendante in sostituzione del letame è ancora limitato (circa il 20%). Più elevata è la quota (circa il 30%) che viene ceduta direttamente agli operatori del settore ortoflorovivaistico (giardinaggio, paesaggistica, ecc.).

La quota più rilevante degli ammendanti, in particolare quelli che contengono torba, è impiegata non come fertilizzante, ma come substrato di crescita nelle coltivazioni "fuori suolo", in particolare nel vivaismo, soprattutto ortofloricolo, nella produzione di piante ornamentali e in certe tecniche di coltivazione idroponica (come il *float system*). La presenza della torba è essenziale in quanto assicura caratteristiche fisiche ottimali per la crescita delle piante in contenitore. In questo caso gli ammendanti sostituiscono del tutto il terreno e sono spesso denominati "terricci". In questo caso, infatti, la denominazione di fertilizzante (inteso come miglioratore di un terreno esistente) è evidentemente impropria e anche a livello comunitario è in corso una revisione della normativa con la creazione della nuova categoria dei "Miglioratori del terreno e substrati di crescita" (*Soil improvers and growing media*).

Per gli ammendanti a base di torba o terricci esiste, invece, un mercato internazionale attivo e in crescita, in quanto la torba è disponibile in scarsissima quantità in Italia ed è tradizionalmente importata dai Paesi del nord Europa. La superficie mondiale potenzialmente vocata alla estrazione di torba ammonta a 574.000 km²; quella italiana a circa 1.200 km². Dato il clima italiano temperato caldo, quelle italiane sono per lo più torbe nere localizzate nelle zone a sud dei laghi d'Iseo e Garda, nel mantovano e nel cremonese. La scarsa disponibilità interna e la eterogeneità delle partite di torba nazionale hanno generato un flusso di importazione di notevole entità e in continua crescita, come ben evidenziato in **figura 4.5**.

I dati ISTAT più recenti al momento disponibili riportano, per il 1996 (**tabella 4.5**) un flusso d'importazione di torbe pari a circa 400.000 t, ovvero circa 2,7 milioni di metri cubi ipotizzando un peso specifico di 0,15 t/m³, per un valore complessivo di circa 86 miliardi di lire ed un valore unitario di circa 32.000 L/m³ (215.000 Lire/t). In merito ai Paesi di provenienza della torba importata in Italia, la Germania, con oltre il 50% del totale, resta la principale fonte di approvvigionamento (**figura 4.6**), seguono Paesi Bassi e Lituania.

In realtà anche nei Paesi europei ricchi di torbiere, i quantitativi disponibili sono in diminuzione, sia per esaurimento dei giacimenti, sia per la maggior attenzione ambientale dedicata a tali zone (zone umide).

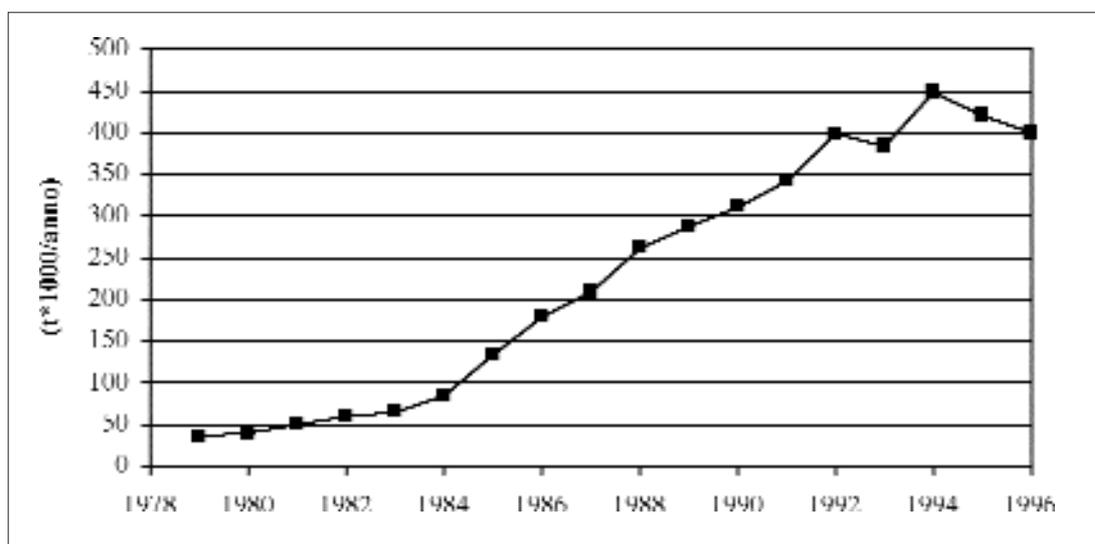


Figura 4.5: Andamento delle importazioni di torba (Fonte: ISTAT-CCIAA 1979-1996)

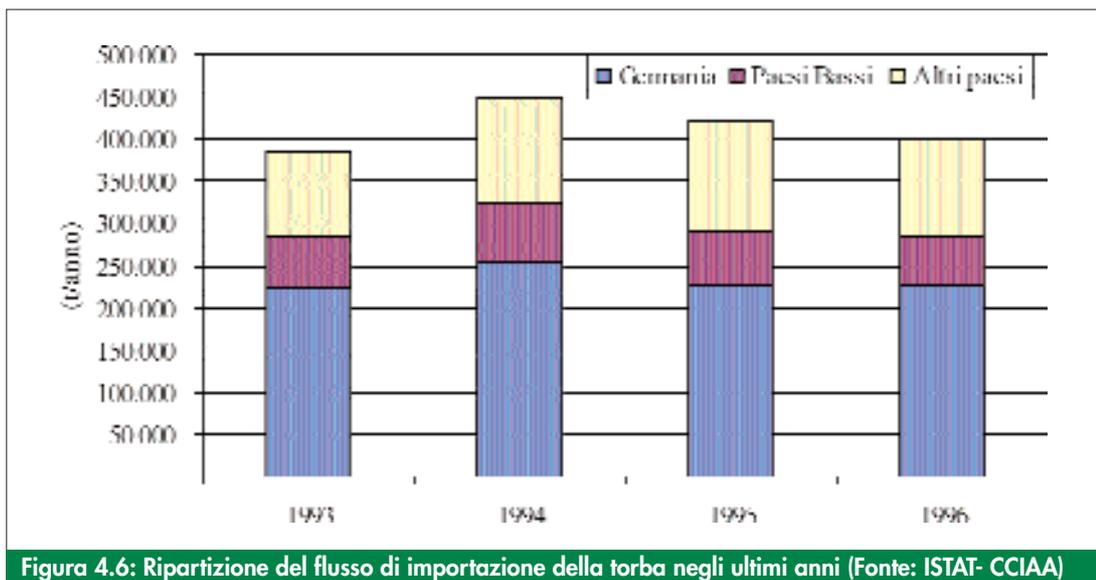
In generale i terricci sono commercializzati a costi elevati in quanto risentono della elevata voluminosità dei materiali (0,1-0,2 t/m³) e degli elevati costi di trasporto. Si passa da prezzi di 40.000-50.000 L/m³ per i materiali sfusi venduti in grosse quantità, a prezzi di 150.000-200.000 L/m³ per i prodotti insaccati venduti al dettaglio.

Tra gli ammendanti organici sono infine compresi alcuni prodotti caratterizzati dall'elevato contenuto in acidi umici e che quindi dovrebbero avere un effetto principalmente biostimolante ed ormono-simile. Si tratta però di materiali di limitato interesse agronomico, prodotti e commercializzati in quantità molto ridotte.

Tabella 4.5: Importazioni di torba dal 1993 al 1996 (Fonte: ISTAT - CCIAA)

	1993		1994 (*)		1995		1996	
	t/anno	%	t/anno	%	t/anno	%	t/anno	%
Germania	222.720	58	252.472	56	227.441	54	228.219	57
Paesi Bassi	61.440	16	72.083	16	62.954	15	55.108	14
Lituania	30.720	8	17.050	4	n.d.	—	38.045	9
Irlanda	19.200	5	25.514	6	n.d.	—	22.951	6
Altri	49.920	13	81.584	18	n.d.	—	55.485	14
TOTALE	384.000		448.703		421.056		399.808	

(*) Dato annuo stimato sulla base delle importazioni del periodo gennaio-settembre 1994.



4.3 I produttori di fertilizzanti organici

L'indagine è stata completata da un censimento delle ditte che producono e commercializzano fertilizzanti organici prevalentemente allo stato solido (concimi organici e/o organo-minerali e ammendanti). Complessivamente sono state censite 71 ditte; di queste, 52 sono situate nel nord Italia, 14 nel regioni del centro e 5 nel sud Italia. Ciascuna ditta commercializza mediamente almeno una decina di formulati commerciali, in funzione dei comparti di destinazione.

In **tabella 4.6** sono elencati i produttori di ammendanti compostati, costituiti dagli impianti di compostaggio che trattano matrici selezionate alla fonte (Rapporto Rifiuti 2001 – ANPA/ONR)

Tabella 1.5.1: Impianti di compostaggio di rifiuti selezionati

Regione	Provincia	Comune	Potenzialità totale (t/anno)	Rifiuto trattato (t/anno)	Frazione Organica Selezionata	Verde	Fanghi	Altro
Piemonte	AL	Tortona	33.000	32.700		8.300	21.400	3.000
Piemonte	AL	Alessandria	40.000	14.330	12.700	1.630		
Piemonte	AL	Casal Cermelli	12.000	11.400	3.500	3.000	4.900	
Piemonte	AT	Asti	1.000	1.000		1.000		
Piemonte	BI	Biella	2.550	2.550		2.550		
Piemonte	BI	Cavaglia	200	200		200		
Piemonte	BI	Ponderano	1.000	92		92		
Piemonte	BI	Vigliano Biellese	1.000	1.000		1.000		
Piemonte	CN	Bagnasco	3.000	745		745		
Piemonte	CN	Caraglio	1.000	962		962		
Piemonte	CN	Cavallermaggiore	1.000	1.000		1.000		
Piemonte	CN	Costigliole Saluzzo	15.000	2.000		2.000		
Piemonte	CN	Magliano Alfieri	13.000	5.000		4.000	1.000	
Piemonte	CN	Racconigi	1.000	1.000		1.000		
Piemonte	CN	Saluzzo	37.140	30.600		4.500	19.000	7.100
Piemonte	CN	Sommariva Perno	27.000	25.902	122	5.060	20.720	
Piemonte	NO	Bellinzago Novarese	4.000	3.627		3.627		
Piemonte	NO	Ghemme	20.000	2.554		2.154	400	
Piemonte	NO	Novara	25.000	13.494	3.461	10.033		
Piemonte	NO	San Nazzaro Sesia	20.000	20.000		20.000		
Piemonte	NO	Varallo Pombia	10.000	10.000		10.000		
Piemonte	TO	Albiano d'Ivrea	1.000	1.000		1.000		
Piemonte	TO	Borgaro T.se	53.700	12.970	5.170	7.800		
Piemonte	TO	Carmagnola	1.000	1.000		1.000		
Piemonte	TO	Carmagnola	1.000	75		75		
Piemonte	TO	Castagnole	1.500	1.456		1.456		
Piemonte	TO	Chieri	1.000	800		800		
Piemonte	TO	Chieri	500	70		70		
Piemonte	TO	Collegno	11.000	4.450		4.450		

continua

segue

Regione	Provincia	Comune	Potenzialità totale (t/anno)	Rifiuto trattato (t/anno)	Frazione Organica Selezionata	Verde	Fanghi	Altro
Piemonte	TO	Osasco	1.000	1.000		1.000		
Piemonte	TO	Osasio	1.000	237		237		
Piemonte	TO	Pragelato	100	100		100		
Piemonte	TO	Rivarolo Cse	1.000	2		2		
Piemonte	TO	Torino	8.000	6.000		6.000		
Piemonte	TO	Torino	2.600	2.600		2.600		
Piemonte	VB	Omegna	1.000	1.000		1.000		
Piemonte	VB	Verbania	1.000	1.000		1.000		
Totale Piemonte			354.290	213.916	24.953	111.443	67.420	10.100
Lombardia	BG	Calcinante	57.000	45.936	17.419	28.517		
Lombardia	MI	Garbagnate	400					
Lombardia	BG	Ghisalba	27.300	43.683		26.724	16.959	
Lombardia	BG	Grassobbio	6.900	5.081	5.081			
Lombardia	BG	Montello	65.000	38.707	33.914	4.793		
Lombardia	BS	Bagnolo Mella	80.000	14.499	13.228	1.271		
Lombardia	BS	Chinari	4.000	3.895		301	3.594	
Lombardia	BS	Orzinuovi	21.000	23.563		2.391	21.172	
Lombardia	CO	Anzano al Parco	11.000	2.463		2.463		
Lombardia	CO	Cirimido	20.000	9.529		9.529		
Lombardia	CO	Vertemate	5.000	995		995		
Lombardia	CO	Villa Guardia	10.000	6.426		6.426		
Lombardia	LC	Ballabio	2.000	40		40		
Lombardia	MI	Arconate	400	400		400		
Lombardia	MI	Cernusco sul Naviglio	1.000	999		999		
Lombardia	MI	Corbetta	4.600	3.286		3.286		
Lombardia	MI	Desio	5.000	4.990		4.990		
Lombardia	MI	Milano Muggiano	43.000	2.283	1.370	913		
Lombardia	MI	Novate Milanese	5.000	4.999		4.999		
Lombardia	MI	Robecchetto con Induno	400	399		399		
Lombardia	MI	Seveso	400	400		400		

continua

segue

Regione	Provincia	Comune	Potenzialità totale (t/anno)	Rifiuto trattato (t/anno)	Frazione Organica Selezionata	Verde	Fanghi	Altro
Lombardia	MI	Tainate di Noviglio	9.000	27.790		27.790		
Lombardia	MI	Triuggio	400	395		395		
Lombardia	MI	Vimercate	5.000	5.625		5.625		
Lombardia	MN	Castiglione di Stiviere	8.800	4.503	1.469	3.034		
Lombardia	MN	Ceresara		1.283		1.283		
Lombardia	MN	Mantova	9.000	2.569	85	2.266	218	
Lombardia	PV	Corte Olona	15.000	7.465		7.465		
Lombardia	PV	Ferrara Erbognone	20.000	8.119		8.119		
Lombardia	PV	Vidugolfo	25.000	32.165		4.737	27.428	
Lombardia	SO	Cedrasco	18.000	2.319	1.043	1.276		
Lombardia	VA	Besano	7.300	3.098	1.500		1.598	
Lombardia	VA	Castel Seprio	6.000	4.023		3.828		195
Lombardia	VA	Gallarate	8.000	3.045		3.045		
Lombardia	VA	Gorla Minore	1.000	1.000		1.000		
Lombardia	VA	Luino	400	393		393		
Lombardia	VA	Origgio	12.000	11.500		11.500		
Lombardia	VA	Travedona Munate	350	135		135		
Lombardia	VA	Velmaio Arcisate	400	66		66		
Totale Lombardia			515.050	328.067	75.109	181.793	70.969	195
Trentino Alto Adige	BZ	Aldino	5.500	4.711	110	2.101		2.500
Trentino Alto Adige	BZ	Appiano	4.500	791		83		708
Trentino Alto Adige	BZ	Brunico	4.500	1.291	834	457		
Trentino Alto Adige	BZ	Campo Tures	4.000	476	400	76		
Trentino Alto Adige	BZ	Cortaccia	500	313	225	88		
Trentino Alto Adige	BZ	Glorenza	300	200		75	125	
Trentino Alto Adige	BZ	Naturno	4.400	3.690	1.890	1.800		
Trentino Alto Adige	BZ	Natz-Sciaives	3.000	1.549	852	697		
Trentino Alto Adige	BZ	Prato allo Stelvio	750	100		50	50	
Trentino Alto Adige	BZ	S.Martino in Passiria	500	200		100	100	
Trentino Alto Adige	BZ	Silandro	900	465	440	25		

continua

segue

Regione	Provincia	Comune	Potenzialità totale (t/anno)	Rifiuto trattato (t/anno)	Frazione Organica Selezionata	Verde	Fanghi	Altro
Trentino Alto Adige	BZ	Tires	300	204	104	100		
Trentino Alto Adige	TN	Levico Terme	14.245	10.745		1.745	9.000	
Trentino Alto Adige	TN	Monclassico	160	159	79	79		
Trentino Alto Adige	TN	Trento	53.013	12.023	1.651	2.255	7.967	150
Totale Trentino Alto Adige			96.568	36.917	6.585	9.731	17.242	3.358
Veneto	PD	Este	62.000	51.017	31.736	17.173	1.740	368
Veneto	PD	Vigonza	21.000	19.762	2.671	7.925	5.956	3.210
Veneto	PD	Vigonza	28.000	18.486		12.658	5.166	662
Veneto	RO	Rovigo	32.000	53.004		8.743	43.001	1.260
Veneto	VE	Mira	45.000	42.436	16.633	21.339	4.085	379
Veneto	VR	Cerea	35.000	35.949	5.471	3.560	25.998	920
Veneto	VR	Isola della Scala	35.000	31.084	6.168	9.547	7.184	8.185
Veneto	VR	Isola della Scala	35.000	34.034	34.034			
Veneto	VR	S. Bonifacio	37.000	34.622		4.745	16.372	13.505
Veneto	VR	Villa Bartolomea	40.000	28.034	18.984	4.762	4.262	26
Totale Veneto			370.000	348.428	115.697	90.452	113.764	28.515
Friuli Venezia Giulia	GO	Staranzano	1.250	1.723		1.723		
Friuli Venezia Giulia	UD	S. Giorgio di Nogaro		5.065	5.065			
Friuli Venezia Giulia	TS	Trieste	1.000	470		470,0		
Totale Friuli Venezia Giulia			2.250	7.258	-	7.258	-	-
Liguria	IM	Taggia	10.000	2.909		2.909		
Liguria	IM	Taggia	16.000	8.000		8.000		
Totale Liguria			26.000	10.909	-	10.909	-	-
Emilia Romagna	BO	Ozzano	9.000	8.780	2.000	6.780		
Emilia Romagna	BO	S. Agata Bolognese	21.000	15.266	8.812	3.644	215	2.595
Emilia Romagna	FO	Cesena	60	50		50		
Emilia Romagna	FO	Cesenatico	4.000	2.581		2.228	348	5
Emilia Romagna	FO	Cesenatico	11.000	7.005	4.093	70		2.842
Emilia Romagna	FO	S. Sofia	15.000	4.833		119		4.714
Emilia Romagna	MO	Carpi - Loc Fossoli	70.000	30.961	8.730	19.317	181	2.733

continua

segue

Regione	Provincia	Comune	Potenzialità totale (t/anno)	Rifiuto trattato (t/anno)	Frazione Organica Selezionata	Verde	Fanghi	Altro
Emilia Romagna	MO	Castelvetro	30.000	25.985	532	7.205	3689	14.559
Emilia Romagna	MO	Sassuolo	2.500	-				
Emilia Romagna	MO	Soliera	8.500	2.444		143		2.301
Emilia Romagna	PC	Sarmato	85.000	51.076				51.076
Emilia Romagna	RA	Faenza	25.000	25.000	3.000	4.000	3.750	14.250
Emilia Romagna	RA	Faenza	20.000	8.867	3.800	204	4.863	
Emilia Romagna	RA	Ravenna	20.000	2.737		1.367	1.370	
Emilia Romagna	RN	Rimini	30.000	14.804	9.623	5.181		
Totale Emilia Romagna			351.060	200.389	40.590	50.308	14.416	95.075
Toscana	FI	Campi Bisenzio	20.160	18.790	1.031	16.534		1.225
Toscana	FI	Empoli	14.000	35.617	20.372	3.870	43	11.332
Toscana	FI	Sesto Fiorentino	14.600	6.425	3.708	2.623		94
Toscana	LI	Piombino	4.000	1.303	195	1.108		
Toscana	LU	Camaiore	10.070					
Toscana	LU	Viareggio	15.318	15.318	380	12.891		2.047
Toscana	MS	Massa Carrara	15.000					
Toscana	MS	Massa Carrara	3.000	10.298	6.101	4.197		
Toscana	SI	Monteroni d'Arbia	9.000	4.228	2.531	1.288	194	215
Totale Toscana			105.148	91.979	34.318	42.511	237	14.913
Marche	AN	Moie di Maiolati	15.000	6.849		3.486	3.363	
Marche	PS	Mondavio	50.000	36.012	2.652	2.019	31.054	287
Totale Marche			65.000	42.861	2.652	5.505	34.417	287
Abruzzo	CH	Cupello	1.539	1.539	1.012		527	
Abruzzo	TE	Notaresco	72.000	9.660	1.530	5.420	2.710	
Totale Abruzzo			73.539	11.199	2.542	5.420	3.237	-
Campania	NA	Pomigliano d'Arco	3.000	3.000	2.400	600		
Totale Campania			3.000	3.000	2.400	600	0	0
Puglia	BA	Modugno	192.000	63.431	17.893	224	44.346	968
Puglia	BA	Molfetta	21.250	2.250		2.250		
Totale Puglia			213.250	65.681	17.893	2.474	44.346	968
Totale Italia		137 impianti	2.175.155	1.360.604	322.740	518.405	366.048	153.411

4.4 Caratteristiche dell'offerta e prezzi indicativi di vendita

Le informazioni riportate sono state desunte dai cataloghi e dai listini prezzo forniti direttamente dalle imprese interpellate.

I concimi organici e organo-minerali sono in genere commercializzati in confezioni da 20 kg, 50 kg e 500 kg; un'impresa vende anche prodotti allo stato sfuso. Di seguito si riportano alcune valutazioni su caratteristiche e prezzi unitari medi di vendita all'ingrosso (tabella 4.8) risultate da una elaborazione condotta su tutti i dati raccolti. Si precisa che non sono stati considerati i concimi liquidi e quelli in confezioni per uso hobbistico (1-10 kg), caratterizzati da prezzi di vendita molto elevati.

Per quanto concerne i concimi azotati, i titoli in N vanno dal minimo di legge del 3% (pochi formulati) sino all'8-9%; i formulati commerciali a titolo più elevato (13-14%) sono quelli a base di sangue secco, corna, unghie, ecc. I titoli dichiarati di P_2O_5 e K_2O , variano rispettivamente dall'1,15 al 5% e dall'0,75 al 6%. I prezzi unitari di vendita oscillano da 180 a 750 L/kg per prodotti con titoli in N sino al 9%; per i prodotti a titolo più elevato (13-14%) il prezzo sale e varia dalle 2.000 alle 5.000 L/kg.

Tabella 4.8: Prezzi unitari medi di vendita all'ingrosso di concimi organici e organo-minerali

	L/kg		L/kg di N		L/kg di U. F. (*)	
	da	a	Da	a	da	a
Concimi organici N						
N ≤ 9	180	750	2.800	14.000	1.700	7.500
N > 9	2.000	5.000	16.000	35.000	16.000	35.000
Concimi organici NP	105	550	---	---	1.000	8.000
Concimi organo-minerali						
- N	280	280	2.300	2.300	2.300	2.300
- NP	260	470	---	---	1.100	1.700
- NK	370	400	---	---	1.500	1.700
- NPK	299	600	---	---	990	3.100

(*) prezzo per kg di unità fertilizzanti dichiarate= [prezzo/somma (N+ P_2O_5 + K_2O)]

Se si rapporta il prezzo di vendita alle unità azotate contenute, si ottengono cifre comprese tra 2.800 e 14.000 L/kg, sino a massimi compresi tra 16.000 e 35.000 L/kg per i prodotti a titolo elevato (N= 13-14%) sopra citati.

I concimi organici NP hanno titoli variabili rispettivamente dal 3,5 al 6% per l'azoto e dal 3,5% al 15% (guano) per il fosforo. L'ossido di potassio è presente con titoli variabili dall'1,5 al 3,5%, con una punta dell'8%. I prezzi unitari di vendita presentano un range meno ampio rispetto agli azotati: si va dalle 105 alle 550 L/kg. Il costo medio per unità fertilizzante contenuta (N+ P_2O_5 + K_2O) varia dalle 1.000 alle 2.000 L/kg con punte di 7-8.000 L/kg per prodotti contenenti residui di macellazione idrolizzati.

In merito ai concimi organo-minerali si nota come prevalga l'offerta di prodotti NPK con titoli differenziati in funzione delle colture cui sono destinati. I prezzi unitari, risultano meno variabili: si passa dalle 260 alle 600 L/kg. Il prezzo medio per unità fertilizzante presente è compreso tra le 1.000 e le 3.000 L/kg.

Parte seconda

La caratterizzazione analitica, primi risultati

1. La scelta dei campioni da sottoporre a caratterizzazione analitica

Sulla base di quanto emerso dall'indagine di mercato in merito alle tipologie e ai quantitativi impiegati, sono state individuate le seguenti matrici organiche più utilizzate per la produzione di concimi organici e organo-minerali:

- Pollina: impiegato come concime organico tal quale, come componente delle "miscele di concimi organici", come base organica per la produzione dei concimi organo-minerali;
- torba tal quale: come base organica della maggior parte dei concimi organo-minerali;
- concimi a base di cuoio (cuoio torrefatto, idrolizzato, pellicino): impiegato soprattutto come apporto di azoto nelle miscele e negli organo-minerali ad elevato tenore azotato;
- residui animali;
- letami o stallatici tal quali o in miscela con altri scarti animali quali cornunghia, lana, ecc.;
- concimi organo-minerali: prodotti da ditte diverse e ad elevato titolo di nutrienti;
- ammendanti compostati verdi o misti: ottenuti a partire da matrici selezionate in assenza di fanghi di depurazione;
- ammendanti compostati misti: ottenuti a partire da matrici selezionate in presenza di fanghi di depurazione di origine mista o solo agroindustriale.

I 26 formulati commerciali analizzati, sulla base delle matrici più utilizzate, sono riportati nella tabella 1.1.

Tabella 1.1: Elenco dei formulati commerciali analizzati

N°	Denominazione	Tipologia
CONCIMI ORGANICI		
1	Concime organico N	Cuoio torrefatto
2	Concime organico N	Cuoio e pelli idrolizzati
23	Concime organico N	Pelli e crini (Pellicino)
5	Concime organico N	Letame essiccato
6	Concime organico N – Miscela	Lana, cornungia, letame
7	Concime organico NP	Pollina essiccata
8	Concime organico NP	Pollina essiccata
9	Concime organico NP	Pollina essiccata
10	Concime organico NP	Residui di macellazione idrolizzati
11	Concime organico NP – Miscela	Letame bovino, equino, avicolo
CONCIMI ORGANO-MINERALI		
20	Concime organo-minerale NPK	
21	Concime organo-minerale NPK	
22	Concime organo-minerale NPK	
AMMENDANTI		
12	Ammendante compostato verde	
13	Ammendante compostato misto	Assenza di fanghi
14	Ammendante compostato misto	Assenza di fanghi
25	Ammendante compostato misto	Assenza di fanghi
15	Ammendante compostato misto	Presenza di fanghi
16	Ammendante compostato misto	Presenza di fanghi
26	Ammendante compostato misto	Presenza di fanghi
24	Ammendante compostato misto	Letame bovino, equino, humus
29	Ammendante torboso composto	Torba + compost
17	Torba acida	Torba di sfagno
28	Torba acida	Torba acida di sfagno
18	Torba neutra	Torba di sfagno
27	Torba neutra	Torba neutra di sfagno+guano

Gli elementi e le molecole organiche da analizzare sono stati scelti soprattutto sulla base di considerazioni di ordine, tossicologico, ambientale e produttivo. Sono stati ricercati composti riportati nella normativa nazionale ed europea, composti dei quali era probabile la presenza nei fertilizzanti o nei compost e dei quali era nota la rilevanza tossicologica per l'uomo e l'ambiente, infine composti che per la tipologia delle matrici utilizzate potevano essere riscontrati nei fertilizzanti analizzati.

Sui campioni individuati in tabella 1.1 sono state effettuate analisi per la individuazione del contenuto di elementi inorganici quali cadmio (Cd), rame (Cu), cromo (Cr), nichel (Ni), piombo (Pb), zinco (Zn), mercurio (Hg), arsenico (As), selenio (Se), boro (B), di contaminanti organici quali policlorobifenili (PCB), ftalati (DHEP), di fenoli (NEP),(DEHP), idrocarburi policiclici aromatici (IPA), fenoli (NEP) e di alcuni tensioattivi (LAS) ed antibiotici.

2. Materiali e metodi

2.1 Analisi elementi in tracce

2.1.1 Determinazione di Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn estraibili in acqua regia

Principio del metodo

Il metodo prevede la solubilizzazione dei metalli pesanti in soluzione nitro-cloridrica a caldo. Il contenuto dei metalli viene determinato per spettroscopia di emissione al plasma (ICP/AES).

Reagenti e materiali di consumo

H₂O bidistillata;

Acido Nitrico (HNO₃) [65% (r = 1,400)];

Acido Cloridrico (HCl) [37% (r = 1,168)];

Soluzione standard del commercio a titolo garantito di cadmio (1000 mg L⁻¹ di Cd);

Soluzione standard del commercio a titolo garantito di nichel (1000 mg L⁻¹ di Ni);

Soluzione standard del commercio a titolo garantito di piombo (1000 mg L⁻¹ di Pb);

Soluzione standard del commercio a titolo garantito di zinco (1000 mg L⁻¹ di Zn);

Soluzione standard del commercio a titolo garantito di cromo (1000 mg L⁻¹ di Cr);

Soluzione standard del commercio a titolo garantito di rame (1000 mg L⁻¹ di Cu).

Prelevare con buretta di precisione e trasferire in un matraccio tarato da 1000 mL le aliquote, di seguito indicate, per ciascuna soluzione standard a titolo garantito (1000 mg L⁻¹):

Cd: 10 mL di soluzione standard da 1000 mg L⁻¹;

Cu: 10 mL di soluzione standard da 1000 mg L⁻¹;

Ni: 10 mL di soluzione standard da 1000 mg L⁻¹;

Pb: 10 mL di soluzione standard da 1000 mg L⁻¹;

Zn: 50 mL di soluzione standard da 1000 mg L⁻¹;

Cr: 10 mL di soluzione standard da 1000 mg L⁻¹.

Portare a volume con acqua bidistillata. La soluzione madre quindi conterrà: 10 mg L⁻¹ di Ni, Pb, Cd, Cu, Cr e 50 mg L⁻¹ di Zn.

Preparare la soluzione denominata "Bianco", composta da:

Ca: 25 mL di soluzione standard da 10.000 mg L⁻¹;

Mg: 25 mL di soluzione standard da 10.000 mg L⁻¹;

Fe: 30 mL di soluzione standard da 10.000 mg L⁻¹;

Al: 25 mL di soluzione standard da 10.000 mg L⁻¹.

Aggiungere 80 mL di acqua regia (preparata miscelando 3 parti di HNO₃ e 1 parte di HCl, cioè 60 mL di HNO₃ + 20 di HCl). Portare a volume di 500 mL con acqua bidistillata. Questa soluzione (bianco) si utilizza per portare a volume gli standard 1, 2 e 3.

Soluzione standard diluita 1 (STD 1): Prelevare 10 mL di soluzione madre; portare a 100 mL con il bianco.

Soluzione standard diluita 2 (STD 2): Prelevare 25 mL di soluzione madre; portare a 100 mL con il bianco.

Soluzione standard diluita 3 (STD 3): Prelevare 50 mL di soluzione madre; portare a 100 mL con il bianco.

Le concentrazioni di ogni metallo nelle soluzioni diluite sono di seguito riportate:

Metallo	STD 1 mg L ⁻¹	STD 2 mg L ⁻¹	STD 3 mg L ⁻¹
Cd	1	2.5	5
Cu	1	2.5	5
Ni	1	2.5	5
Pb	1	2.5	5
Cr	1	2.5	5
Zn	5	12.5	25

Apparecchiatura

Attrezzatura comune da laboratorio, in particolare Mineralizzatore ICP SPECTROFLAME.

Procedimento

Preparazione della soluzione per mineralizzazione con forno a microonde. Trasferire 1 g del campione, secco all'aria e setacciato a 2 mm, nell'apposito contenitore (provettone) per mineralizzatore ed inserire un tubo di

Vigreux. Aggiungere 9 mL di HCl e 9 mL di HNO₃. Chiudere il contenitore e impostare il ciclo operativo. Trascorso il tempo impostato per la digestione, riaprire il vetro di protezione, alzare la testa di aspirazione ed estrarre i provettoni. Dopo raffreddamento la sospensione così ottenuta viene filtrata su carta da filtro Whatman 42 in un matraccio da 50 mL e dopo successivi lavaggi del provettone, si porta a volume con acqua bidistillata. La prova in bianco viene effettuata con le stesse modalità operative sulla soluzione composta dai soli reagenti (HNO₃, HCl). Tali soluzioni sono poi destinate alla lettura in ICP.

Procedimento di lettura con ICP

Dopo calibrazione fatta con le soluzioni standard STD 1, STD 2 e STD 3, si procede alla lettura della prova in bianco e successivamente alla lettura delle soluzioni dei campioni in analisi.

Calcolo

Il contenuto dei metalli pesanti viene espresso in mg kg⁻¹. Per il calcolo viene utilizzata l'espressione:

$$C = B D V / M$$

dove:

C = contenuto del metallo nel campione in mg kg⁻¹;

B = concentrazione del metallo nella soluzione in analisi in mg kg⁻¹;

D = fattore di diluizione (D = 1 se la soluzione in esame non subisce diluizione);

V = volume finale in mL (V = 50);

M = massa del campione in g (M = 1);

per cui:

$$C = B 50$$

Riferimenti bibliografici

Metodi Ufficiali, Supplemento Ordinario G.U. n° 248 del 21.10.1999.

2.1.2 Determinazione di Mercurio, Arsenico e Selenio totali

Procedimento

Si pesa 1 g di campione umido. Si introduce nel tubo per l'attacco. Si aggiungono 10 mL di acido nitrico concentrato. Si chiude con la canna a ricadere e si scalda su piastra, dapprima moderatamente, poi all'ebollizione per 2-3 ore. Si travasa in matraccio tarato da 100 mL filtrando su filtro Whatman n° 41 e si lava con acqua acidulata per HNO₃ fino a portare a volume.

Tecnica di misura per Hg: SPECTROMERC (Spectro Italia).

Reagenti e materiali di consumo

H₂O bidistillata;

Acido Nitrico (HNO₃) [65% (r = 1,400)];

Soluzioni standard di mercurio a titolo noto da 1000 mg L⁻¹ di mercurio (Hg);

Soluzione denominata "madre", preparata diluendo la soluzione standard da 1000 mg L⁻¹ per arrivare alla concentrazione di 1 di mg L⁻¹ mercurio;

Soluzione denominata "Bianco", preparata con 100 mL di acqua bidistillata, acidificata con 1 mL di HCl concentrato.

Soluzioni standard a diversa concentrazione di mercurio:

STD 1: preparata aggiungendo 1 mL di HCl concentrato e diluendo a 100 mL con acqua bidistillata 0,1 mL di soluzione madre; la soluzione contiene 1 mg L⁻¹ di mercurio;

STD 2: preparata aggiungendo 1 mL di HCl concentrato e diluendo a 100 mL con acqua bidistillata 0,25 mL di soluzione madre; la soluzione contiene 2.5 mg L⁻¹ di mercurio;

STD 3: preparata aggiungendo 1 mL di HCl concentrato e diluendo a 100 mL con acqua bidistillata 0,5 mL di soluzione madre; la soluzione contiene 5 mg L⁻¹ di mercurio;

STD 4: preparata aggiungendo 1 mL di HCl concentrato e diluendo a 100 mL con acqua bidistillata 1 mL di soluzione madre; la soluzione contiene 10 mg L⁻¹ di mercurio;

Perclorato di magnesio (Mg(ClO₄)₂);

HCl 5% (v/v): preparata diluendo a 1000 mL con acqua bidistillata 50 mL di HCl concentrato. Assicurarsi di adoperare vetreria lavata con HNO₃ e acqua bidistillata;

SnCl₂ 5% (p/v) in HCl 5%: sciogliere 50 g di stagno cloruro in acqua bidistillata, aggiungere 50 mL di HCl concentrato e portare a volume con acqua bidistillata. La soluzione va rifatta se si nota ingiallimento. Assicurarsi di adoperare vetreria lavata con HNO₃ e acqua bidistillata. Si procede alla lettura dei campioni seguendo il metodo standard allegato allo strumento.

Tecnica di misura per As e Se: si utilizza l'apparecchio per gli idruri volatili.

Reagenti specifici:

Sodioboroidruro 7,5 g + 2,5 g di NaOH gocce. La soluzione va portata a volume di 500 mL in matraccio tarato. Se necessario la soluzione va filtrata.

Acido cloridrico al 20%: 100 mL HCl concentrato + 400 mL H₂O.

Soluzione madre: 1 mg L⁻¹ di Se e As in HCl 2%. Per successive diluizioni si ottengono le soluzioni standard di seguito elencate:

Standard 4: 10 mL di soluzione madre portati a 100 mL, in HCl 2%; la soluzione contiene 100 mg L⁻¹ di Se e As;

Standard 3: 5 mL di soluzione madre portati a 100 mL, in HCl 2%, la soluzione contiene 50 mg L⁻¹ di Se e As;

Standard 2: 2,5 mL di soluzione madre portati a 100 mL, in HCl 2%; la soluzione contiene 25 mg L⁻¹ di Se e As;

Standard 1: 1 mL di soluzione madre portati a 100 mL, in HCl 2%; la soluzione contiene 10 mg L⁻¹ di Se e As.

Letture dei campioni

Si procede alla lettura dei campioni seguendo il metodo standard allegato allo strumento.

Selenio Totale (vedi As totale).

Condizioni di misura: si impiega la stessa soluzione impiegata per la determinazione dell'As.

Riferimenti bibliografici

REGIONE PIEMONTE (1986). Disposizione tecniche del Regolamento per lo Smaltimento in agricoltura dei fanghi di depurazione. B. U. R. P., 5 novembre 1986, n° 44.

2.1.3 Determinazione del Cromo esavalente

Principio del metodo

Data l'assenza di un metodo ufficiale valido per tutte le matrici, si è voluto indagare la diversa estraibilità di 3 metodi alternativi, sinotticamente descritti nel prospetto sottostante.

Metodica	Pretrattamento del campione	Aliquota di campione	Soluzione estraente	Modalità dell'estrazione	Modalità della misura
Metodi analitici per i fanghi, (IRSA-CNR gennaio 1985)	Essiccazione in stufa a 105 °C, macinazione ed omogeneizzazione.	5 g	Soluzione costituita da 490 mL di acqua distillata e 10 mL di soluzione di H ₂ SO ₄ diluito 1:1.	Addizione della soluzione estraente al campione in beuta o becher da 1000 mL, agitazione per 10 min, quindi filtrazione.	Prelievo di un'aliquota filtrato portato a volume di 100 mL e aggiunta di 1 mL di acido solforico diluito (1:1) e 2 mL di soluzione di difenilcarbazide. Dopo agitazione, riposo per 5-10 min in attesa dello sviluppo del colore, quindi misura spettrofotometrica alla lunghezza d'onda di 540 nm.
Regione Piemonte, 1998	Essiccazione all'aria (in stufa ventilata a circa 40 °C) e macinazione fino a dimensioni < 0,5 mm	2,000 g	Soluzione tampone ottenuta sciogliendo 22,8 g di K ₂ HPO ₄ ·3H ₂ O in 1000 mL di H ₂ O; il pH, eventualmente corretto con acido fosforico, deve rientrare nell'intervallo 8,0 ± 0,1.	Addizione di 100 mL di soluzione estraente e, dopo allontanamento dell'O ₂ presente per gorgogliamento di argon o azoto per 5 minuti, chiusura ermetica del recipiente d'estrazione e agitazione per 3h ± 5 min; al termine dell'estrazione, controllo del pH (compreso tra 7,5 e 8,0), quindi filtrazione con membrana filtrante a porosità 0,45 µm.	10 mL dell'estratto ottenuto vengono addizionati di 1 mL di soluzione di difenilcarbazide e di 1 mL di soluzione di acido fosforico in matraccio tarato da 50 mL e portato a volume. Dopo agitazione e riposo per 15 ± 5 min, misura spettrofotometrica dell'assorbanza a λ = 540 nm. Tale metodica prevede anche una misura spettrofotometrica effettuata sulla soluzione ottenuta trattando 10 mL dell'estratto con acido fosforico ma omettendo l'aggiunta della difenilcarbazide.
Bartlett e James, 1996	Essiccazione all'aria (in stufa ventilata a circa 40 °C) e macinazione fino a dimensioni < 0,25 mm	2,000 g -	Acqua deionizzata.	Addizione di 25 mL di acqua deionizzata al campione in matraccio da 250 mL, agitazione per 2 ore su agitatore oscillante a 120-140 cicli al minuto, quindi filtrazione.	8 mL dell'estratto ottenuto vengono addizionati di 1 mL di soluzione di difenilcarbazide. Dopo agitazione e riposo, misura spettrofotometrica dell'assorbanza a λ = 540 nm

Dal prospetto è possibile osservare come le metodiche prese in esame effettuino la determinazione del cromo esavalente mediante misura spettrofotometrica, alla lunghezza d'onda di 540 nm, del complesso colorato che si forma in ambiente acido con la 1,5-difenilcarbazide.

Le procedure presentano tuttavia singolarità sostanziali nelle fasi precedenti la lettura di assorbanza. I principali aspetti differenziativi risiedono nel pre-trattamento del campione, nell'aliquota di campione, nella soluzione estraente e nelle modalità di estrazione.

Riguardo il pre-trattamento, il metodo della Regione Piemonte (1998) e il metodo di Bartlett e James (1996) operano su campione essiccato all'aria, mentre il metodo IRSA-CNR (1985) prevede l'essiccazione a 105 °C, secondo quanto previsto per la determinazione dei metalli totali.

Per quanto concerne le modalità dell'estrazione, le differenze riguardano sia il tipo di estraente, sia il tempo di contatto. Nei "Metodi di analisi dei composti" si utilizzano 100 mL di una soluzione di $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ in acqua, tamponata a pH $8,0 \pm 0,1$, provvedendo anche ad una rimozione dell' O_2 mediante gorgogliamento di gas inerte. L'estrazione procede continuando l'agitazione per $3h \pm 5$ min, quindi procedendo alla filtrazione su membrane a porosità 0,45 mm.

I "Metodi analitici per i fanghi", invece, si basano sull'impiego di 500 mL di una soluzione ottenuta aggiungendo 490 mL di acqua e 10 mL di H_2SO_4 diluito 1:1. La scelta di tale soluzione estraente consente la determinazione del cromo esavalente presente sia nella forma di cromato (CrO_4^{2-}), sia in quella di bicromato ($Cr_2O_7^{2-}$). Alcuni composti del Cr^{VI} , infatti, quali cromati di bario, rame, zinco, piombo, sono insolubili in acqua e la loro determinazione può essere resa possibile mediante trasformazione a bicromati solubili in seguito a trattamento acido. L'estrazione avviene proseguendo l'agitazione per 10 minuti, quindi filtrando. La metodica di Bartlett e James prevede, per la prova in bianco, di operare su 2 g di campione utilizzando per l'estrazione 25 mL di acqua deionizzata, agitando il campione per 2 ore su agitatore oscillante a 120-140 cicli min^{-1} e filtrandolo successivamente su carta da filtro Whatman n. 42.

Riguardo la modalità della misura spettrofotometrica, le metodiche operano secondo procedure simili, che utilizzano la selettività della reazione tra il Cr^{VI} da determinare e la 1,5-difenilcarbazide in ambiente acido (per acido fosforico o solforico); l'assorbanza del complesso rosso-violetto formatosi viene misurata alla lunghezza d'onda di 540 nm e la concentrazione del metallo ricavata per confronto con curva di calibrazione standard.

Apparecchiature

Spettrofotometro
Vetreteria da laboratorio

Reagenti

Soluzioni standard di Cromo^{VI};
Acido solforico concentrato;
Soluzione di acido solforico 1:1;
Soluzione di difenilcarbazide.

Procedimento

5 g di campione, prelevati dal residuo preventivamente essiccato in stufa a 105 °C, vengono posti in beuta da 1000 mL e, dopo aggiunta di 490 mL di acqua distillata e 10 mL di acido solforico 1:1, sottoposti ad agitazione per 10 minuti con opportuno sistema. Si filtrano 100 mL di soluzione o una sua aliquota, portata sempre a 100 mL con acqua distillata, e si effettua la determinazione spettrofotometrica.

Riferimenti bibliografici

Quad.IRSA-CNR, Quaderni Ist. Ric. Acque, 84. Metodi Analitici per fanghi, N° 64 (luglio 1986). Metodi analitici per i fanghi. Vol. 3. Parametri chimico-fisici.
DiVaPRA Università di Torino, IPLA, ARPA Piemonte, 1998. Metodi di analisi dei compost. Regione Piemonte – Assessorato all’Ambiente, Torino.
Bartlett R. J. e James B. R., 1996. Chromium. In: Methods of soil analysis. Part 3 – Chemical Methods (D.L. Sparks, Ed.), SSSA Book Series n. 5 SSSA-ASA, Madison, WI, USA, citato in “Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo”, Supplemento Ordinario G.U. n° 248 del 21.10.1999. La metodica di Bartlett e James è relativa alla determinazione del potere ossidante del suolo per il Cromo, determinazione prevista dalla normativa nazionale in materia di utilizzazione di fanghi di depurazione in agricoltura, decreto legislativo 27 gennaio 1992, n. 99 e prevede l’esecuzione di una prova in bianco, per la determinazione del Cr^{VI} presente nel campione di suolo prima dell’aggiunta della soluzione di Cr^{III} utilizzata per la valutazione del potere ossidante. Alla procedura per l’esecuzione della prova in bianco si fa riferimento nel presente paragrafo. La metodica viene anche indicata per la determinazione del Cr^{VI} nei fertilizzanti (Ciavatta C. e Gesa C., 1997. Chromium containing fertilizers and their production. In: Chromium Environmental Issues (a cura di S. Canali, F. Tittarelli, e P. Sequi), F. Angeli ed., Milano).

2.1.4 Determinazione del Cromo trivalente

Principio del metodo

Il metodo prevede l’estrazione dei metalli con una soluzione di acido dietilentriamminopentacetico/calcio cloruro/trietanolammina a pH 7,3. La procedura riportata è quella proposta da Lindsay e Norwell (1968). La misura viene eseguita per via spettrofotometrica in assorbimento atomico ad atomizzazione di fiamma (FAAS).

Reagenti

Soluzione diluita (1:1 v/v) di acido cloridrico. Aggiungere con cautela in bicchiere graduato da 1000 mL, contenente circa 450 mL di H₂O, 500 mL di acido cloridrico (HCl) [37% (r = 1,186)]. Mescolare e, dopo raffreddamento, portare a volume con acqua.

Soluzione di acido dietilentriamminopentacetico (DTPA)/calcio cloruro biidrato/trietanolammina. Trasferire in bicchiere da 1000 mL, contenente 900 mL di H₂O, 14,92 g di trietanolammina, 1,97 g di acido DTPA e 1,47 g di calcio cloruro. Agitare fino a completa solubilizzazione dei reagenti e portare il valore del pH a 7,3 con la soluzione diluita (1:1 v/v) di HCl. Trasferire la soluzione in matraccio tarato da 1000 mL e portare a volume con H₂O.

Apparecchiatura

Attrezzatura comune da laboratorio. In particolare:

- Agitatore oscillante a 120/140 cicli al minuto;
- Spettrofotometro in assorbimento atomico corredato di sistema di atomizzazione in fiamma FAAS;
- Centrifuga.

Procedimento

Preparazione della soluzione. Trasferire 50 g del campione in matraccio conico di Erlenmeyer da 250 mL. Aggiungere 100 mL della soluzione di acido DTPA/calcio cloruro biidrato/trietanolammina. Agitare per 2 ore a 60 cicli al minuto. Centrifugare a 5000 giri al minuto per 5 minuti. Trasferire la soluzione limpida in un matraccio tarato da 100 mL. Portare a volume con acqua bidistillata. Preparare la prova in bianco seguendo le stesse modalità operative, ma omettendo il campione.

Preparazione delle curve di taratura e dosaggio. Preparare le curve di taratura per il cromo

allo spettrofotometro in assorbimento atomico utilizzando fiamma aria-acetilene FAAS. Rilevare i valori in assorbanza per le soluzioni campione. Utilizzando le curve di taratura predisposte, risalire dai valori di assorbanza ai valori di concentrazione.

Espressione dei risultati

Il contenuto viene espresso in mg kg^{-1} con una cifra decimale. Per il calcolo si utilizza l'espressione:

$$C = (A - B) D V / M$$

dove:

C = contenuto del metallo nel suolo, espresso in mg kg^{-1} ;

A = concentrazione del metallo in soluzione del campione, espressa in mg L^{-1} ;

B = concentrazione del metallo nella prova in bianco, espressa in mg L^{-1} ;

D = fattore di diluizione (D = 1 se la soluzione in esame non è stata diluita);

V = volume finale, espresso in mL;

M = massa del campione di terra fine, espressa in grammi.

Riferimenti bibliografici

Metodo Ufficiale n° XII.1, Supplemento Ordinario G.U. n° 248 del 21.10.1999.

2.1.5 Determinazione del Boro

Principio del metodo

Il boro viene estratto a caldo con soluzione acquosa diluita di calcio cloruro e poi determinato per ICP-AES.

Reagenti

Soluzione estraente di calcio cloruro (0,01 M). Sciogliere in acqua, in matraccio tarato da litro, 1,47 g di calcio cloruro e portare a volume con acqua.

Procedimento

Trasferire in pallone, da 250 mL, 50 g di campione, aggiungere 100 mL della soluzione estraente e dopo aver montato opportuno refrigerante, riscaldare all'ebollizione per 5 minuti. Dopo raffreddamento filtrare su carta Whatman n° 40 e trasferire l'estratto all'analisi. Determinare il boro alla lunghezza d'onda di 249,678 nm.

Bibliografia

Metodo Ufficiale n° XVI.2, Supplemento Ordinario G.U. n° 248 del 21.10.1999.

2.2 Analisi contaminanti organici

2.2.1 Determinazione di PCB, IPA, DEHP, e 4-Nonilfenolo

Sono stati ricercati i seguenti principi attivi:

- PCB: 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180;
- IPA: pyrene, perylene, anthracene, phenantrene, benzo[a]pyrene, benzo[a]antracene, benzo[e]pyrene e naftalene;
- DEHP: bis(2-ethylhexyl) phtalate;
- 4NP: 4-n Nonilfenolo.

Estrazione

PCB, IPA, DEHP, e 4NP sono estratti dai campioni omogeneizzati ed essiccati a 40 °C. Un'aliquota di 10 g di campione viene posta in provettoni da centrifuga mescolata con 50 mL di acetone. La soluzione viene agitata per 15 minuti su agitatore meccanico e centrifugata fino a soddisfacente precipitazione della fase solida (5 minuti a 4000 giri). L'acetone surnatante viene trasferito in imbuto separatore, previa filtrazione. Si ripete l'operazione per tre volte unendo le fasi acetoniche. La fase acetonica viene addizionata di 300 mL di H₂O e 25 mL di H₂SO₄ 1 M ed estratta con 50 mL di n-esano per 3 volte. Le fasi esaniche, riunite in un pallone da 250 mL, vengono concentrate su evaporatore rotante al volume di 4-5 mL. Il concentrato viene purificato su colonna riempita con 3 g di florisil 80/100 Mesh, condizionato in stufa a 250°C per 3 ore, eluendo con 40 mL di n-esano. L'eluato si porta a secco all'evaporatore rotante, si riprende con 10 mL di n-esano e si porta a 1 mL sotto azoto.

Analisi Gas Massa

Strumentazione utilizzata: 5973 Network System dell'Agilent Technologies con massa a quadrupolo a impatto elettronico e pompa diffusiva.

Colonna utilizzata: Hp5-MS (5% fenil metil silossani) 30 metri, 0,25 mm di diametro interno e 0,25 µm di film.

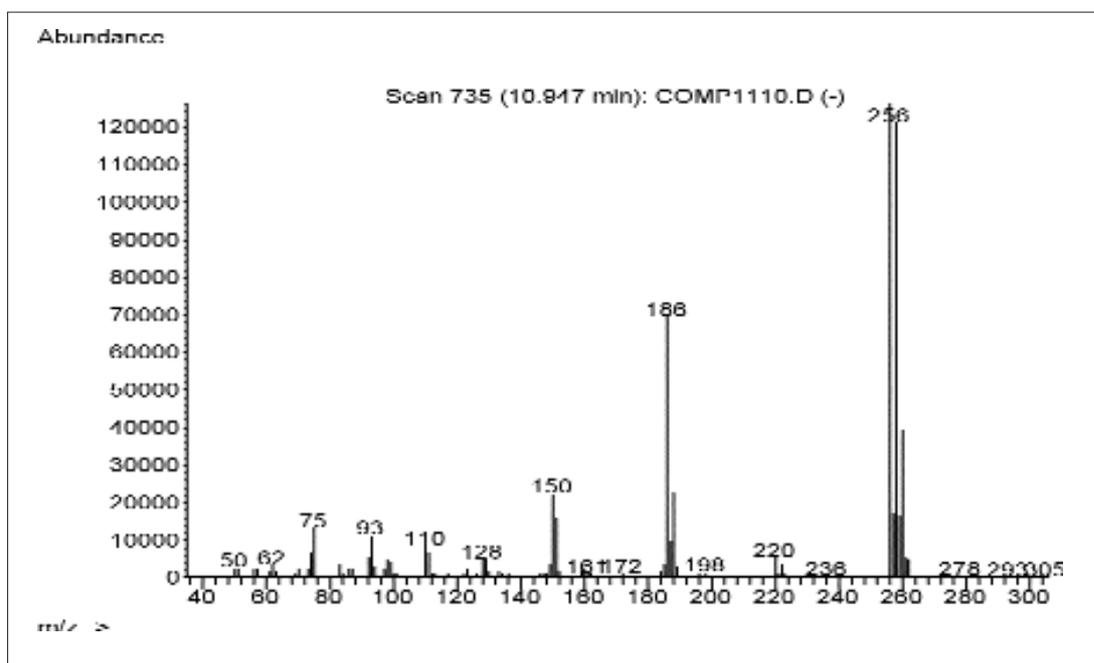
Temperatura iniettore 250 °C, flusso colonna 1 mL min⁻¹; flusso totale 13 mL min⁻¹, sempre di elio; transfer line 290 °C.

Programma di temperatura:

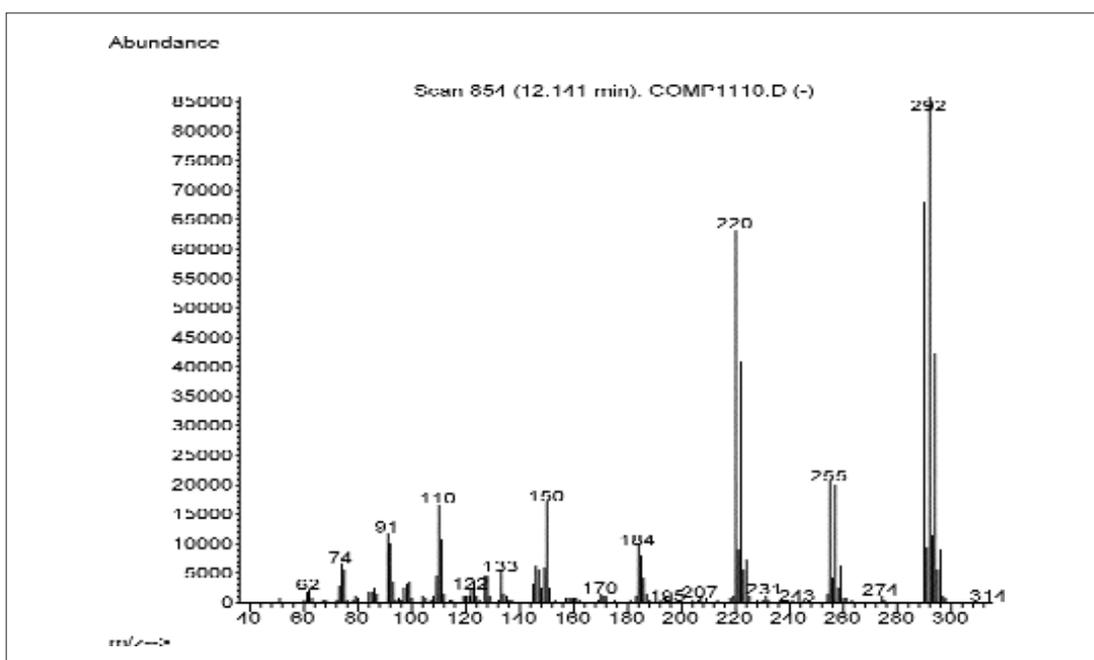
°C min ⁻¹	Temperatura (°C)	Attesa min.	Minuti tot.
	140	0,1	0,1
5	200	5,0	17,1
10	280	12,0	37,1

Di seguito vengono proposti alcuni esempi di tempi di ritenzione e spettro di massa di standard relativi ai composti analizzati, seguiti da un esempio di analisi effettuata.

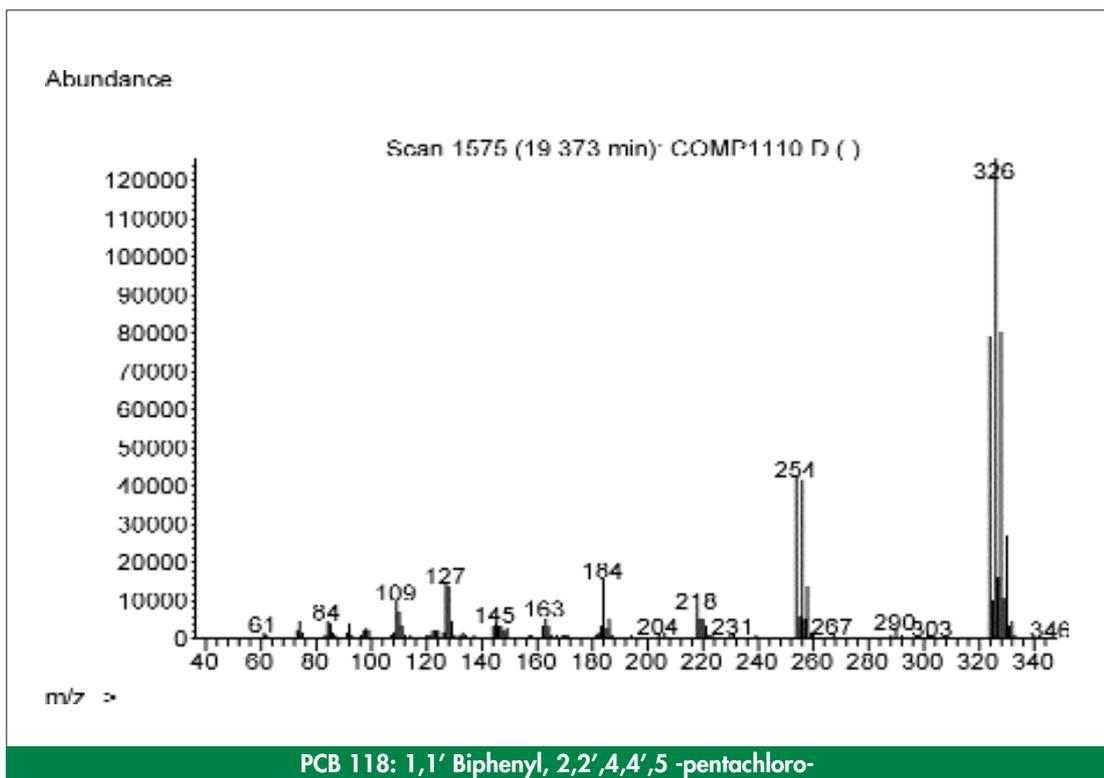
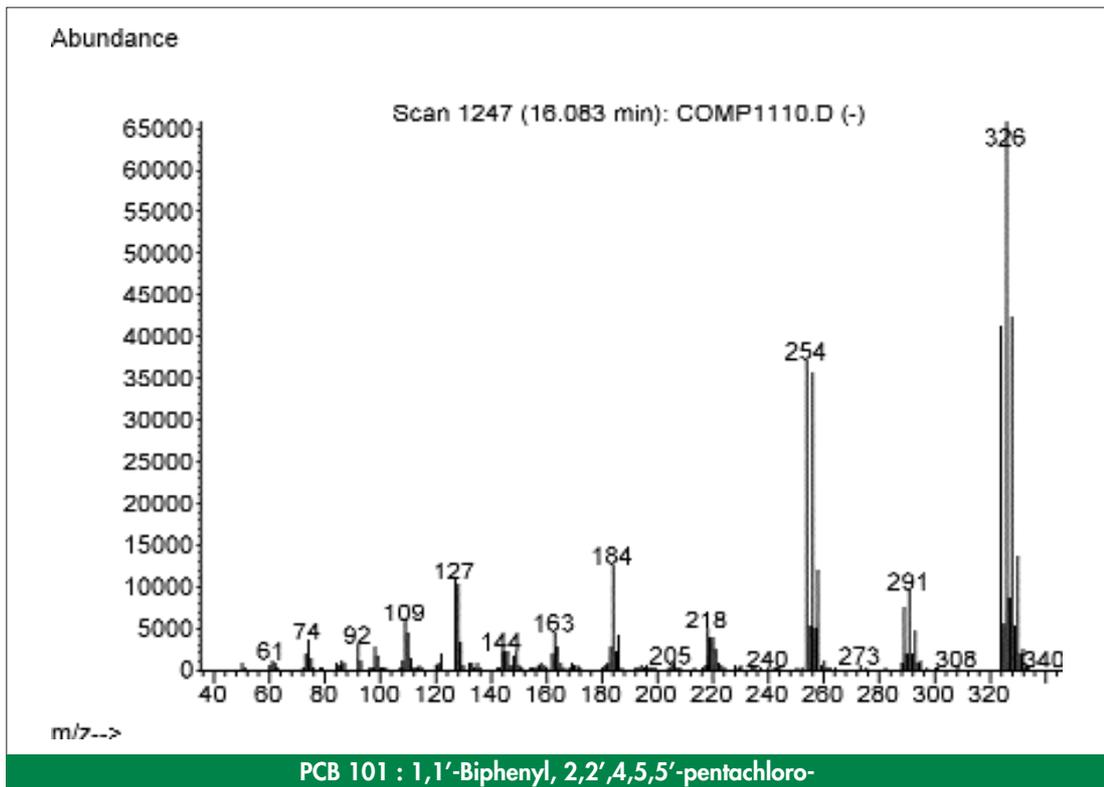
Tempi di ritenzione e spettro di massa di standard

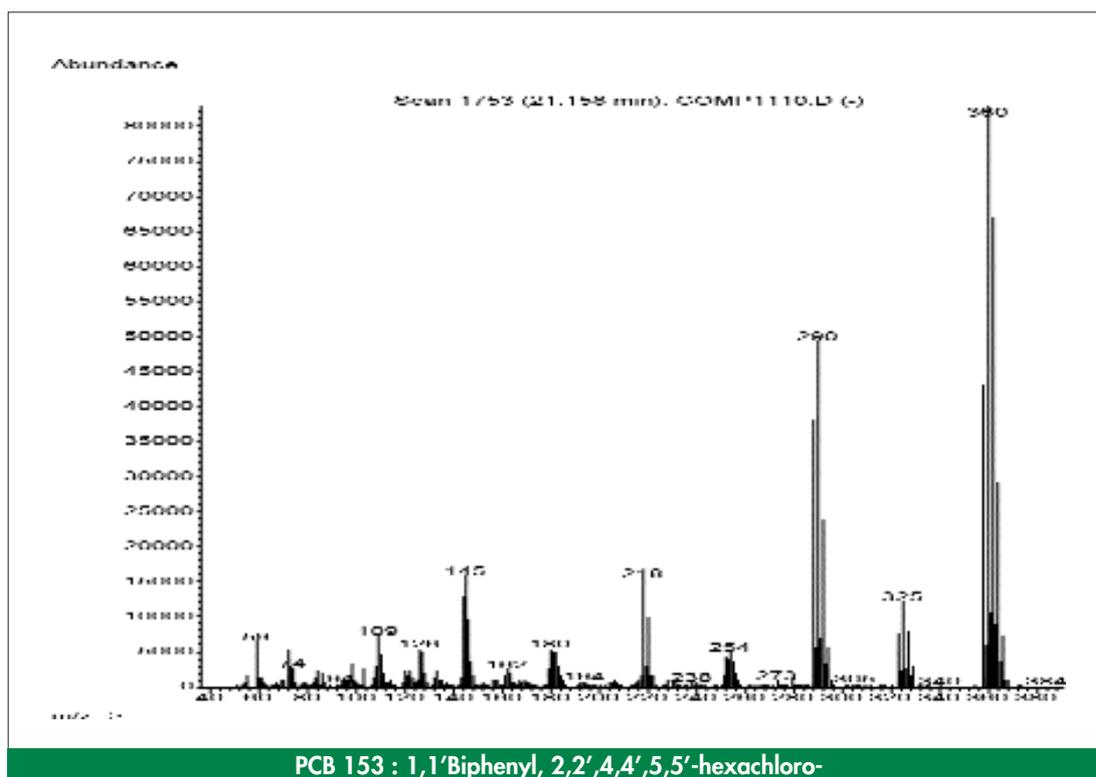
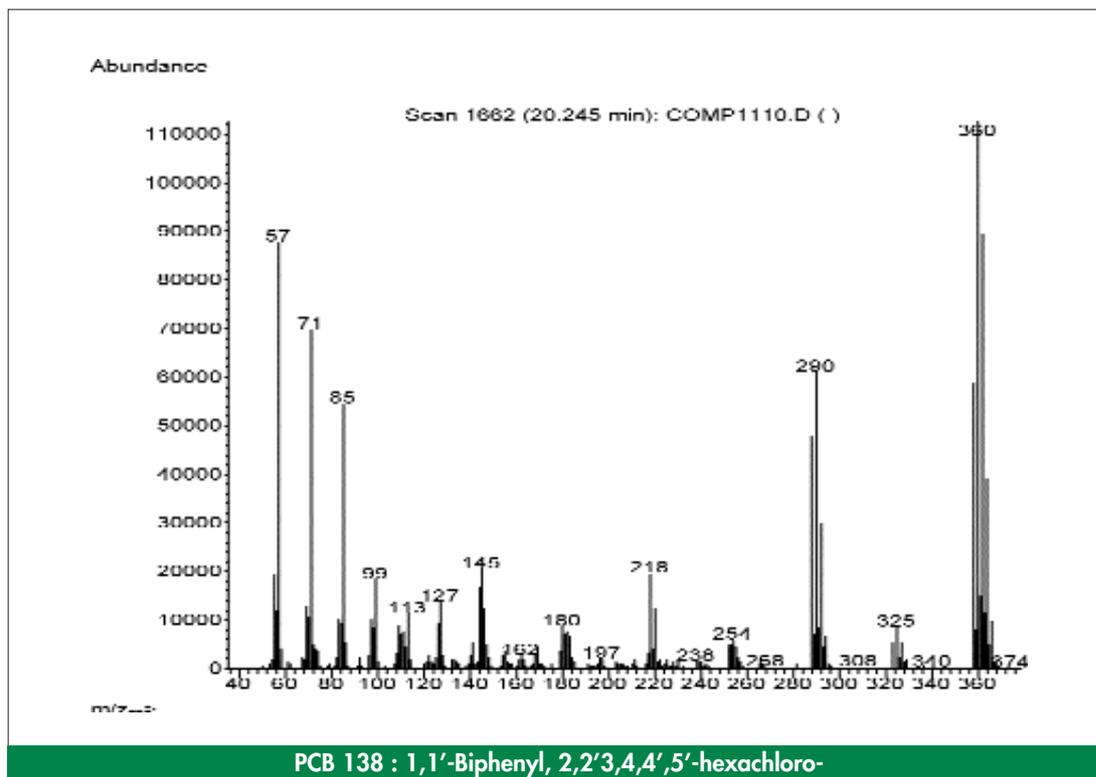


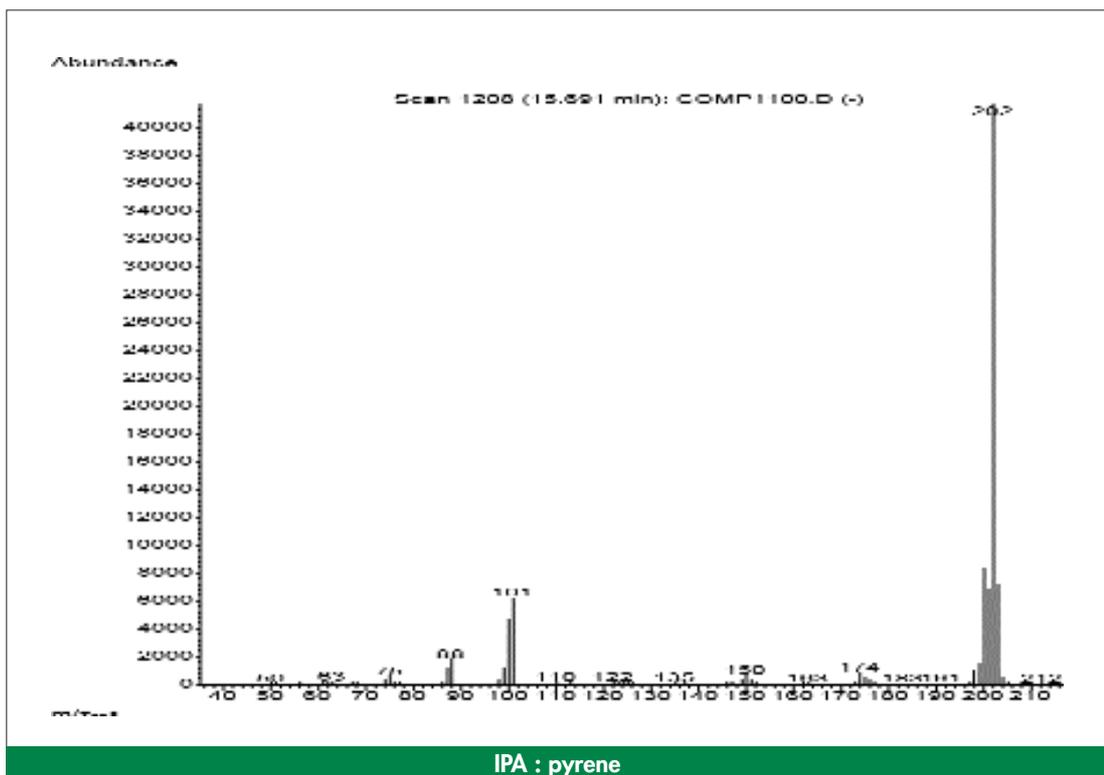
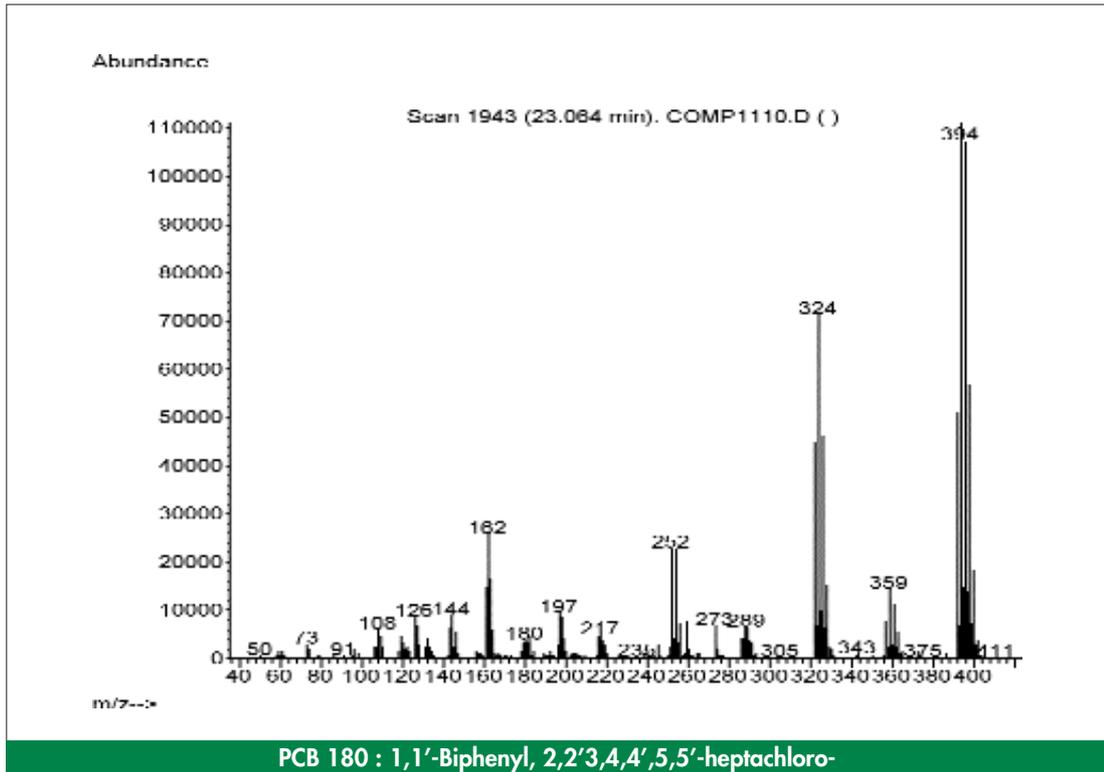
PCB 28: 1,1'-Biphenyl, 2,4,4'-trichloro-

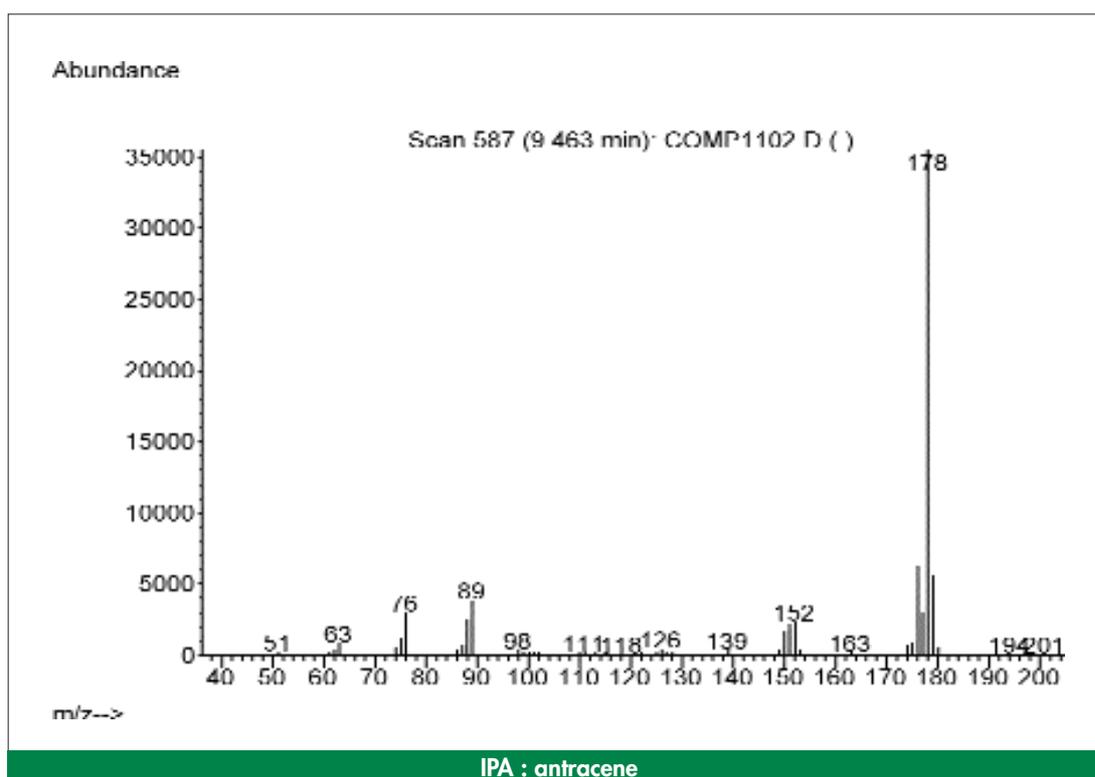
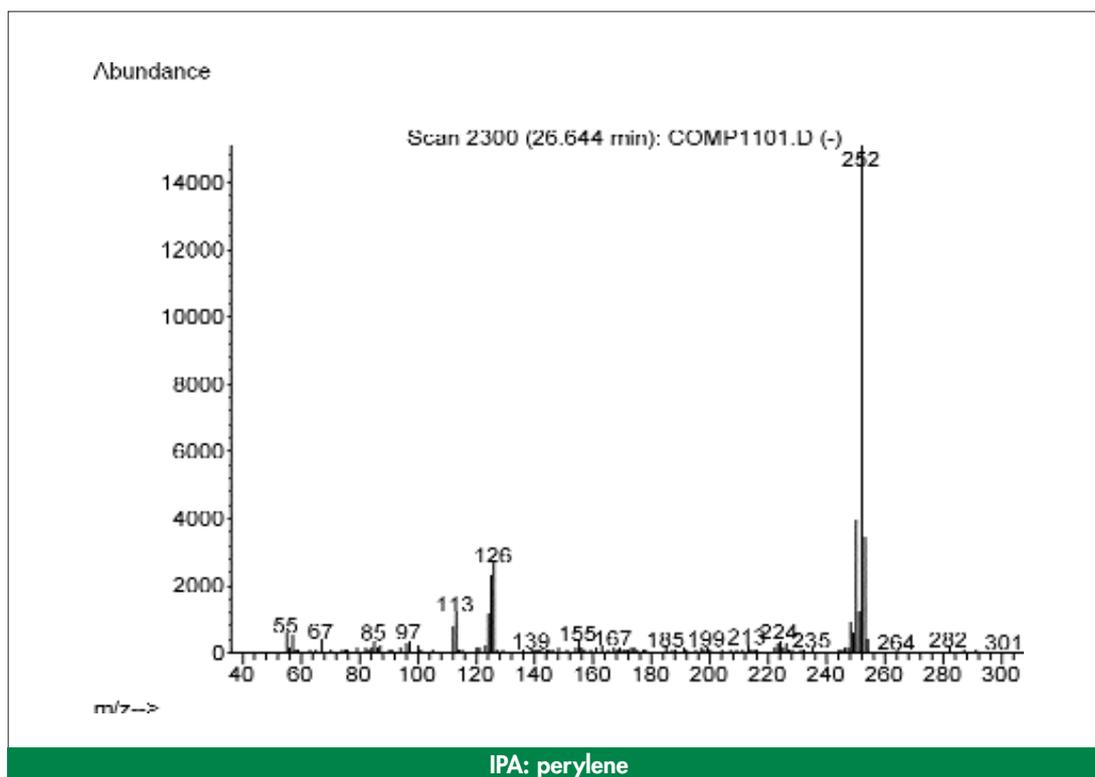


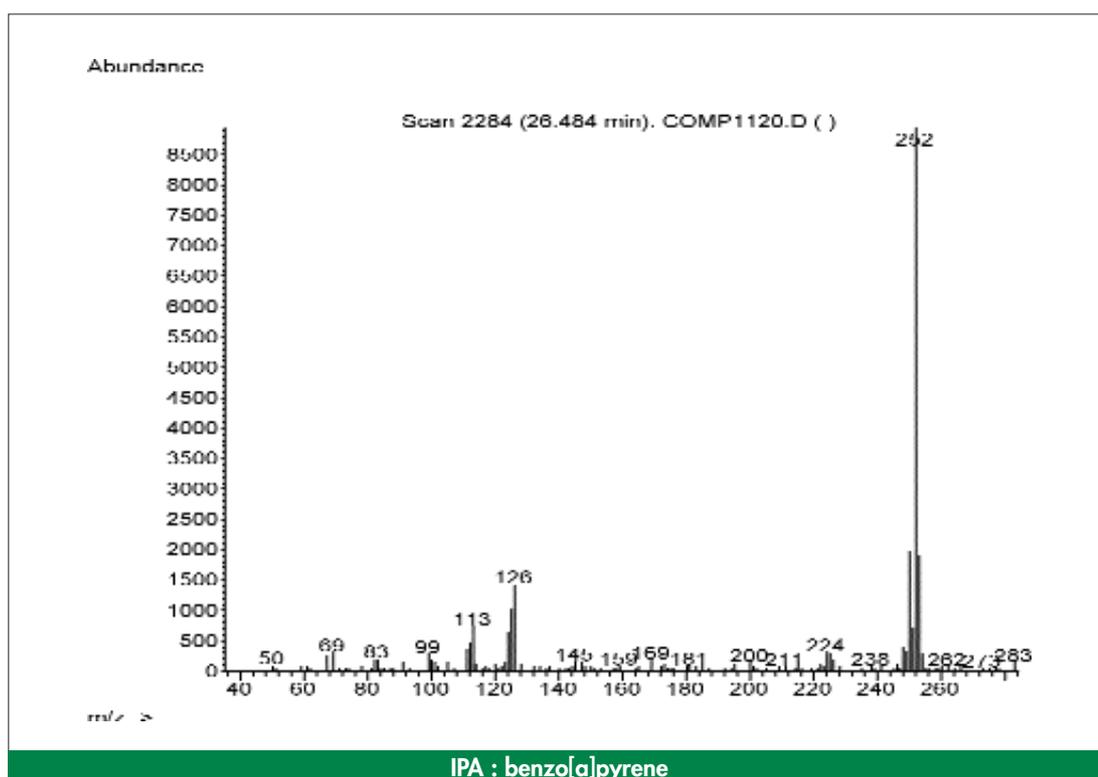
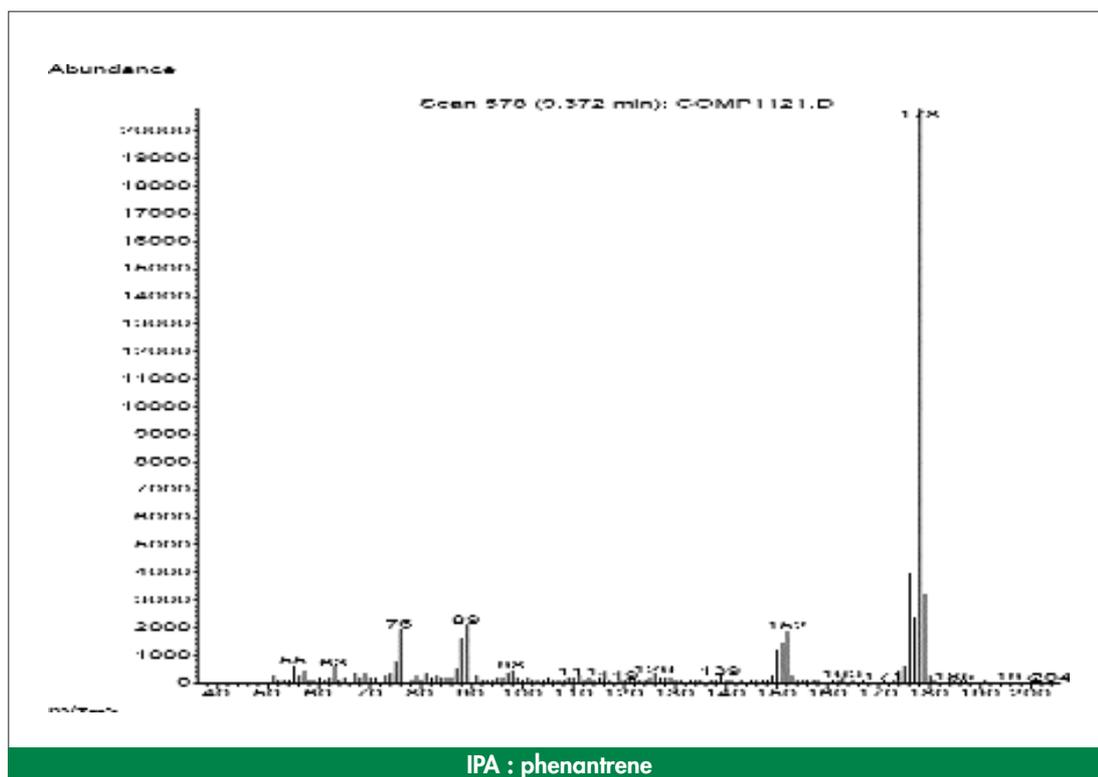
PCB 52 : 1,1'-Biphenyl, 2,2',5,5'-tetrachloro-

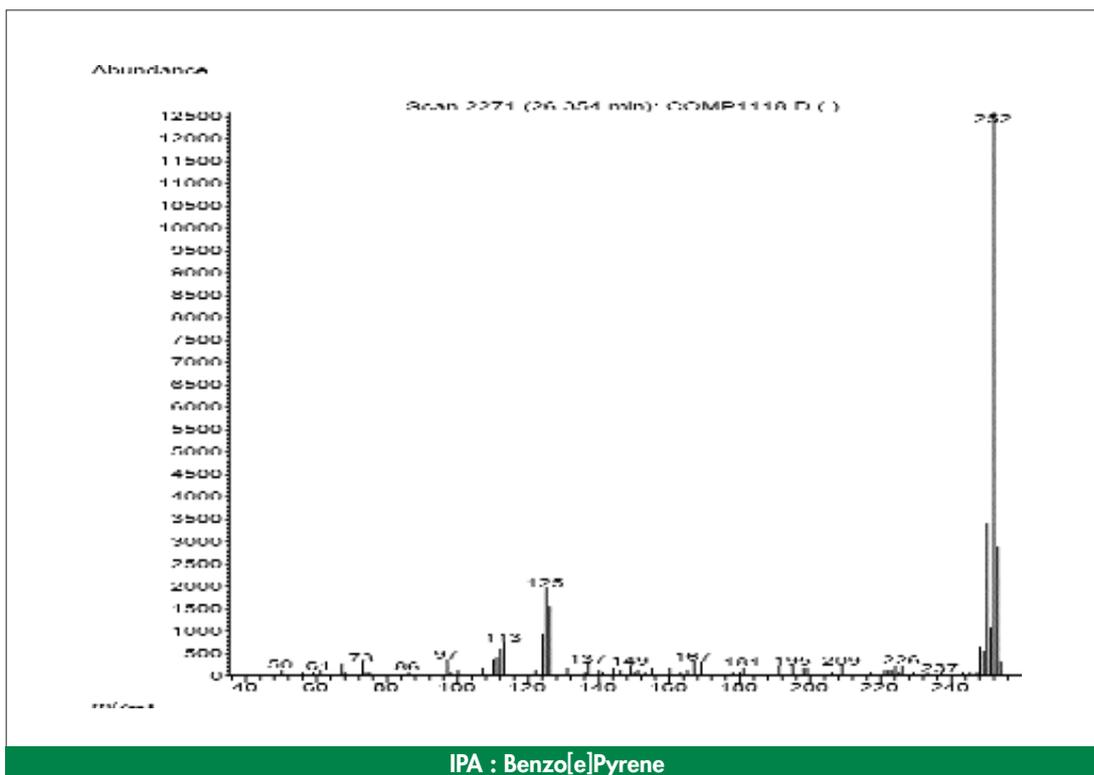
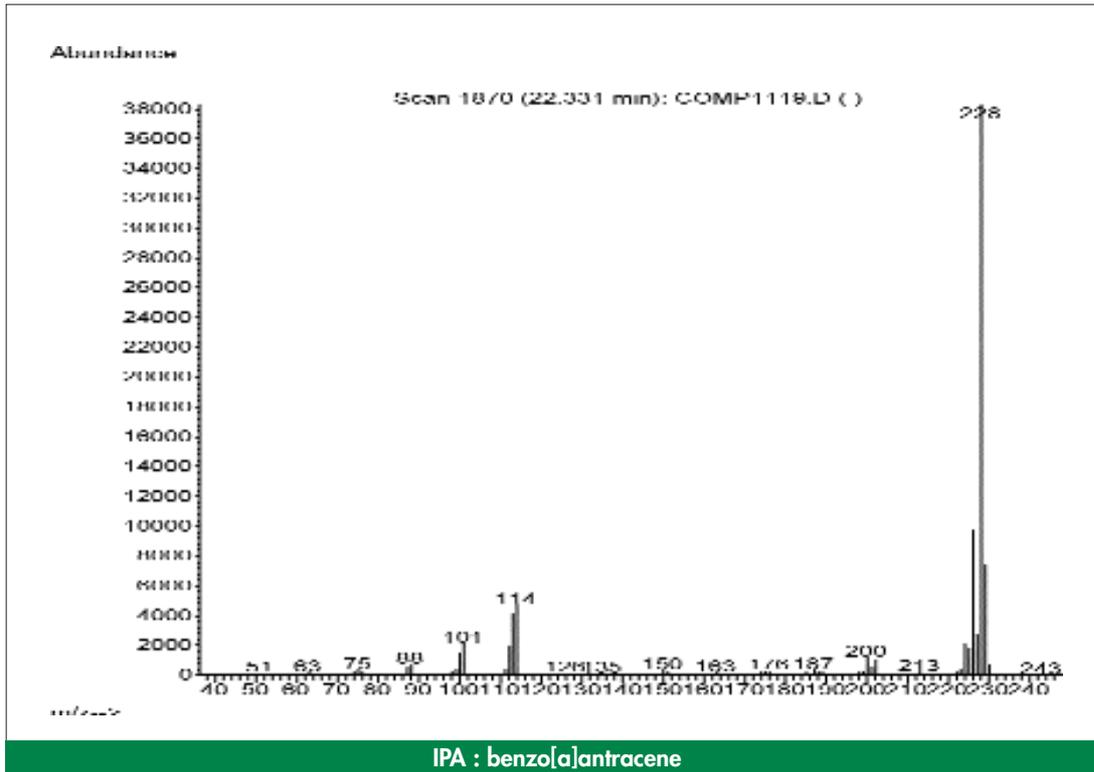


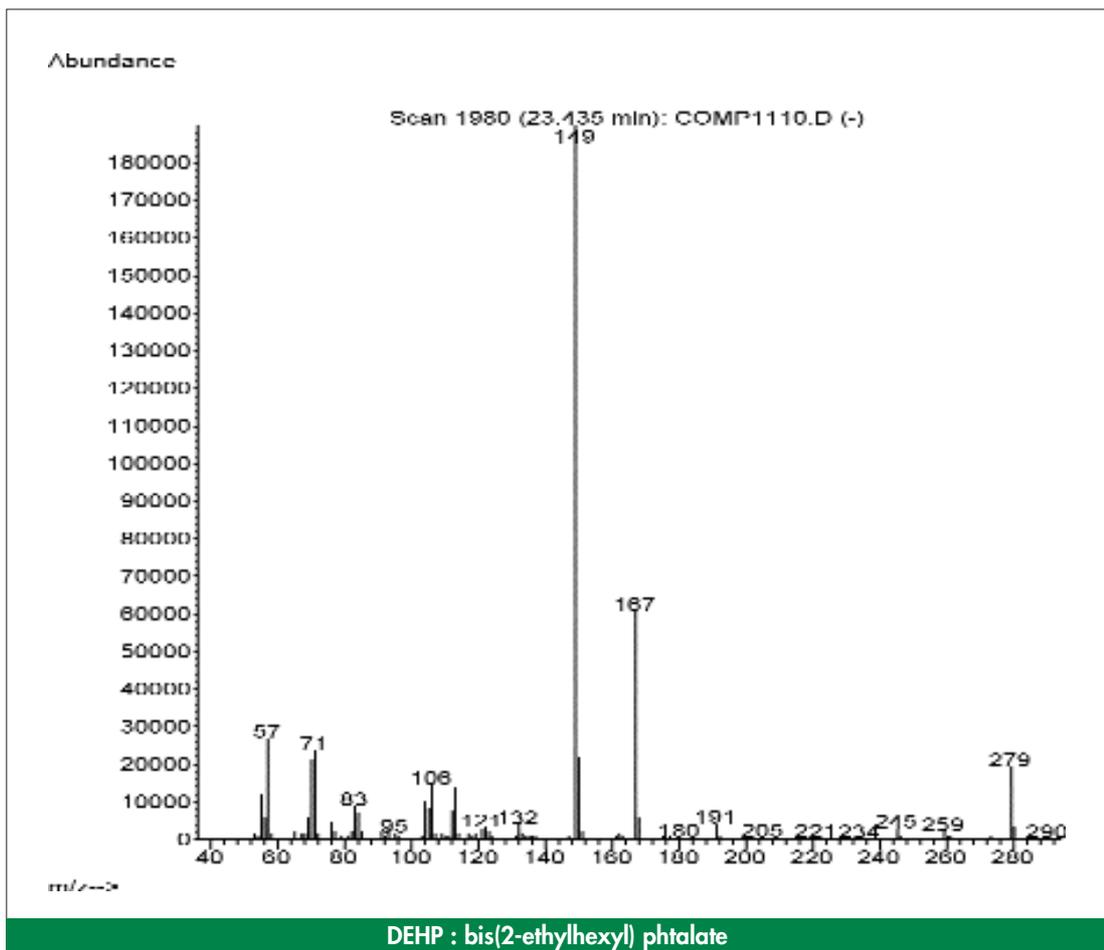
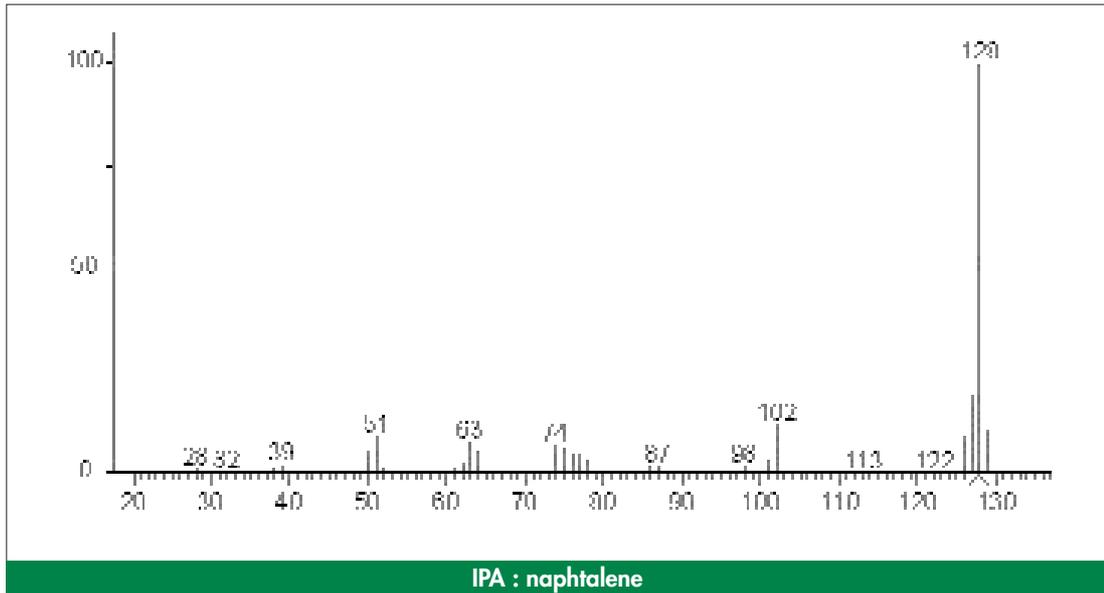


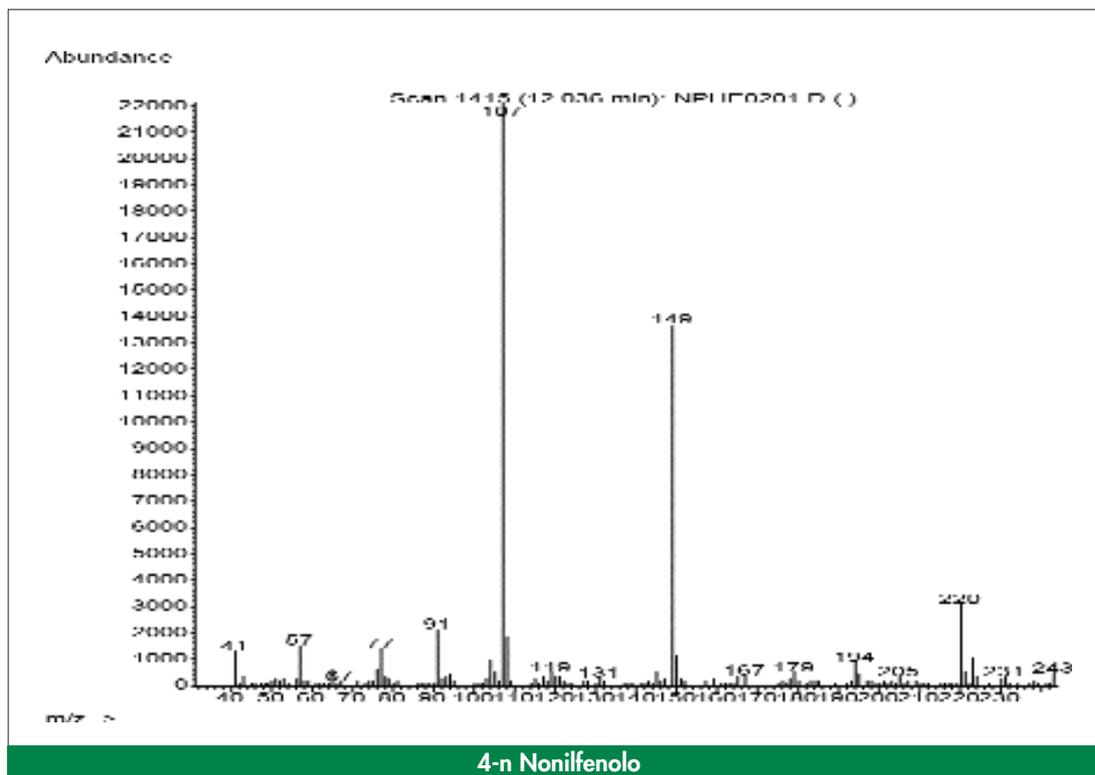






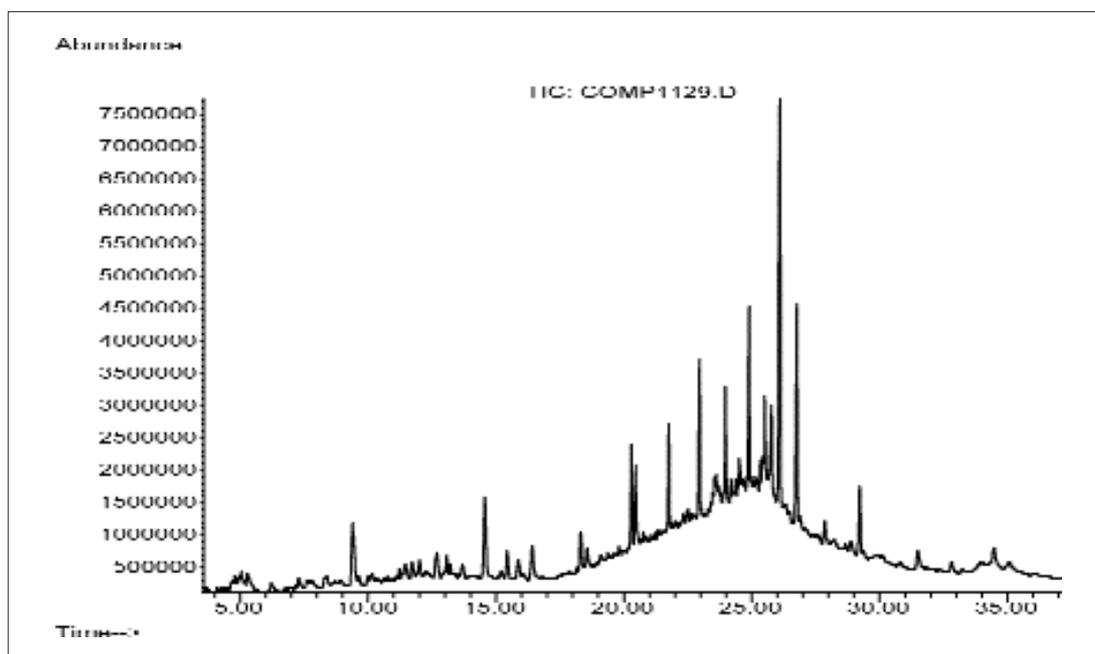




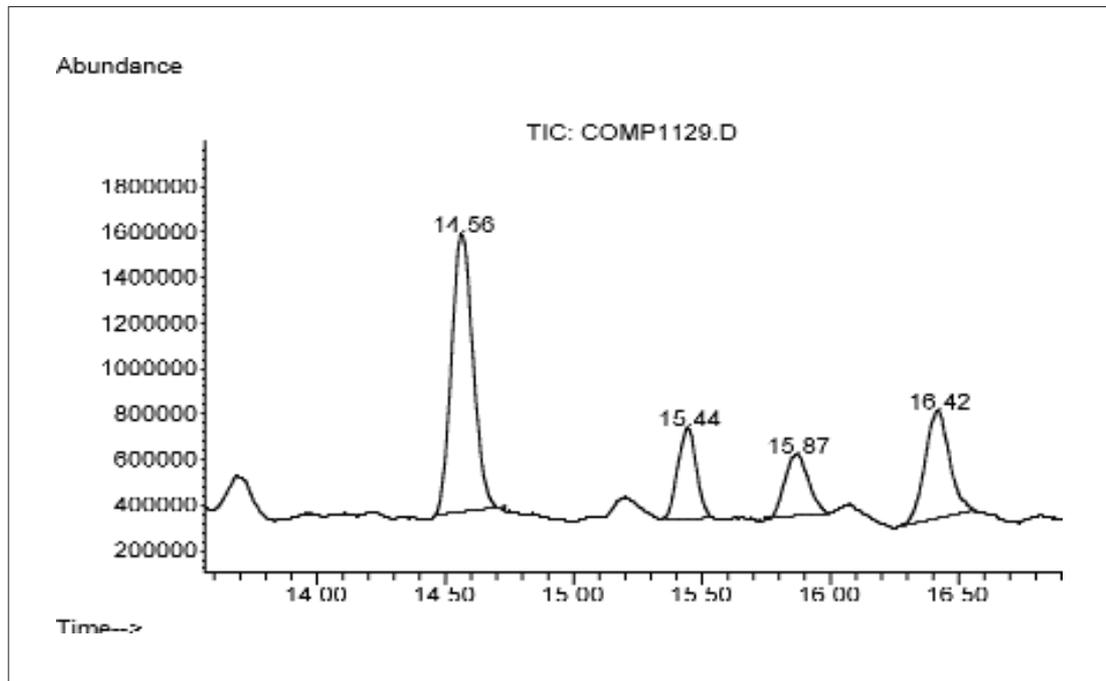


Esempio di analisi

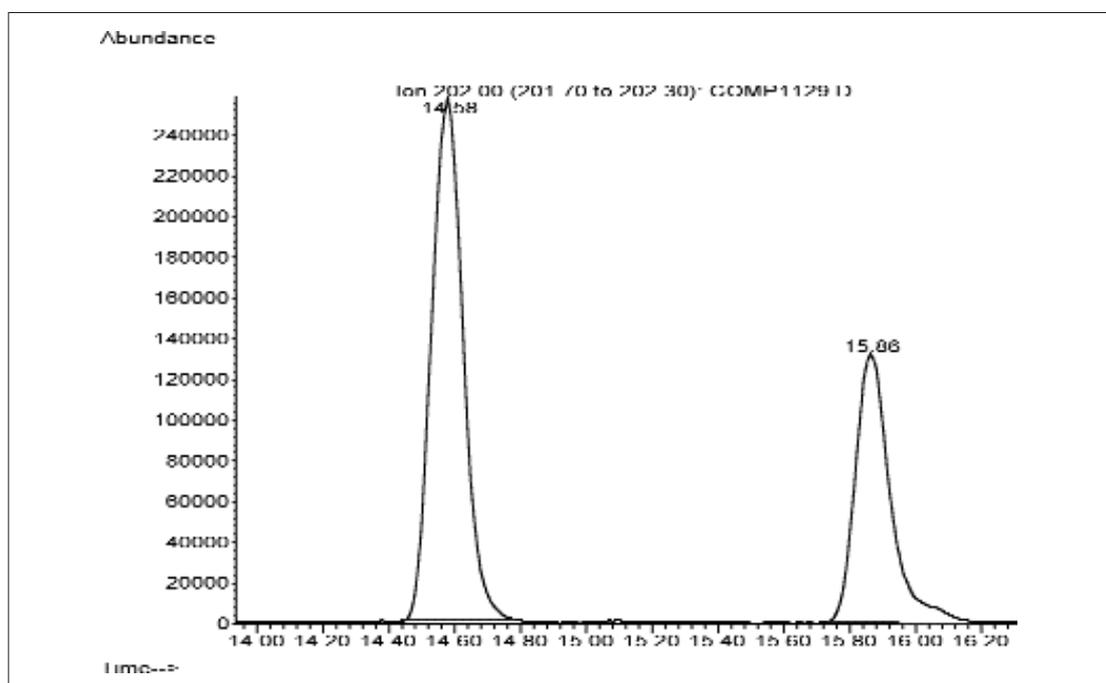
Acquisizione in T.I.C. (somma di tutti gli ioni):



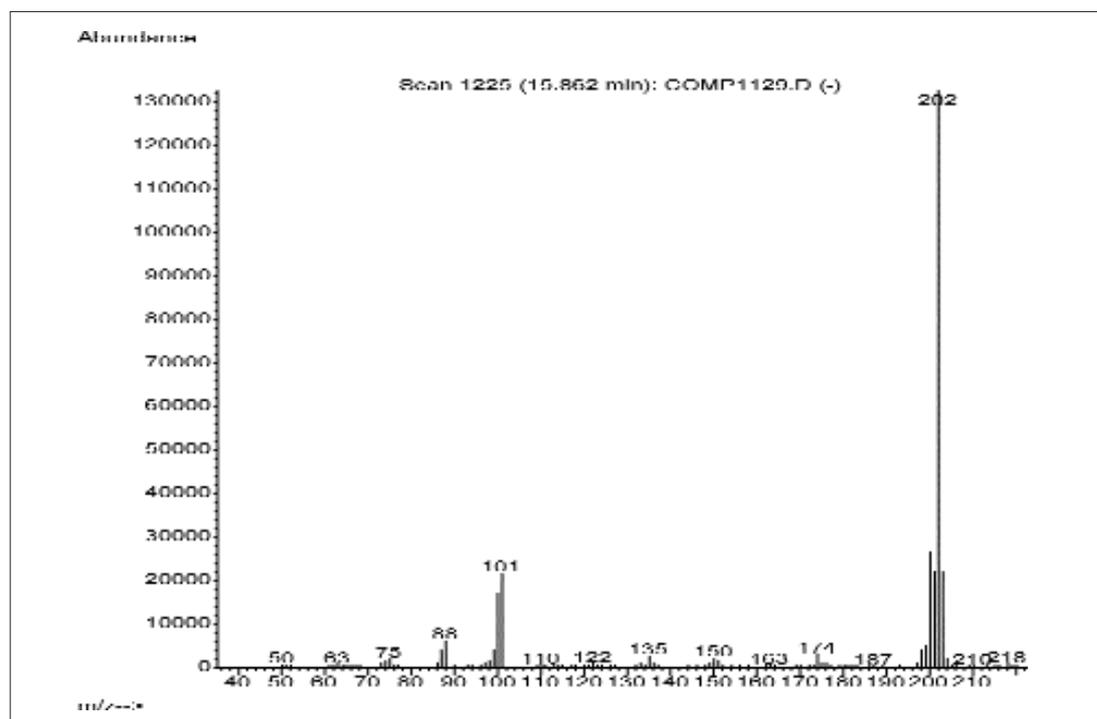
Ricercando al tempo di ritenzione del Pyrene si ottiene un cromatogramma ambiguo.



Se si estrae lo ione di massa principale (PM 202) si ottiene un cromatogramma più pulito e con minori interferenze.



Estraendo la frammentazione di massa all'apice del picco si ottiene lo spettro di massa del Pyrene.



2.2.2 Determinazione di tensioattivi (LAS)

Procedimento

1. Preparazione all'analisi
I campioni vengono omogeneizzati (eventualmente tramite macinazione) prima dell'analisi.
2. Estrazione
Si pesano precisamente 15 g di terreno. L'estrazione avviene tramite sistema Soxhlet per 4 ore con metanolo per analisi.
3. Purificazione
La purificazione è effettuata su colonna SPE SAX da 3 mL: si condiziona la colonna 2 volte con metanolo, si eluisce l'estratto, si riprende con 3 mL di HCl 1% in metanolo, si procede quindi all'analisi HPLC.
4. Analisi HPLC

Strumentazione

- HPLC Varian modello 9012 con Fluorescence Detector 9070; Star Chromatography Software v. 4.0
- Colonna cromatografica Phenomenex hypersil C8 (ODS), 250 x 4.6 mm, 5 μ .

Metodo analitico

- Volume di iniezione = 20 μ L.
- Eluenti: Vedi tabella "programmata"

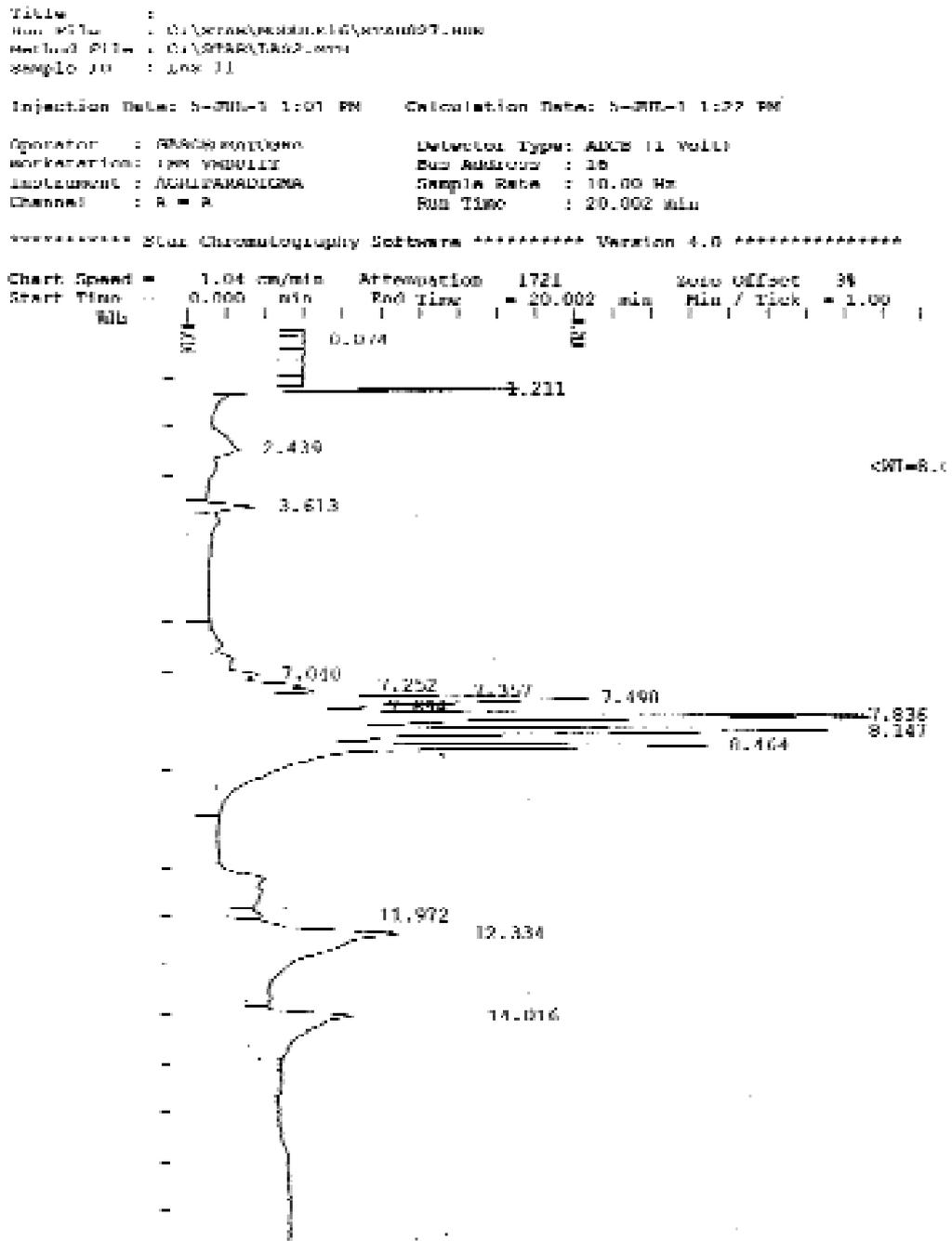
- Programmata:

tempo (minuti)	Acqua (%)	Acetonitrile (%)
0	75	25
0	75	25
12	0	100
25	0	100

- Flusso: 1 mL min⁻¹.
- Run time: 25 min.
- Post time: 10 min.
- Riconoscimento: confronto del tempo di ritenzione con standard analitico (12,6 min ± 5%).
- Conferma: confronto dello spettro d'emissione e assorbimento con standard analitico ($\lambda_{\text{ex}}/\lambda_{\text{em}} = 225/295$ nm).
- Le soluzioni standard sono state preparate sciogliendo lo standard analitico in metanolo, e acidificando a pH=1 con acido cloridrico.
- Efficienza di separazione: tramite determinazione della purezza del picco secondo i parametri standard del software.

5. Risultati

Elaborazione dei risultati: le concentrazioni sono determinate tramite confronto con retta di taratura con r^2 uguale o superiore a 0,99 ottenuta tramite regressione lineare. Il risultato è espresso come somma degli isomeri.



2.3 Analisi antibiotici

Principi attivi ricercati

- Oxytetracycline
- Tylosin tartrate

Estrazione da compost

Gli antibiotici considerati sono estratti dai campioni tal quali con metanolo in colonna cromatografica secondo il seguente schema. In un becker si pesano 10 g di terreno e vi si aggiungono 12 g di terra di diatomee, dopodiché la miscela viene rimescolata fino all'omogeneità. Si impacca la colonna cromatografica con la miscela ottenuta mettendo un battente di solfato anidro di sodio di 1-2 cm nella parte inferiore. Si eluiscono goccia a goccia 100 mL di metanolo raccogliendolo in un pallone da Rotavapor. Successivamente l'estratto viene evaporato fino a piccolo volume, raccolto in una provetta da 10 mL e portato al volume di 1 mL sotto flusso d'azoto. Se la soluzione ottenuta risultasse torbida si procede alla centrifugazione prima di iniettare il campione all'HPLC.

Analisi HPLC

Strumentazione utilizzata: cromatografo liquido HP 1100 con rivelatore DAD.

Colonna utilizzata: Luna Phenomenex 5 mm, C18(2), 250 x 4,60 mm.

Temperatura di lavoro: 20-22 °C

Stop time: 30 min

Post time: 10 min

Volume di iniezione: 100 µL

Eluenti: A = Tampone 0,05M KH_2PO_4 pH = 4,5, (87%); B = Acetonitrile (13%)

Gradiente di eluizione:

tempo (min)	Canale A %	Canale B %
0	87	13
5	87	13
10	50	50
20	50	50
25	87	13

Tempi di ritenzione:

- Oxytetracycline = $12.3 \pm 5\%$
- Tylosin tartrate = $15.2 \pm 5\%$

λ_{max} di assorbimento:

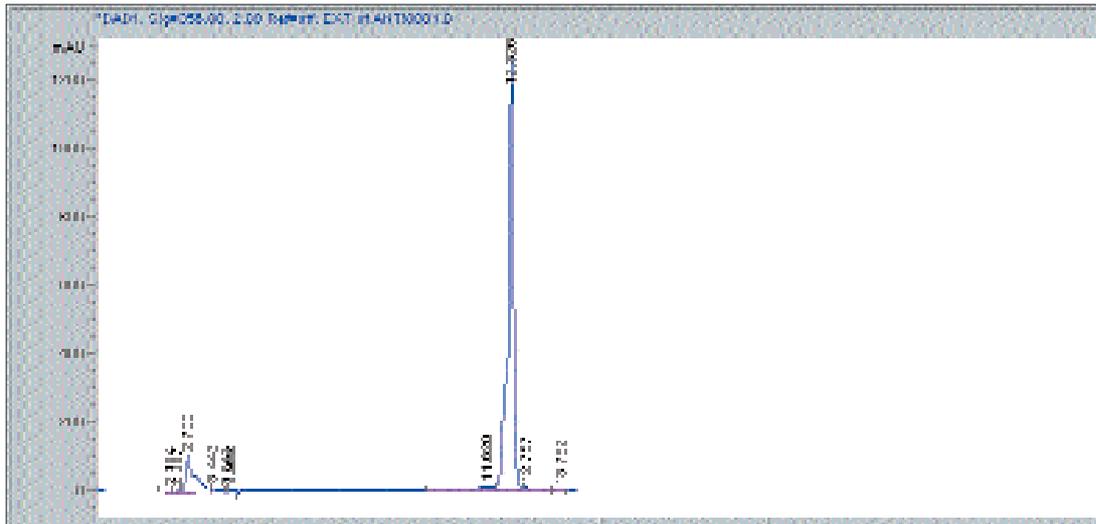
- Oxytetracycline = 274 e 356 nm
- Tylosin tartrate = 286 nm

Limite di rivelazione strumentale: $100 \mu\text{g kg}^{-1}$

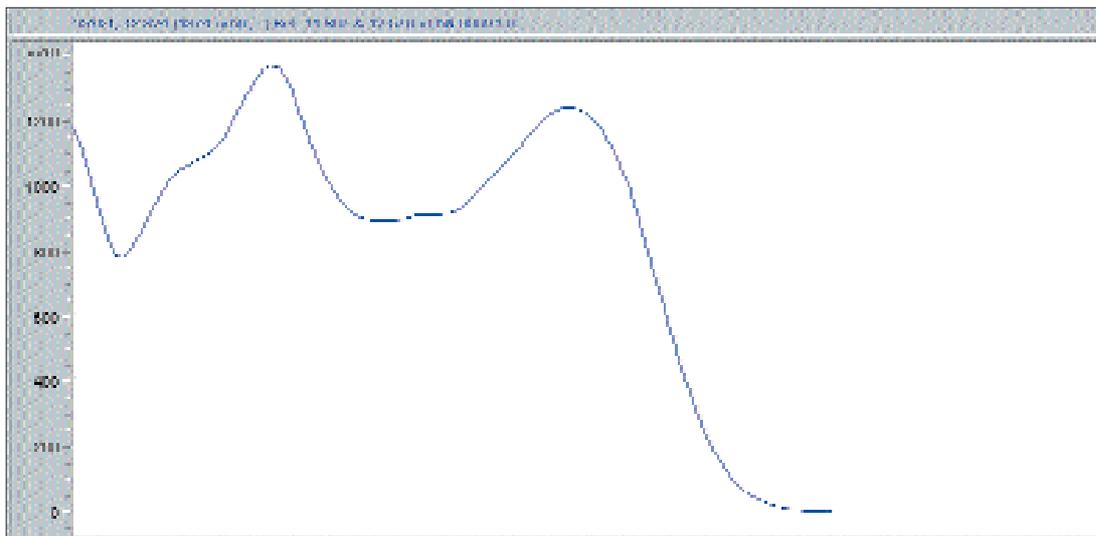
Limite di rivelazione analitico: $10 \mu\text{g kg}^{-1}$

Bibliografia

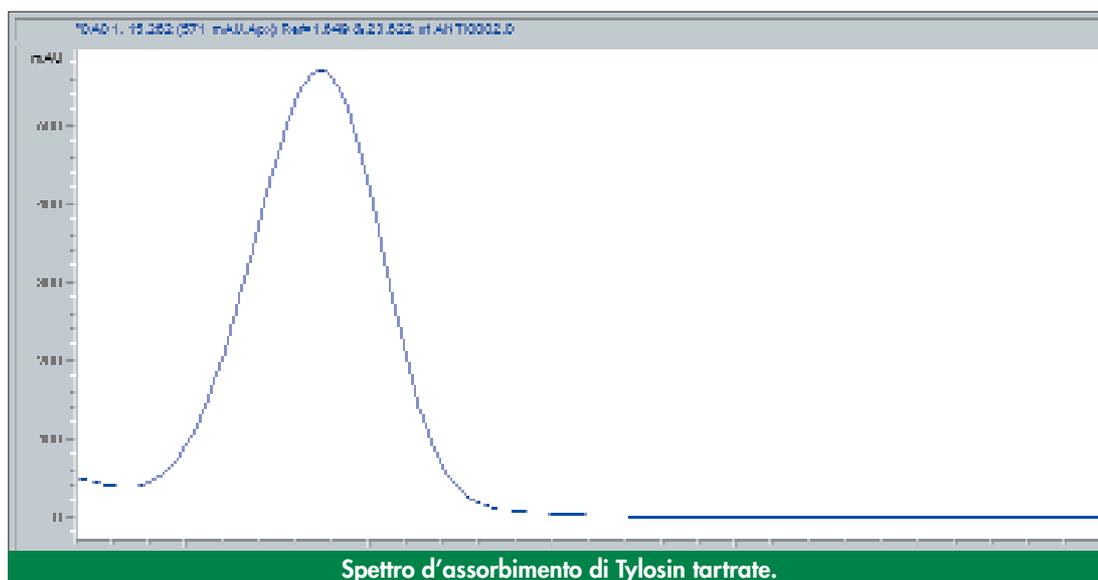
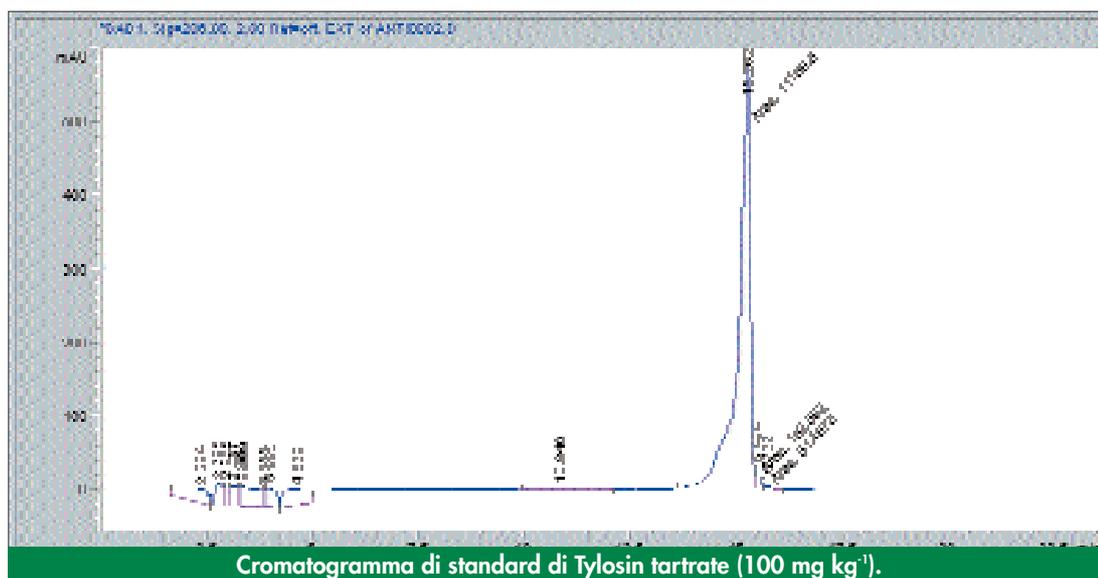
Horie et al., Journal of the Food Hygienic Society of Japan. 1995, 36 (2): 293-297.



Cromatogramma di standard di oxytetracycline (100 mg kg⁻¹).



Spettro d'assorbimento di oxytetracycline



3. Risultati

3.1 Elementi in tracce

Gli elementi ricercati nei fertilizzanti sono stati cadmio (Cd), cromo (Cr), piombo (Pb), nichel (Ni), rame (Cu), zinco (Zn), boro (B), arsenico (As), mercurio (Hg) e selenio (Se). Tutti sono stati ricercati come elementi totali ad eccezione del cromo che è stato ricercato nella forma Cr^{VI} (metodo IRSA-CNR, 1985) ed in alcune matrici anche nella forma Cr^{III}. I risultati delle analisi, espressi sulla sostanza secca (s.s.), sono riportati in **tabella 3.1**.

In aggiunta, per il Cr^{VI} è stata effettuata una valutazione comparativa di tre metodi estrattivi (Regione Piemonte, IRSA-CNR, Bartlett e James) e i valori analitici ottenuti sono riportati nella **tabella 3.2**. Essi evidenziano una diversa efficienza di estrazione dei tre metodi; in particolare, nel caso di estrazione in ambiente acido e basico si assiste al superamento dei limiti previsti dalla normativa per gran parte dei prodotti analizzati. Si segnala quindi la difficoltà di valutazione delle matrici in assenza di una metodica ufficiale per la determinazione del Cr^{VI}.

Nelle tabelle 3.3, 3.4 e 3.5 sono riportati i dati riepilogativi suddivisi per tipologia di prodotto: concimi (organici ed organo-minerali) ed ammendanti. Inoltre, si riportano i valori di legge, dove esistenti, e i risultati di un analogo monitoraggio compiuto dalla Regione Veneto nel 1999. Le considerazioni che si possono trarre sono le seguenti (**tabella 3.13**):

- estrema variabilità dei dati, evidenziata dai coefficienti di variazione compresi tra l'80% del boro e il 145% del cadmio;
- mercurio sempre al di sotto del limite di determinazione (0,02 mg kg⁻¹);
- fra i concimi organici ed organo-minerali, per i quali la normativa prevede un contenuto massimo sul tal quale (t. q.) di 30 mg kg⁻¹ di piombo, sono stati riscontrati due campioni che superano i limiti: uno a base di pollina (campione n.7, 109 mg kg⁻¹ t. q.) e uno a base di residui di macellazione (campione n. 10, 42 mg kg⁻¹ t. q.);
- gli altri elementi, rame, cromo^{III} e zinco, per i quali esiste un limite espresso sulla quantità estraibile, rientrano tutti ampiamente nella norma;
- gli ammendanti, per i quali la normativa prevede limiti per cadmio, cromo^{VI}, zinco, piombo, rame, mercurio e nichel, hanno valori al di sopra del limite di legge solo per il cromo^{VI} nel caso di estrazione con il metodo IRSA-CNR; inoltre, anche un ammendante compostato misto ha una concentrazione di nichel superiore ai valori normativi (campione n. 25, 59 mg kg⁻¹ rispetto a 50 mg kg⁻¹); infine, un campione di ammendante compostato misto con fanghi ha un contenuto di piombo che supera i valori limite fissati dalla normativa vigente pari a 140 mg/kg s.s. (campione n. 16);
- i dati ottenuti per gli ammendanti rientrano negli intervalli trovati in un monitoraggio eseguito dalla Regione Veneto, che ha analizzato 90 ammendanti commercializzati in quella regione, ad eccezione di quanto riportato per il campione n. 16 relativamente al contenuto di Pb;
- l'unico campione a base di residui di macellazione (campione n.10) è quello che presenta i valori più alti per molti elementi (zinco, rame, nichel, arsenico, boro) o tra i più alti (cromo^{VI} con metodo IRSA - CNR e piombo) e, comunque, sempre oltre il valore medio per tutti gli altri elementi analizzati;
- l'analisi della varianza indica che solo il boro (P≤0,0001), il cromo^{VI} (P≤0,05 - metodo IRSA - CNR) ed il selenio (P≤0,05) hanno un contenuto che è funzione del tipo di prodotto;

In particolare il contenuto di boro è significativamente maggiore (test di Tukey, P≤0,05) nei concimi organici rispetto a quelli organo-minerali e agli ammendanti; il contenuto di cromo^{VI} è significativamente maggiore (test di Tukey, P≤0,05) negli ammendanti rispetto ai concimi orga-

nic; il contenuto di selenio è significativamente maggiore (test di Tukey, $P \leq 0,05$) nei concimi organici rispetto a quelli organo-minerali e agli ammendanti ed, ad eccezione del boro, i dati non sono distribuiti in modo normale.

3.2 Policlorobifenili (PCB)

Tra i tanti congeneri sono stati analizzati i 7 che sono considerati come indicatori di una contaminazione da PCB: 28, 52, 101, 118, 138, 153 e 180. In tabella 6 sono riportati i risultati ottenuti.

Sono stati riscontrati residui solo del congenere 118 in due ammendanti compostati. I dati ottenuti sono in accordo con quanto riscontrato in letteratura in materiali analoghi. Infatti, in compost brasiliani, provenienti da impianti di depurazione di acque reflue, il contenuto di PCB totali varia tra 0,015 e 1,7 mg kg⁻¹ di s.s. (GROSSI ET AL., 1998); in fanghi canadesi tra 0 e 0,5 mg kg⁻¹ di s.s. (WEBBER E WANG, 1995); in fanghi svizzeri tra 0 e 1,3 mg kg⁻¹ di s.s. e in fanghi provenienti dalla Germania tra 0,8 e 14,2 mg kg⁻¹ (MARCOMINI ET AL., 1989); in fanghi inglesi i PCB totali sono in media 0,2 mg kg⁻¹ di s.s. e in particolare il congenere più presente è il 28 (0,03 mg kg⁻¹ di s.s.), mentre il 118 ha in media una concentrazione di 0,01 mg kg⁻¹ di s.s. (WILSON ET AL., 1997).

Una rassegna del contenuto di PCB totali in fanghi di diversa provenienza indica valori compresi tra 0,02 e 15 mg kg⁻¹, con i fanghi tedeschi sempre più contaminati (ALCOCK E JONES, 1993); uno studio su fanghi inglesi indica che il congenere maggiormente presente è il 149 (0,02 mg kg⁻¹), mentre quelli analizzati nel presente studio sono compresi tra 0,005 e 0,02 mg kg⁻¹ (ALCOCK E JONES, 1993).

Nel compost italiano dopo 90 giorni di compostaggio il contenuto di PCB totali rilevato è pari a 0,07 mg kg⁻¹ di s.s. (LAZZARI ET AL., 1999); una rassegna svedese (NILSSON, 1996) riporta che la concentrazione media di PCB totali nel compost è compresa fra 0,1 e 5,7 mg kg⁻¹ di s.s., e che i congeneri 52 e 118 sono presenti nel letame analizzato in concentrazioni di 0,004 mg kg⁻¹ di s.s. Non sono stati reperiti dati sull'eventuale presenza di PCB in torbe.

3.3 Di-2-etil-esil-ftalato (DEHP)

Il DEHP è stato ricercato quale indicatore della presenza di ftalati, in quanto tra i più utilizzati nell'industria. I risultati ottenuti sono riportati in tabella 7.

I valori analitici riscontrati sono compresi tra 0 e 425590 mg kg⁻¹ di s.s., con un valore medio di 7649 mg kg⁻¹, una variabilità elevata (C.V. = 140%)250%) e una distribuzione non normale dei dati. Solo 34 campioni (3 ammendanti, campioni n. 25 24 e29 e un concime organico a base di cuoio torrefatto campione n. 1, letame bovino ed equino, torba e compost) sono risultati con residui di DEHP inferiori al limite di determinazione (0,1 mg kg⁻¹). L'analisi della varianza indica che DEHP ($P=0,0029$)($P=0,0382$) ha un contenuto che è funzione del tipo di prodotto; in particolare è significativamente maggiore (test di Tukey, $P \leq 0,05$) nei concimi organici rispetto a quelli organo-minerali e agli ammendanti.

Sono disponibili pochi studi sulla determinazione di ftalati in concimi ed ammendanti. DEHP raggiunge in fanghi danesi concentrazioni superiori ai 120 mg kg⁻¹ di s.s. (ROSLEV ET AL., 1998), mentre in fanghi svedesi sono stati riscontrati residui compresi tra 25 e 700 mg kg⁻¹ di s.s. (KIRCHMANN ET AL., 1991; NILSSON, 1996). In letami svedesi la quantità di DEHP è dell'ordine di 0,3 mg kg⁻¹ di t.q., altre tipologie di ftalati sono stati ritrovati sino a valori di 40 mg kg⁻¹ di s.s. (NILSSON, 1996). Tutte le volte che il materiale viene a contatto con materie plastiche per un certo periodo di tempo si ha contaminazione da ftalati.

3.4 Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Riguardo gli idrocarburi policiclici aromatici sono stati ricercati 7 composti: pirene, perilene, fenantrene, antracene, benzo(a)pirene, benzo(a)antracene, benzo(e)pirene. I composti scelti rientrano tra i 15 considerati prioritari dalla Agenzia per l'Ambiente statunitense; inoltre, il benzo(a)pirene è considerato tra gli IPA come il più pericoloso, sia da fonti tedesche, sia da altre americane. In tabella 8 sono riportati i risultati ottenuti. In tabella 9 sono invece presentati i dati riepilogativi, divisi anche per tipologia di prodotto, che permettono di trarre alcune considerazioni.

- Non sono stati riscontrati residui di antracene e benzo(e)pirene, mentre perilene e benzo(a)pirene sono stati riscontrati solo in un campione, rispettivamente a base di torba acida (campione n. 28) e torba neutra (campione n. 27). Pirene, benzo(a)antracene e fenantrene sono invece presenti in numerosi campioni. In particolare, il campione di torba neutra di sfagno e guano (campione n.27) contiene oltre 5 mg kg⁻¹ di s.s. di benzo(a)pirene.
- Il benzo(a)antracene è assente nei concimi organo-minerali.
- Tutti gli ammendanti analizzati contengono pirene e fenantrene
- La variabilità dei dati è elevatissima (C.V. > 300%), i dati non sono distribuiti in modo normale e non esiste dipendenza dal tipo di fertilizzante.
- La presenza negli ammendanti di benzo(a)antracene, di pirene e fenantrene è fortemente correlata (coefficienti maggiori di 0,9).

Altre indagini condotte sul medesimo tipo di prodotti hanno evidenziato i seguenti risultati: in compost brasiliani i quantitativi di IPA totali (15 composti) sono compresi tra 0,2 e 11 mg kg⁻¹ di s.s (GROSSI ET AL., 1998); fanghi canadesi contenevano quantità comprese tra 0,2 e 39 mg kg⁻¹ di diversi IPA, tra questi benzo(a)pirene (0,3-25 mg kg⁻¹), pirene (1-24 mg kg⁻¹), fenantrene (1,3-14,3 mg kg⁻¹), benzo(a)antracene (0,6-18,4 mg kg⁻¹) (WEBBER E WANG, 1995); compost italiani contengono sino a 1 mg kg⁻¹ di IPA totali (somma di 19 congeneri) (LAZZARI ET AL., 1999); fanghi svedesi contengono sino a 2 mg kg⁻¹ di naftalene (KIRCHMANN ET AL., 1991).

3.5 4-Nonil fenolo (4-NP)

Il 4-NP è stato ricercato in quanto principale metabolita di alchilfenoli etossilati, utilizzati in moltissimi detersivi. I risultati ottenuti sono riportati in tabella 10. I valori riscontrati sono compresi tra 0 e 56 mg kg⁻¹ di s. s., con un valore medio di 5 mg kg⁻¹, una variabilità elevata (C.V. = 250%) e una distribuzione non normale dei dati. In 10 campioni sono stati riscontrati residui di 4-NP superiori al limite di determinazione (0,01 mg kg⁻¹). Il contenuto di 4-NP non dipende dal tipo di prodotto indagato. I campioni con residui maggiori sono a base di pellicino e una miscela di letami.

Pochi studi sono disponibili sulla determinazione di 4-NP in concimi ed ammendanti: 4-NP raggiunge in fanghi svedesi residui sino a 1000 mg kg⁻¹ di s. s (KIRCHMANN ET AL., 1991; NILSSON, 1996), mentre in fanghi di origine canadese il contenuto è compreso tra 130 e 470 mg kg⁻¹ di s.s. (LEE E PEART, 1995), e in fanghi svizzeri raggiunge un contenuto di 1100 mg kg⁻¹ (MARCOMINI ET AL, 1989); in letami svedesi la quantità di 4-NP è inferiore a 5 mg kg⁻¹ e nei fertilizzanti è sempre inferiore a 0,5 mg kg⁻¹ (NILSSON, 1996).

3.6 LAS (Linear alkylbenzene sulphonates)

I detersivi sono tra le sostanze chimiche più vendute al mondo e tra i detersivi i LAS rappresentano la categoria di tensioattivi più utilizzata (300000 t anno⁻¹ nella sola UE) (DE WOLF

E FEIJTEL, 1998). Normalmente i LAS hanno catene con atomi di carbonio compresi tra 10 e 13 (C10 e C13) e con diverse posizioni di attacco sull'anello aromatico in funzione del processo produttivo. Quindi, a parità del numero di atomi di carbonio della catena, ciascun LAS può avere diversi isomeri (da 4 a 6). Nella necessità di operare una scelta dei composti da determinare, si è deciso di indagare la presenza dei LAS a 12 atomi di carbonio, che sono tra i più diffusi (DE WOLF E FEIJTEL, 1998).

Le determinazioni analitiche sono state condotte su matrici contenenti compost e/o fanghi di depurazione (11 campioni contraddistinti dalla sigla numerica 12, 13, 14, 24, 25, 29, 15, 16, 26, 17 e 27). Nella **tabella 3.11** sono presentati i risultati ottenuti e una prima elaborazione esplorativa dei dati per raggruppamenti merceologici.

I valori analitici riscontrati sono compresi tra 0,2 e 12,3 mg kg⁻¹, con un valore medio di 3,4 mg kg⁻¹, una variabilità elevata (C.V. = 122%) e una distribuzione non normale dei dati. L'analisi della varianza indica che i LAS (P=0,0177) hanno un contenuto che è funzione del tipo di prodotto; in particolare è significativamente maggiore (test di Tukey, P≤0,05) negli ammendanti con fanghi rispetto a quelli senza fanghi o alle torbe.

I fanghi sono estremamente ricchi di LAS e DE WOLF E FEIJTEL (1998) riportano concentrazioni variabili tra 100 e 17000 mg kg⁻¹ di fango secco. Gli stessi autori riportano concentrazioni di LAS in diversi suoli: in Spagna, da 22 a 0,7 mg kg⁻¹ in funzione del tempo intercorso tra la distribuzione di fanghi e il campionamento; in Svizzera, di 5 mg kg⁻¹; in Germania, di 1,5 mg kg⁻¹ (4 campioni) e in Gran Bretagna, comprese tra 0 e 3 mg kg⁻¹ (51 campioni). MARCOMINI E COLL. (1989) trovano in fanghi una concentrazione di LAS pari a 5 g kg⁻¹ di sostanza secca e in fanghi stagionati valori compresi tra 200 e 8600 mg kg⁻¹.

3.7 Antibiotici

La ricerca degli antibiotici è stata effettuata sui prodotti a base di reflui zootecnici, letame, pollina, stallatico, ecc.

Sono stati ricercati due antibiotici utilizzati abitualmente in zootecnia: Oxytetracycline e Tylosin tartrate, che tuttavia non sono mai stati riscontrati in tutti i campioni analizzati.

Tabella 3.1: Risultati analisi elementi in tracce; il Cr^{VI} è estratto secondo il metodo IRSA-CNR (mg kg⁻¹ di sostanza secca; i valori inferiori al limite di determinazione, riportato nell'ultima riga, sono indicati con nd).

N° camp.	Cd	Cr tot.	Cr ^{III}	Cr ^{VI}	Zn	Pb	Ni	Cu	As	Se	Hg	B
1	nd	27100	54,0	0,1	50,2	nd	1,4	14,2	0,36	0,36	nd	33,2
2	nd	24910	152,0	0,1	88,0	nd	2,8	12,5	3,86	0,14	nd	39,8
23	nd	21350		0,1	154,2	nd	4,4	6,4	0,51	0,41	nd	43,6
5	2,6	2705		nd	222,0	nd	29,1	72,5	1,01	7,21	nd	27,3
6	0,5	339		1,1	211,8	nd	35,9	65,9	0,05	1,13	nd	48,4
7	2,1	2317		1,2	291,1	138,7	68,7	159,0	1,19	1,94	nd	30,6
8	2,4	2494		1,0	273,2	nd	25,7	93,7	1,04	6,35	nd	25,6
9	nd	17,2		0,1	492,2	nd	8,9	130,0	0,39	0,71	nd	23,9
10	0,7	538		4,2	1231,0	45,7	187,7	570,0	17,00	3,64	nd	75,8
11	2,6	2450		1,7	262,2	nd	25,0	80,5	0,91	3,56	nd	26,6
CONCIMI ORGANO-MINERALI												
20	nd	1609	26,3	0,9	16,1	nd	11,6	22,9	4,76	0,15	nd	7,2
21	nd	2111	11,7	2,4	7,4	nd	16,8	12,2	7,02	0,55	nd	6,2
22	0,5	5130	88,6	nd	56,6	nd	7,4	9,2	0,91	0,43	nd	8,0
AMMENDANTI												
12	nd	28,5		1,4	172,8	43,7	21,3	77,6	8,74	0,41	nd	11,2
13	nd	31,7		3,7	299,1	52,1	25,3	124,1	2,39	0,66	nd	20,4
14	0,5	34,3		1,7	311,1	85,3	20,9	124,2	2,48	0,45	nd	22,4
25	0,3	67,4		4,4	287,3	46,2	59,2	112,2	17,98	0,88	nd	15,6
15	0,4	42,3		3,7	390,9	78,5	41,4	152,6	6,44	0,48	nd	15,6
16	1,0	36,0		1,1	413,7	328,7	20,1	226,2	4,83	1,10	nd	24,7
26	0,7	41,2		1,2	348,6	35,2	20,8	100,8	8,18	0,34	nd	16,3
24	0,1	144,6		2,9	392,3	32,0	36,9	158,6	6,40	0,88	nd	15,8
29	0,1	209,1		4,4	160,3	23,8	24,9	46,6	11,59	0,43	nd	4,8
17	0,2	53,2		1,5	142,0	31,2	16,3	67,6	4,59	0,34	nd	9,8
28	0,9	457,5		4,5	257,2	43,1	22,6	73,7	10,46	0,85	nd	16,0
18	0,4	7,0		0,3	11,8	nd	1,9	16,6	0,56	0,58	nd	2,4
27	0,1	nd		0,9	3,6	nd	0,1	14,0	0,73	0,56	nd	1,6
nd	<0,04	<0,06		<0,02	<0,01	<0,08	<0,01	<0,003	<0,0003	<0,0003	<0,02	<0,03

Tabella 3.2: Determinazione del Cr^{VI} secondo tre metodi di estrazione (mg kg⁻¹ di sostanza secca; i valori inferiori al limite di determinazione sono indicati con nd).

N° campione	Metodica Irsa-Cnr, 1985	Metodica Regione Piemonte, 1998	Metodica Bartlett e James, 1996
CONCIMI ORGANICI			
1	0,1	0,6	nd
2	0,1	0,6	nd
23	0,1	0,6	nd
5	nd	1,1	0,3
6	1,1	1,8	nd
7	1,2	0,6	nd
8	1,0	nd	nd
9	0,1	0,5	nd
10	4,2	0,3	nd
11	1,7	0,3	nd
CONCIMI ORGANO-MINERALI			
20	0,9	0,3	nd
21	2,4	nd	nd
22	nd	0,3	nd
AMMENDANTI			
12	1,4	0,2	nd
13	3,7	0,3	nd
14	1,7	nd	nd
25	4,4	nd	nd
15	3,7	0,9	nd
16	1,1	0,5	0,2
26	1,2	nd	nd
24	2,9	nd	nd
29	4,4	0,6	0,3
17	1,5	nd	nd
28	4,5	0,7	0,3
18	0,3	0,8	nd
27	0,9	0,9	nd
nd	<0,02	<0,02	<0,02

RISULTATI

Tabella 3.3: Riepilogo delle analisi sugli elementi in traccia. Sono riportati media, mediana, deviazione standard, valore minimo e massimo di tutti i campioni per ciascun elemento. Valori espressi in mg kg⁻¹ di sostanza secca.

Elementi	media	d.s.	mediana	minimo	massimo
Cd	0,62	0,84	0,32	0,00	2,62
Cr ^{VI}	1,72	1,54	1,19	0,00	4,49
Zn	251,80	243,24	239,6	3,62	1231,00
Pb	34,58	54,92	11,88	0,00	243,53
Ni	28,35	36,55	21,11	0,05	187,7
Cu	97,83	112,44	75,65	6,44	570,00
As	4,78	5,04	3,17	0,05	17,98
Se	1,33	1,84	0,57	0,14	7,21
Hg	nd	nd	nd	nd	nd
B	22,03	16,57	18,33	1,60	75,8

Tabella 3.4: Dati riepilogativi per i soli concimi organici ed organo-minerali. Valori espressi in mg kg⁻¹ di sostanza secca quando non diversamente specificato.

Elementi	media	d.s.	mediana	minimo	massimo	Legge 748/84 Concimi organici e organo-minerali
Cd	0,88	1,11	0,50	0,00	2,62	
Cr ^{III}	66,50	56,07	54,00	11,70	152,00	1800 mg kg ⁻¹ t. q. (DTPA)
Cr ^{VI}	0,99	1,21	0,88	0,00	4,19	
Zn	258,16	322,89	211,80	7,40	1231,00	1500 mg kg ⁻¹ (DTPA)
Pb su t.q.	11,66	0,00	0,00	0,00	109,30	30 mg kg ⁻¹ t. q.
Ni	32,73	50,02	16,84	1,42	187,70	
Cu	96,07	150,86	65,90	6,44	570,00	750 mg kg ⁻¹ (DTPA)
As	3,00	4,69	1,01	0,05	17,00	
Se	2,04	2,42	0,71	0,14	7,21	
Hg	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
B	30,48	19,08	27,25	6,20	75,80	

Tabella 3.5: Dati riepilogativi per gli ammendanti organici. Valori espressi in mg kg⁻¹ di s. s.

Elementi	media	d.s.	mediana	minimo	massimo	Veneto	D.M. 27/03/2000#
Cd	0,356	0,330	0,26	0,00	0,96	0-1,77	1,5
Cr ^{VI}	2,439	1,538	1,73	0,29	4,49	0,00	0,5
Zn	245,436	137,548	287,30	3,62	413,65	17,8-793	500
Pb	54,971	61,833	43,10	0,00	243,54	0-148	140
Ni	23,958	15,480	21,34	0,05	59,20	0-258	50 o 100
Cu	99,588	59,784	100,80	13,99	226,15	6,26-549	230
As	6,567	4,910	6,40	0,56	17,98	0,21-46,2	
Se	0,612	0,243	0,56	0,34	1,10	0-2,79	
Hg	nd	nd	nd	nd	nd	0-2,4	1,5
B	13,584	7,306	15,6	1,6	24,74	2,5-303	

in vigore dal 01/01/2002

Tabella 3.6: Residui di PCB riscontrati nei campioni analizzati. Valori espressi in mg kg⁻¹ di s. s.

Campione	PCB tot	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
CONCIMI ORGANICI								
1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
23	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
7	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
11	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
CONCIMI ORGANO-MINERALI								
20	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
21	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
22	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
12	0,063	nd	nd	nd	0,063	nd	nd	nd
AMMENDANTI								
13	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
14	0,122	nd	nd	nd	0,122	nd	nd	nd
25	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
15	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
16	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
26	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
24	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
29	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
17	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
28	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
18	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
27	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
nd	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Tabella 3.7: Concentrazioni di di-2-etil-esil-ftalato (mg kg⁻¹ di sostanza secca; i valori inferiori al limite di determinazione sono indicati con nd).

N° campione	DEHP
CONCIMI ORGANICI	
1	nd
2	424,94
23	308,76
5	3,95
6	1,77
7	235,03
8	200,87
9	42,22
10	206,05
11	289,61
2	193,3
23	141,5
5	1,2
6	590,3
7	0,5
8	88,2
9	10,0
10	91,2
11	130,4
CONCIMI ORGANO-MINERALI	
20	1,05
21	4,54
22	7,96
20	0,3
21	1,5
22	2,9

N° campione	DHEP
AMMENDANTI	
12	0,83
13	6,18
14	1,21
25	0,33
15	24,80
16	nd
26	nd
12	0,1
13	1,2
14	0,3
25	nd
15	6,8
16	0,8
26	0,8
24	nd
29	nd
17	1,96
28	56,50
18	5,72
27	3,88
media	76,17
d.s	125,86
mediana	5,13
minimo	0,00
massimo	424,94
17	0,3
28	10,2
18	0,6
27	0,4
media	49,0
d.s	122,8
mediana	1,0
minimo	0,0
massimo	590,3
nd	<0,1

Tabella 3.8: Residui di idrocarburi aromatici, espressi in mg kg⁻¹ di sostanza secca. I valori inferiori al limite di determinazione (<0,01 mg kg⁻¹) sono siglati nd = non determinabile

N°	pirene a	perilene b	antracene c	benzo(a) pirene d	benzo(a) antracene e	benzo(e) pirene f	fenantrene g	Somma a + d + g
CONCIMI ORGANICI								
1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,20	0,20
2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
23	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,53	0,53
6	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
7	0,60	nd	nd	nd	0,15	nd	0,61	1,21
8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	0,05	nd	nd	nd	nd	nd	0,08	0,13
10	nd	nd	nd	nd	nd	nd	14,24	14,24
11	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
CONCIMI ORGANO-MINERALI								
20	1,11	nd	nd	nd	nd	nd	1,16	2,27
21	0,95	nd	nd	nd	nd	nd	0,77	1,72
22	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0,25	0,25
AMMENDANTI								
12	0,98	nd	nd	nd	0,27	nd	0,29	1,27
13	15,79	nd	nd	nd	2,21	nd	48,61	64,40
14	2,30	nd	nd	nd	0,26	nd	3,71	6,01
25	1,05	nd	nd	nd	nd	nd	0,19	1,24
15	3,45	nd	nd	nd	nd	nd	1,68	5,13
16	0,50	nd	nd	nd	0,36	nd	0,07	0,57
26	1,72	nd	nd	nd	0,58	nd	0,42	2,14
24	0,84	nd	nd	nd	nd	nd	0,43	1,27
29	0,65	nd	nd	nd	nd	nd	0,26	0,91
17	0,52	nd	nd	nd	0,16	nd	0,11	0,63
28	2,91	1,97	nd	nd	nd	nd	1,54	4,45
18	0,35	nd	nd	nd	0,18	nd	0,65	1,00
27	0,56	nd	nd	5,22	nd	nd	0,73	6,51

Tabella 3.9: Concentrazioni di idrocarburi policiclici aromatici. Valori espressi in mg kg⁻¹ di sostanza secca.

IPA	media	d.s.	mediana	minimo	massimo
Totale					
pirene	1,34	3,22	0,54	0,00	15,79
benzo(a)antracene	0,13	0,45	0,00	0,00	2,21
fenantrene	3,17	10,10	0,36	0,00	48,61
Concimi organici					
pirene	0,06	0,19	0,00	0,00	0,60
benzo(a)antracene	0,01	0,05	0,00	0,00	0,15
fenantrene	1,57	4,46	0,04	0,00	14,24
Concimi organo-minerali					
pirene	0,69	0,60	0,95	0,00	1,11
benzo(a)antracene	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
fenantrene	0,73	0,45	0,77	0,25	1,16
Ammendanti					
pirene	2,43	4,13	0,98	0,35	15,79
benzo(a)antracene	0,31	0,60	0,16	0,00	2,21
fenantrene	4,51	13,29	0,43	0,07	48,61

Tabella 3.10: Concentrazioni del 4-nonilfenolo (mg kg⁻¹ di sostanza secca; i valori inferiori al limite di determinazione sono indicati con nd).

N° campione	4-NP
CONCIMI ORGANICI	
1	nd
2	nd
23	56,270
5	0,428
6	1,571
7	0,482
8	7,050
9	nd
10	14,654
11	35,088
CONCIMI ORGANO-MINERALI	
20	nd
21	nd
22	0,765
12	nd
AMMENDANTI	
13	nd
14	nd
25	nd
15	3,284
16	nd
26	nd
24	nd
29	nd
17	nd
28	9,837
18	nd
27	nd
media	5,39
d.s	13,31
mediana	0,00
minimo	0,00
massimo	56,27
nd	<0,01

Tabella 3.11: Concentrazioni di Lineare Lauril Benzensolfonato (C₁₂, somma degli isomeri). Valori espressi in mg kg⁻¹ di sostanza secca.

N° campione	Ammendante	Lineare Lauril Benzensolfonato
12	compostato verde	0,18
13	compostato misto senza fanghi	2,49
14	compostato misto senza fanghi	0,32
24	compostato misto senza fanghi	1,39
25	compostato misto senza fanghi	2,98
29	torboso composto	2,53
15	compostato misto con fanghi	12,28
16	compostato misto con fanghi	2,56
26	compostato misto con fanghi	11,42
17	torba acida	0,55
27	torba neutra	1,46
media		3,47
d.s		4,26
C.V.		122,76
mediana		2,49
minimo		0,18
massimo		12,28

Tabella 3.12: Dati relativi all'analisi del laurilbenzensolfato lineare per tipologia di ammendante.

Ammendante	Media	Deviazione standard	C.V.	Mediana
Senza fanghi	1,47	1,26	85,3	1,39
Con fanghi	8,75	5,38	61,5	11,42
Torba	1,51	0,99	65,5	1,46

Tabella 3.13: dati riepilogativi per tipologia di prodotto e confronto con limiti di legge

Concimi organici e organo-minerali L. 748/1984 - limiti di concentrazione		Cd 1,5	Cr totale	Cr ^{VI} 1.800 ²	Cr ^{VI} 0,5	Zn 1.500 ³	Pb 140	Pb t.-q. 30	Ni 50	Cu 750 ³	As 5	Se 5	Hg 1,5	B 60
1	CON	nd	27.100,0	53,98	0,1	50,2	nd	nd	1,42	14,17	0,36	0,36	nd	33,20
2	CON	nd	24.910,0	152,00	0,1	88,0	nd	nd	2,77	12,48	3,86	0,14	nd	39,80
23	CON	nd	21.350,0	-	0,1	154,2	nd	nd	4,44	6,44	0,51	0,41	nd	43,60
5	CON	2,6	2.705,0	-	nd	222,0	nd	nd	29,12	72,50	1,01	7,21	nd	27,25
6	CON-mix	0,5	339,0	-	1,1	211,8	nd	nd	35,85	65,90	0,05	1,13	nd	48,40
7	CONP	2,1	2.317,0	-	1,2	291,1	138,7	109,3	68,70	159,00	1,19	1,94	nd	30,60
8	CONP	2,4	2.494,0	-	1,0	273,2	nd	nd	25,73	93,70	1,04	6,35	nd	25,60
9	CONP	nd	17,2	-	0,1	492,2	nd	nd	8,91	130,00	0,39	0,71	nd	23,92
10	CONP	0,7	538,0	-	4,2	1.231,0	45,7	42,3	187,70	570,00	17,00	3,64	nd	75,80
11	CONP - mix	2,6	2.450	-	1,7	262,2	nd	nd	24,95	80,50	0,91	3,56	nd	26,60
20	COM NPK	nd	1.609	26,16	0,9	16,1	nd	nd	11,64	22,87	4,76	0,15	nd	7,20
21	COM NPK	nd	2.111,0	11,70	2,4	7,4	nd	nd	16,84	12,20	7,02	0,55	nd	6,20
22	COM NPK	0,5	5.130,0	88,56	nd	56,6	nd	nd	7,44	9,20	0,91	0,43	nd	8,00
Ammendanti compostati DM 27/03/98 e L. 784/84 - limiti di conc.		Cd 1,5	Cr totale	Cr ^{VI}	Cr ^{VI} 0,5	Zn 500	Pb 140	Pb t.-q. 30	Ni 50	Cu 150	As 5 ¹	Se 5 ¹	Hg 1,5	B 60 ¹
12	ACV	nd	28,5	-	1,4	172,8	43,7	26,4	21,34	77,60	8,74	0,41	nd	11,20
13	ACM	nd	31,7	-	3,7	299,1	52,1	28,7	25,26	124,10	2,39	0,66	nd	20,40
14	ACM	0,5	34,3	-	1,7	311,1	85,3	77,4	20,87	124,20	2,48	0,45	nd	22,40
25	ACM	0,3	67,4	-	4,4	287,3	46,2	27,7	59,20	112,20	17,98	0,88	nd	15,60
15	ACM - F	0,4	42,3	-	3,7	390,9	78,5	58,6	41,37	152,60	6,44	0,48	nd	15,60
16	ACM - F	1,0	36,0	-	1,1	413,7	328,7	-	20,10	226,20	4,83	1,10	nd	24,70
26	ACM - F	0,7	41,2	-	1,2	348,6	35,2	-	20,80	100,80	8,18	0,34	nd	16,30
24	ACM	0,1	144,6	-	2,9	392,3	32,0	16,8	36,87	158,60	6,40	0,88	nd	15,80
29	ATC	0,1	209,1	-	4,4	160,3	23,8	17,1	24,90	46,55	11,59	0,43	nd	4,80
17	Torba acida	0,2	53,2	-	1,5	142,0	31,2	15,9	16,26	67,60	4,59	0,34	nd	9,80
Ammendanti diversi dai compostati DM 27/03/98 e L. 784/84 - limiti di conc.		Cd	Cr totale	Cr ^{VI}	Cr ^{VI} 0,5	Zn 500	Pb 140	Pb t.-q. 30	Ni 100/nd	Cu 300/320	As 5	Se 5	Hg 1,5	B 60
28	Torba acida	0,9	457,5	-	4,5	257,2	43,1	21,2	22,61	73,70	10,46	0,85	nd	16,00
18	Torba neutra	0,4	7,0	-	0,3	11,8	nd	nd	1,90	16,55	0,56	0,58	nd	2,40
27	Torba neutra	0,1	nd	-	0,9	3,6	nd	nd	0,05	13,99	0,73	0,56	nd	1,60

¹ limiti previsti dalla Direttiva C - DGRV n. 3246/95 tab. b

² 1.800 mg/kg di tel quale di cromo estraibile in DIPA solo per "cuoio e pelli idrolizzati"

³ mg/kg sulla s.s. di elemento assimilabile in DIPA solo per "letame essiccato" e "letame suino essiccato"

4. Conclusioni

I risultati dell'indagine analitica hanno evidenziato, per quanto concerne la presenza di metalli pesanti, il rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente in materia nella maggior parte dei campioni esaminati. Per quanto riguarda il Cr^{VI} , va segnalata la difficoltà derivante dalla mancanza di un metodo ufficiale per la sua determinazione, condizione che ha reso necessario un supplemento di indagini analitiche. Si è dovuto, pertanto, impostare una comparazione fra tre metodi chimici (IRSA-CNR, 1985; Regione Piemonte, 1998; Bartlett e James, 1996), che ha evidenziato una maggiore capacità di solubilizzazione a carico dei primi due. Fra i concimi organici, due dei prodotti verificati sono risultati più o meno contaminati da Pb. Fra gli ammendanti, invece, di cui sono stati considerati 13 diversi formulati, sono stati riscontrati, nel caso di utilizzo del metodo IRSA/CNR, concentrazioni di Cr^{VI} superiori ai limiti di legge in tutti i casi meno uno. Per quanto riguarda Ni e Cu, a carico delle torbe non si è registrato alcun valore eccedente i limiti di legge, mentre fra i 9 ammendanti compostati hanno superato i limiti previsti dalla normativa un campione per il Ni e due formulati entrambi con presenza di fanghi (prodotti 15 e 16), per il Cu. Nei pochi saggi relativi alla presenza di Cr^{III} , sono state messe in luce concentrazioni molto basse, anche per i residui della lavorazione del cuoio, che invece sono stati trovati normalmente ricchi in Cr totale. Si è riscontrata infine una sostanziale assenza di mercurio da tutti i materiali esaminati.

Sono stati, inoltre, investigati alcuni inquinanti organici, policlorodifenili, 4-nonilfenolo, idrocarburi policiclici aromatici, LAS (inquinanti previsti nei documenti di lavoro della Commissione europea relativi ai fanghi di depurazione e ai rifiuti biodegradabili "Working document on sludge, third draft" della DG Ambiente del 27/4/2000; Working document Biological treatment of biowaste 2nd draft) e antibiotici.

Per quanto riguarda la presenza di policlorodifenili, l'analisi di questo gruppo di possibili contaminanti ha evidenziato nella quasi totalità dei campioni concentrazioni strumentalmente non rilevabili. Le uniche cifre annotate a carico del congenere 118 per due prodotti (12 e 14) rappresentano valori di modesta entità.

In relazione alla presenza di ftalati, il composto prescelto come possibile indicatore, il DEHP, ha manifestato la sua presenza pressoché ubiquitaria nella gamma di prodotti presi in esame, raggiungendo valori elevati in sei casi, tutti racchiusi nel gruppo dei concimi organici. L'insieme dei valori trovati è molto simile alle indicazioni presenti nella letteratura specifica.

Per quanto concerne la presenza di idrocarburi policiclici aromatici, sono state rilevate minime concentrazioni, in molti casi non rivelabili strumentalmente. Non sono stati rilevati benzo(e)pirene e antracene; un solo campione ha presentato benzo(a)pirene ed un altro, perilene, mentre sono stati rilevate piuttosto diffusamente concentrazioni in genere modeste di fenantrene, pirene e benzo(a)antracene.

Il 4-nonilfenolo è stato rilevato in alcuni prodotti, non risulta, tuttavia, riferibile all'impiego di fanghi, come sarebbe ipotizzabile sulla base delle informazioni presenti in letteratura. Valori superiori a 10 mg kg^{-1} , che risultano sempre di modesta entità assoluta, sono stati riscontrati in pelli e crini, in miscele di letami e in residui di macellazione. Non sembra di particolare risalto la questione della presenza di questi composti, tenuto conto della facile degradazione biologica che essi presentano in terreni dotati di regime aerobico e di buona carica microbica.

La concentrazione di LAS, effettuata sui fertilizzanti originati da matrici contenenti compost e/o fanghi di depurazione è risultata ridotta e comunque assimilabile a quella riportata in bibliografia per terreni di varia natura. I due dati più elevati (superiori a 10 mg kg^{-1}) sono stati riscontrati in ammendanti compostati misti con presenza di fanghi, facendo ritenere estremamente probabile l'influenza di questa tipologia di rifiuto nel determinare la concentrazione dei

LAS, come, peraltro, indicato dalla letteratura.
Per quanto riguarda la presenza di antibiotici, saggiata nei fertilizzanti a base di deiezioni animali, le analisi effettuate non ne hanno evidenziata la presenza.

5. Bibliografia

- AA. VV. (2000) "I Concimi organici e organo-minerali" – Supplemento a L'Informatore Agrario n. 47
- Calzavara R. (2000) "Concimi a base di cuoio e pelli" – Fertilizzanti n.2 - Edizioni Dr. Marino Perelli
- CeDAS (A cura di) (1997) "Annuario dei mezzi tecnici per l'agricoltura biologica"), ARSIA Regione Toscana
- Centemero M. (1999) "Impiego e commercializzazione del compost da matrici organiche selezionate" – Atti 4° Corso Nazionale di Base "Produzione e impiego del compost di qualità" a cura del Consorzio Italiano Compostatori, Bari, maggio.
- CRPA. SAPM, CIC (A cura di) (1999) "Annuario del compost di qualità – Terza Edizione 1999-2000" – Il Verde Editoriale
- Di Carlo V. (1993) "Pb e Ni come indicatori della provenienza della matrice organica dei fertilizzanti organo minerali" – Atti XI Convegno Società Italiana di Chimica Agraria, Cremona, 21-24/09
- FEDERCHIMICA (1998) "L'industria chimica in cifre"
- Graziano P.L. (1998) "Organici, un tesoro nascosto" – Terra e Vita n.2
- Graziano P.L. (1999) "Organo-minerali in crescita" – Terra e Vita n.2
- ISTAT 1991-1996 "Statistiche dell'agricoltura, zootecnia e mezzi di produzione"
- Ministero per le Politiche Agricole (1998) "I Fertilizzanti Organici" – Edizioni L'Informatore Agrario
- Perelli M. (1996) "Fertilizzanti" – 5a Edizione 1996 – Edizioni Dr. Marino Perelli
- Perelli M. (1999) "Normativa comunitaria e nazionale di riferimento sulla produzione e l'impiego di compost" 4° Corso Nazionale di Base "Produzione e impiego del compost di qualità" a cura del Consorzio Italiano Compostatori, Bari, maggio
- ANPA/ONR (2001) "Rapporto Rifiuti 2001"

