



SCUOLA AGRARIA DEL PARCO DI MONZA

ISTITUTO AGRARIO
DI S. MICHELE A/A
1992
202
1
BIBLIOTECA

CORSO DI AGGIORNAMENTO

«RECUPERO DI BIOMASSE DI SCARTO: IL COMPOSTAGGIO DI QUALITÀ»

Monza, 8-12 giugno 1992

con il patrocinio di:



ASSESSORATO ALL'ECOLOGIA
DELLA REGIONE LOMBARDIA



ASSESSORATO ALL'AGRICOLTURA
DELLA REGIONE LOMBARDIA



ASSESSORATO ALL'AGRICOLTURA E ALL'AMBIENTE
DELLA PROVINCIA DI MILANO



CAMERA DI COMMERCIO E AGRICOLTURA
DI MILANO



FEDERAZIONE



ORDINE DEI DOTTORI AGRONOMI
DELLA PROVINCIA DI MILANO

con il contributo di:

ecodeco fertilvita

L'ESPERIENZA TRENTINA NEL SETTORE DEL COMPOSTAGGIO DI BIOMASSE DI RIFIUTO: PRODUZIONE, IMPIEGHI E COMMERCIALIZZAZIONE DEI PRODOTTI OTTENUTI.

Gianni Zorzi, Andrea Cristoforetti, Flavia Gasperi,
Flavio Pinamonti, Silvia Silvestri

- Istituto Agrario S.Michele a/A -

Lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani (RSU) e dei fanghi di risulta dalla depurazione delle acque urbane in provincia di Trento e' sempre stato incentrato sul sistema delle discariche. Per far fronte alla produzione crescente di rifiuti, la Provincia Autonoma di Trento con L.P. 29/1982 definiva alcuni indirizzi di intervento a breve e medio termine basati sulla realizzazione di discariche effettivamente controllate, sull'introduzione di sistemi a tecnologia complessa tesi a favorire il recupero di materiali ed energie, sulla promozione di iniziative di raccolta differenziata. Sulla base di questi principi, ha reso operative 11 discariche controllate, ha realizzato in tempi recenti 2 impianti per il trattamento dei fanghi mediante essiccamento e compostaggio ed ha in corso di valutazione la possibilita' di recuperare dai rifiuti un combustibile solido alternativo (RDF-Refuse Derived Fuel).

In questo contesto vengono presentate le attivita' svolte dalla Provincia Autonoma di Trento nel settore del compostaggio e le risultanze tecnico-scientifiche di un programma pluriennale di studi e ricerche sviluppato dall'Istituto Agrario di S.Michele a/A per conto dell'Amministrazione provinciale in materia di produzione, uso e commercializzazione del compost. L'obiettivo primario dello studio era quello di verificare la fattibilita' tecnica ed economica del recupero dai rifiuti di frazioni organiche idonee al compostaggio. Le attivita' agricole, zootecniche ed industriali, cosi' come le comunita' urbane, producono infatti ingenti quantita' di scarti organici di origine naturale che, dopo opportuna trasformazione, possono essere impiegati nei cicli colturali come fertilizzanti organici.

Se da un lato la mancata valorizzazione di queste biomasse costituisce uno spreco di risorse materiali ed un'importante causa di impatto ambientale, con l'aggravante di dover collocare i rifiuti in discarica, dall'altro si deve rilevare che un progetto di recupero della sostanza organica ha successo solamente se il compost ottenuto trova una adeguata collocazione, in quanto utile per le colture agrarie e sicuro dal punto di vista ambientale. Questa condizione si realizza esclusivamente se il prodotto proposto presenta elevati indici qualitativi. A questo proposito occorre sottolineare che in Italia, come in altri Paesi, sono numerosi i casi in cui, a causa delle materie prime impiegate, delle tecnologie adottate e dell'inefficienza gestionale, il compost prodotto risulta per molti aspetti scadente e non accettato dall'operatore agricolo. I problemi maggiori riguardano i contenuti di sostanza organica umificata, piombo, vetro e plastica, che frequentemente non rientrano nei valori fissati dalle attuali disposizioni di legge.

Se si considera poi che il Ministero dell'Ambiente ha elaborato una bozza di normativa che identifica 2 differenti tipologie di compost in relazione alle materie prime trattate e alle caratteristiche qualitative dei prodotti (classe B e classe A con limiti di accettabilita' rispettivamente più restrittivi o molto più restrittivi di quelli della normativa vigente), ne consegue che anche per questa ragione ha enorme significato indirizzare il settore produttivo verso l'ottenimento di compost di qualita'. Tra l'altro, il compost di classe A non sarebbe più assoggettato ad autorizzazioni e prescrizioni d'uso, quali l'analisi preventiva del terreno (molto onerosa in termini economici ed operativi), il rispetto di dosi massime d'impiego, il divieto di intervenire su terreni aventi

concentrazioni di metalli pesanti superiori ai valori soglia stabiliti. Per questa serie di motivazioni si stanno affermando sempre più alcuni orientamenti finalizzati ad una migliore definizione del sistema produttivo: utilizzo di frazioni organiche selezionate, adozione di tecnologie affidabili con rigorosi controlli di processo, verifica accurata della qualità dei prodotti prima dell'impiego agronomico.

L'IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO DI TRENTO

In sintonia con gli orientamenti sopra esposti la Provincia Autonoma di Trento ha realizzato in località Ischia Podetti un impianto di compostaggio di fanghi urbani ed agroindustriali in miscela con residui lignocellulosici, quali cortecce di essenze forestali, scarti di potatura, grapi d'uva e nel quale vengono trattati in via sperimentale altri rifiuti organici come cotone grezzo, tabacco, scarti vegetali e alimentari raccolti in maniera differenziata.

Le finalità dell'intervento erano quelle di:

- realizzare un' unità di compostaggio in scala reale, semplice per tecnologie impiegate ed affidabile sotto il profilo gestionale, a costi economici compatibili con il trattamento di materiali "poveri", ma in grado di garantire elevate caratteristiche dei prodotti finali;
- controllare e sperimentare le principali fasi del processo produttivo, sia in ordine alle metodologie che alle tecnologie adottate;
- mettere a punto la produzione di più tipologie di compost in funzione di impieghi agronomici differenziati.

Il progetto si proponeva anche di valutare la possibilità e la convenienza di promuovere iniziative analoghe a livello comprensoriale, dimensionate sulla base delle quantità di fanghi e di rifiuti organici disponibili localmente, compresi gli eventuali scarti agricoli e zootecnici eccedenti i fabbisogni colturali o per i quali l'impiego diretto sul terreno non può avvenire nei termini fissati dalle normative vigenti (L. 319/1976, L.P. 27 febbraio 1986 n. 4).

Dati di progetto

All'impianto afferiscono 12.000 m³/a di fanghi urbani aventi una umidità media di 83% ed una densità apparente di 1 t/m³. Quali coadiuvanti del processo vengono impiegati residui lignocellulosici di varia natura per complessivi 21.600 m³/a; le cortecce di resinose e di pioppo costituiscono circa il 70% dei materiali, mentre il restante 30% è dovuto ai grapi d'uva ed ai residui di potatura tritati. Una parte degli scarti lignocellulosici è ottenuta dal ciclo di produzione quale sovrappiù del raffinamento del compost grezzo (30%), mentre la restante quota è di nuova acquisizione (70%).

Il rapporto tra le materie prime (fanghi/residui lignocellulosici) risulta di 1:1.8 in volume e di 1:0.72 in peso, considerando una densità apparente dei residui vegetali di 0.4 t/m³.

Materie prime

È stata condotta nell'ambito del territorio provinciale un'indagine conoscitiva volta all'accertamento delle tipologie e delle disponibilità di biomasse di rifiuto o di scarto potenzialmente idonee, per caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, alla produzione di compost di elevata qualità.

Fanghi di depurazione delle acque urbane

I fanghi provenienti dai 56 impianti di depurazione provinciali sono costantemente sottoposti a rigorosa caratterizzazione analitica nell'ambito di un programma che

prevede per ogni impianto l'esecuzione di analisi a cadenza trimestrale. In tab. 1 sono messe a confronto le concentrazioni medie ponderali dei principali elementi contaminanti (calcolate sulla base delle produzioni annue di fango di ogni impianto e delle caratteristiche analitiche medie del refluo prodotto), con i valori limite contenuti nelle disposizioni comunitarie e nazionali (direttiva CEE per i fanghi, DPR 915/82 e nuova proposta di legge del Ministero dell'Ambiente per il compost).

Per poter apprezzare con buona approssimazione il grado di influenza di specifiche produzioni di fango sulla qualità finale dei compost (nell'ottica di inviare al compostaggio esclusivamente quei materiali che consentono di raggiungere gli obiettivi qualitativi prefissati), sono state ad esempio individuate, relativamente al parametro zinco (elemento che più di altri condiziona la qualità dei prodotti ottenuti da fanghi), 4 possibili classi qualitative in funzione della provenienza e quindi del contenuto medio nei fanghi di detto elemento (tab.2). La ripartizione dei fanghi secondo lo schema impostato porta a differenti standards qualitativi dei compost. Nel sistema processistico di Ischia Podetti si è potuto valutare che il tenore finale di alcuni metalli pesanti come ad esempio zinco, piombo e rame, è pari a circa la metà delle concentrazioni medie dei fanghi nel compost grezzo, e attorno al 60% nel vagliato a 10 mm. Questa stima non è applicabile per quegli elementi presenti in quantità analoghe nelle diverse materie prime: è il caso di cadmio, cromo, nichel i cui valori medi nel compost raffinato tendono ad aumentare a seguito delle perdite di processo.

Residui a matrice fibrosa

Per garantire un rapido avvio del processo e un suo regolare svolgimento risulta necessaria l'integrazione ai fanghi di materiali di natura fibrosa che esplicano nella massa specifiche funzioni soprattutto fisiche (strutturali) e chimiche (umificazione). In base ai dati di progetto, alla piattaforma di Ischia Podetti devono afferire 8640 t/anno di materiale coadiuvante. L'indagine effettuata a livello territoriale indica una disponibilità annua di cortecce e altri residui legnosi (15.000 t), graspi (3.000 t), scarti di potatura ed erba di sfalcio (solo per la città di Trento 10.000 t), scarti della lavorazione del cotone (380 t) e del tabacco (200 t), contenuto prestomacale dei mattatoi (400 t), quantificabile complessivamente in circa 29.000 t, cui vanno aggiunte le vinacce di distilleria e una parte dei fanghi di cartiera.

Nella definizione dei piani di miscela gli scarti legnosi possono solo parzialmente essere sostituiti dagli altri materiali vegetali sopra indicati (30% v/v).

Tutti i materiali individuati presentano in genere buoni tenori di sostanza organica e bassi contenuti di elementi contaminanti, con la sola eccezione del rame per graspi e vinacce (220 e 212 mg/kg s.s. rispettivamente), che comunque rimane ampiamente al di sotto del limite imposto dal DPR 915/82 per il compost (600 mg/kg).

Frazione organica dei RSU

Sono state raccolte e trattate nell'arco di 6 mesi circa 65 tonnellate di rifiuto organico selezionato provenienti da 50 strutture commerciali e di servizio del Comune di Pergine Valsugana.

Fanghi e sottoprodotti dell'industria agroalimentare

Sono state individuate le seguenti tipologie di materiali:

- fanghi derivanti dalla depurazione delle acque di processo della lavorazione della frutta per la produzione di semilavorati e di succhi (circa 2500 t/anno);
- sangue residuo dalla macellazione del bestiame (380 t/anno).

L'analisi chimica evidenzia per i fanghi di lavorazione della frutta e per il liquido ematico elevati tenori di sostanza organica e di azoto, nonché bassi contenuti di metalli pesanti.

TAB.1 : CONCENTRAZIONI DI METALLI PESANTI NEI FANGHI PROVINCIALI
E LIMITI LEGISLATIVI

	FANGHI	CEE I	CEE II	DPR 915	BOZZA B	BOZZA A
ZINCO	1094	4000	2500	2500	1500	400
RAME	290	1750	1000	600	500	200
PIOMBO	131	1200	750	500	600	200
CROMO	28	-	-	500	500	150
NICHEL	24	400	300	200	200	50
CADMIO	3.1	40	20	10	5	3

FANGHI = valore medio ponderale riscontrato nei fanghi della
Provincia di Trento
CEE I - CEE II = intervallo di valori limite indicati nella direttiva
CEE per l'utilizzo dei fanghi
DPR 915 = valore massimo consentito per i compost dal DPR 915/82
BOZZA B = valore massimo consentito per i compost di qualita'
standard (B) dalla bozza di legge (C.T.S.R./90/10)
BOZZA A = valore massimo consentito per i compost di elevata
qualita' (A) dalla bozza di legge (C.T.S.R./90/10)

TAB.2 : CLASSI QUALITATIVE DEI FANGHI (in relzione al tenore di Zn) e DEI RELATIVI COMPOST

	CLASSE 1 (Zn < 800)	CLASSE 2 (Zn < 1000)	CLASSE 3 (Zn < 1200)	CLASSE 4 nessun limite	IMPIANTO DI TRENTO
IMPIANTI	ARCO CASTELLO F. CAMPIGLIO CAMPITELLO CARBONARE CAVARENO FOLGARIA GIUSTINO IMER LAVARONE VATTARO	ARCO CASTELLO F. CAMPIGLIO CAMPITELLO CARBONARE CAVARENO CLES FOLGARIA GIUSTINO IMER LAVARONE MEZZANA MOENA PIEVE LEDRO PIEVE BONO S.MASSENZA STORO TERLAGO VATTARO	ARCO AVIO CASTELLO F. CAMPIGLIO CAMPITELLO CARBONARE CAVARENO CLES FOLGARIA GIUSTINO IMER LAVARONE MALE' MEZZANA MOENA PIEVE BONO PIEVE LEDRO RIVA S.NICOLO ROVERETO S.MASSENZA STORO TERLAGO TRENTO NORD TRENTO SUD VATTARO VILLA AGNEDO	ANDALO ARCO AVIO BASELGA PINE CAMPIGLIO CAMPITELLO CARBONARE CASTELLO F. CAVARENO CLES FOLGARIA IMER LAVARONE LEVICO MALE' MEZZANA MEZZOCORONA MOENA MORI PIEVE BONO PIEVE LEDRO RIVA ARENA RIVA S.NICOLO ROVERETO S.MASSENZA SPIAZZO STORO TERLAGO TRENTO NORD TRENTO SUD VATTARO VILLA AGNEDO VILLA RENDENA ZAMBANA	BASELGA PINE' CAMPITELLO IMER LEVICO S.MASSENZA TERLAGO TRENTO NORD TRENTO SUD ZAMBANA
QUANTITA'	7755 mc/anno	14459 mc/anno	30472 mc/anno	40367 mc/anno	12000 m/anno
MEDIA FANGHI	CLASSE 1 (Zn < 800)	CLASSE 2 (Zn < 1000)	CLASSE 3 (Zn < 1200)	CLASSE 4 nessun limite	IMPIANTO DI TRENTO
Zn mg/kg	667	762	925	1093	1174
Cu "	161	177	286	290	363
Pb "	81	88	124	131	151
Cr "	18	20	27	28	30
Ni "	13	16	25	24	18
Cd "	2.1	2.2	2.7	3.1	3.1
As "	13	16	16	19	24
MEDIA COMPOST	CLASSE 1 (Zn < 800)	CLASSE 2 (Zn < 1000)	CLASSE 3 (Zn < 1200)	CLASSE 4 nessun limite	IMPIANTO DI TRENTO
Zn mg/kg	400	457	555	656	619
Cu "	97	106	112	174	231
Pb "	49	53	74	79	99
Cr "	27	30	40	42	46
Ni "	13	16	25	24	17
Cd "	> 5	> 5	> 5	> 5	< 5
As "	2.2	2.7	2.7	3.2	4.2

MEDIA FANGHI = valori medi (ponderali) stimati nei fanghi provenienti dagli impianti individuati

MEDIA COMPOST= valori medi stimati relativi al compost finito e vagliato a 10 mm

Descrizione del ciclo operativo

Il processo di produzione del compost si articola nelle seguenti fasi operative:

- ricezione e stoccaggio delle materie prime
- triturazione dei residui lignocellulosici
- miscelazione
- trasformazione microbiologica in cumulo
- disidratazione del compost
- raffinamento del compost grezzo disidratato

Ricezione e stoccaggio delle materie prime

Gli automezzi afferenti all'impianto depositano le materie prime nelle specifiche aree di ricezione. I fanghi vengono scaricati in silos orizzontali aperti il cui volume utile complessivo assicura una capacità di stoccaggio di 9 giorni lavorativi.

I residui lignocellulosici vengono depositati in un' area asfaltata di 700 m² delimitata da muratura in c.a. di altezza 3 m. Questi scarti vegetali, opportunamente separati per tipologia (cortecce, ramaglie, graspi etc.), vengono disposti in cumuli alti più di 2 m, consentendo uno stoccaggio di circa 1500 m³, equivalente ad 1 mese di attività produttiva.

Triturazione dei residui lignocellulosici

I materiali grezzi depositati nell'area di stoccaggio vengono prelevati con pala gommata (cortecce) o con gru munita di benna a valve (ramaglie, residui di potatura) ed immessi nella tramoggia del mulino trituttore. Il materiale trinciato e sfibrato viene posto in cumulo tramite nastro trasportatore elevatore e pala gommata.

Miscelazione delle materie prime

Si realizza all'atto del conferimento dei fanghi, previa distribuzione sul fondo dei silos di uno strato di cortecce e/o di altri residui fibrosi, per uno spessore di circa 20 cm; dopo lo scarico dei materiali, mediante pala meccanica si aggiunge al rifiuto una ulteriore aliquota di residui lignocellulosici sfibrati fino ad ottenere un rapporto tra residui vegetali e fanghi di 1.8:1 v/v. Mediante ripetute movimentazioni si consegue una sufficiente miscelazione ed omogeneizzazione dei materiali, contenendo nel contempo lo sviluppo di sostanze maleodoranti per l'azione assorbente delle fibre lignocellulosiche.

È in fase di studio l'eventuale introduzione di dispositivi miscelatori a palette o vomeri rotanti, con adduzione automatizzata delle materie prime.

Trasformazione microbiologica in cumulo

Le materie prime, tra loro opportunamente miscelate, vengono trasferite nella sezione di trasformazione biologica realizzata in un capannone non tamponato di circa 7000 m² e disposte in cumuli di altezza media 1.8 m, larghezza 5.5 m e lunghezza 95 m. Una macchina operatrice effettua il rivoltamento delle masse, affrontando i cumuli anteriormente e disponendo i materiali posteriormente in nuovi cumuli aventi sezione di circa 5.5 m².

Per garantire l'ossigenazione ottimale e costante alle masse in trasformazione, i rivoltamenti vengono ripetuti a cadenze programmate:

- 3 a distanza di 3 giorni;
- 1 alla settimana per 4 settimane;

1 ogni 15 giorni.

Il processo si considera concluso dopo 80-90 giorni di maturazione in cumulo.

La maggiore frequenza delle operazioni di movimentazione nelle fasi iniziali del processo trova giustificazione nella elevata richiesta di ossigeno da parte dei microorganismi che utilizzano le sostanze organiche più facilmente biodegradabili; successivamente la richiesta di ossigeno diminuisce poichè vengono metabolizzati composti a più elevata complessità strutturale (emicellulosa, cellulosa, lignina), e quindi più difficilmente decomponibili; contemporaneamente avviene la sintesi delle sostanze umiche, favorita da condizioni di microaerobiosi.

L'andamento del processo viene controllato con sensori di temperatura e attraverso la misura dell'ossigeno gassoso presente nella massa avvalendosi di sonde e strumenti portatili.

Parallelamente è stata predisposta un'area servita da canalette con griglia collegate a 2 elettroventilatori per l'aspirazione/insufflazione forzata dell'aria. In questa sezione vengono sperimentate condizioni differenti di processo sugli stessi materiali disposti in cumulo non aerato; le modalità di aerazione sono determinate da un sistema di controllo e di automazione costituito da sensori per la misura della temperatura, da sonde per il prelievo dei gas dalle masse in trasformazione e da strumenti per la determinazione dell'ossigeno presente nell'atmosfera dei cumuli e nell'aria aspirata. Una centralina a microprocessori è in grado di memorizzare ed integrare i dati rilevati e mediante un opportuno programma operativo condizionare i parametri di processo. Sugli stessi cumuli sono studiate anche le interazioni tra rivoltamenti ed aerazione forzata poichè nell'area sperimentale è previsto anche l'intervento con la macchina rivoltatrice.

Disidratazione del compost

La stessa area attrezzata per l'aerazione forzata è utilizzata anche per la disidratazione del compost grezzo. Si prevede di dotare l'impianto di un sistema di disidratazione per immissione di aria riscaldata a mezzo di idoneo combustore.

Raffinamento del compost

Il raffinamento del compost grezzo disidratato è ottenuto con un sistema di vagliatura costituito da un cilindro orizzontale rotante alimentato mediante tramoggia di carico e nastri elevatori. Il vaglio è dotato di griglie intercambiabili con luci passanti di 10 e 25 mm. Il sovrallo, quantificabile nel 30% dei materiali carboniosi utilizzati nella miscela, viene recuperato e reimmesso in circolo addizionandolo ai residui lignocellulosici tritati.

Prospetto dei dati di processo e bilanci di materia

I parametri essenziali di ciascuna fase del ciclo produttivo ed i relativi indici sono riportati nella scheda prospettica seguente.

Stoccaggio materie prime

Fanghi

potenzialità di stoccaggio	tempo	: 9 giorni
silos orizzontali	numero	: 2
dimensioni unitarie		: 12x10x3 m
volume complessivo		: 720 m ³
coefficiente di riempimento		: 0.6
volume utile totale		: 432 m ³

Residui lignocellulosici (grezzi- macinati)

potenzialità di stoccaggio	tempo	: 1 mese
	volume	: 1.400 m ³
altezza cumulo		: 2 m
superficie impegnata		: 700 m ²

Triturazione residui lignocellulosici

potenzialità lavorativa del mulino	: 20-40 m ³ /h
------------------------------------	---------------------------

Trasformazione microbiologica in cumulo

durata del processo		: 90 giorni
numero cicli/anno		: 4
cumuli	base maggiore	: 5.5 m
	base minore	: 1 m
	altezza	: 1.8 m
	sezione	: 5.85 m ²
volume complessivo dei cumuli		: 28.500 m ³
superficie impegnata netta		: 6.500 m ²
superficie impegnata lorda		: 7.000 m ²
rivoltamenti n		: 8-9
compost grezzo ottenuto	volume	: 18.400 m ³ /anno
	densità apparente	: 0.67 t/m ³
	quantità	: 12.300 t/anno
	umidità media	: 60%

Stoccaggio compost grezzo

capacità di stoccaggio	tempo	: 1 mese
	volume	: 1530 m ³
altezza cumulo		: 2.7 m
superficie impegnata netta		: 570 m ²
superficie impegnata lorda		: 700 m ²

Disidratazione

compost disidratato	volume	: 18.400 m ³ /anno
	densità apparente	: 0.48 t/m ³
	quantità	: 8.900 t/anno
	umidità	: 45%

Stoccaggio compost disidratato

capacità di stoccaggio	tempo	: 1 mese
	volume	: 1530 m ³
altezza cumulo		: 2.7 m
superficie impegnata netta		: 570 m ²
superficie impegnata lorda		: 700 m ²

Raffinamento compost disidratato

luce passante vaglio		: 10 mm
compost raffinato	volume	: 11.000 m ³ /anno
	densità apparente	: 0.54 t/m ³
	quantità	: 5.900 t/anno
	umidità	: 45%
ricircolo (sovvallo)	volume	: 7.400 m ³ /anno
	densità apparente	: 0.41 t/m ³
	quantità	: 3.000 t/anno
	umidità	: 45%

Stoccaggio compost raffinato

capacità di stoccaggio	tempo	: 1 mese
	volume	: 920 m ³
altezza cumulo		: 2.7 m
superficie impegnata netta		: 340 m ²
superficie impegnata lorda		: 450 m ²

Pavimentazione dell'area

Superficie totale m^2 20.000.

L'area, precedentemente impiantata a frutteto, è stata scoticata per uno spessore medio di 1 m al fine di togliere lo strato vegetale ed è stata quindi realizzata una pavimentazione così costituita:

-strato di geotessile in polipropilene;

-stabilizzato di cava 45 cm;

-pavimentazione in conglomerato bituminoso tipo "e" dello spessore di 6 cm.

L'impianto è dotato di una rete di canalette grigliate per la raccolta delle acque di percolazione (baulatura a schiena d'asino) e di un serbatoio di stoccaggio delle stesse per il successivo conferimento mediante autobotte al depuratore di Trento.

Coperture

L'area destinata alla trasformazione microbiologica del compost è protetta dagli eventi meteorici mediante coperture in prefabbricato di cemento armato (altezza m 6.5) per una superficie di circa 7.000 m^2 . Le coperture interessano anche le sezioni di aerazione forzata (1.000 m^2) e di disidratazione nonché le aree di stoccaggio del compost finito (2.000 m^2), per complessivi 10.000 m^2 .

Silos di stoccaggio delle materie prime

I fanghi e la frazione organica dei RSU vengono stoccati in 2 silos orizzontali aperti su un lato, realizzati in muratura in c.a. di spessore 30 cm. Le dimensioni di ciascun silo sono m 12x10x3, il coefficiente di utilizzo è stimato in 0.6 e pertanto il volume utile complessivo risulta di 432 m^3 , sufficienti per un accumulo temporaneo di 9 giorni.

Trituratore dei residui lignocellulosici

La triturazione delle cortecce, delle ramaglie, degli scarti di potatura in genere viene effettuata con mulino mobile a martelli.

Il materiale grezzo viene prelevato dal cumulo di stoccaggio mediante gru munita di benna a valve e caricato in una tramoggia circolare rotante, sul fondo della quale è posto un rotore orizzontale con una serie di martelli mobili che operano la sfibratura e la riduzione di pezzatura dei residui legnosi. Il triturato viene scaricato in cumuli con nastro elevatore brandeggiante sul quale è posto un magnete per la separazione di eventuali materiali ferrosi (chiodi etc.)

MULINO TRITURATORE

DITTA COSTRUTTRICE : CARAVAGGI

MODELLO : BIO 1000

DIMENSIONI E CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI

PESO BASE : kg 5500

LARGHEZZA : mm 2400

LUNGHEZZA : mm 3600

ALTEZZA : mm 3700

MOTORE : Diesel

POTENZA INSTALLATA : kW 124

CONSUMO : l/h 30

CAPACITÀ LAVORATIVA : m³/h 20-40

DESCRIZIONE : Mulino mobile per la triturazione di residui legnosi ($\varnothing$ max mm 200). Sistema di macinazione a rotore orizzontale con 48 martelli mobili e contromartelli fissi.

Tramoggia di carico di diametro 2250 mm.

Macchine rivoltatrici

Il rivoltamento delle masse è ottenuto con due differenti macchine operatrici: la prima (SCAT) garantisce elevate capacità lavorative grazie all'avanzamento in continuo ed alla elevata velocità del nastro trasportatore-elevatore; la seconda (MECOS) assicura l'aerazione capillare del materiale per effetto dell'azione di una fresa convogliatrice dotata di lame che, tra l'altro, impedisce la formazione di aggregati. Quest'ultima ha rese lavorative inferiori a causa del suo sistema di avanzamento ciclico (discontinuo).

MACCHINA RIVOLTATRICE

DITTA COSTRUTTRICE : SCAT ENGINEERING

MODELLO : 4833

DIMENSIONI E CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI

PESO BASE : kg 14700

LARGHEZZA : mm 4200

LARGHEZZA ELEVATORE : mm 3050

LUNGHEZZA : mm 5790

ALTEZZA : mm 3960

MOTORE : Diesel

POTENZA INSTALLATA : kW 92

CAPACITÀ LAVORATIVA : m³/h 3000

SEZIONE MAX CUMULO : 11 m² (Bxh 6.7x3.3)

DESCRIZIONE : Macchina semovente guidata; affronta il cumulo

anteriamente e mediante nastro elevatore lo dispone

posteriormente.

MACCHINA RIVOLTATRICE

DITTA COSTRUTTRICE : MECOS

MODELLO : MR 300

DIMENSIONI E CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI

PESO BASE : kg —

LARGHEZZA : mm 2500 Fresa mm 3000

LUNGHEZZA : mm 5600

ALTEZZA : mm 2700

MOTORE : Diesel

POTENZA INSTALLATA : kW 40

AVANZAMENTO : 0.5-2 cicli/min 0-100 cm/ciclo

CAPACITÀ LAVORATIVA : m³/h 100

SEZIONE MAX CUMULO : m² 5.8

GIRI/MIN FRESA : 130-150

DESCRIZIONE : Macchina semovente con avanzamento in automatico.

Affronta il cumulo anteriormente e mediante fresa convogliatrice

basculante e nastro raschiante lo dispone posteriormente.

Apparato di aerazione

La sezione sperimentale dell'impianto si avvale del sistema di ossigenazione dei cumuli per aerazione forzata; allo scopo è predisposta una piattaforma in cemento di m 50x20 percorsa da canalette parallele all'asse maggiore (interasse 150 cm) di dimensioni utili cm 23x23, coperte da griglie in ferro zincato aventi fessure trasversali di 0.7 cm e distanziate tra loro di 3 cm. Le canalette si innestano su una condotta principale (schema "a pettine"), ove è posto un tubo in PVC collegato ai ventilatori. Un sistema a valvole permette di asservire separatamente ciascuna delle 4 sezioni in cui è suddivisa la piazzola. Eventuali percolati affluiscono ad un pozzetto di raccolta; è previsto inoltre un sistema a filtro biologico per l'abbattimento degli odori contenuti nell'aria aspirata.

Controllo e automazione del processo microbiologico

Il sistema si compone di:

- 4 sonde per la misura della temperatura ed il prelievo di campioni di atmosfera per la determinazione della percentuale di ossigeno all'interno dei cumuli;
- 2 celle per la misura della percentuale di ossigeno nei condotti di ventilazione forzata;
- 1 centralina elettronica per la gestione delle misure, le automazioni e la memorizzazione degli eventi.

I singoli componenti del sistema risultano così costituiti:

Sonde: sono costruite in acciaio inossidabile con alcune parti in materia plastica per garantire robustezza meccanica e inattaccabilità agli agenti corrosivi. Nella parte immersa nel materiale, ciascuna sonda monta sul puntale un sensore di temperatura a termoresistenza (PE 100) ed una serie di fori che consentono l'aspirazione del campione di atmosfera. I fori sono protetti da un dispositivo che, chiuso durante l'introduzione nel cumulo, viene aperto a sonda introdotta impedendo l'intasamento. Nella parte superiore si trovano l'impugnatura e, protetti dagli agenti atmosferici, la connessione del sensore di temperatura ed un filtro con scarico di condensa e raccordo rapido di collegamento per il campionamento. Una serie di tacche di misura praticate lungo la sonda indica la profondità di introduzione.

Si utilizzano 4 sonde per il controllo del processo di più cumuli e per i rilievi a differenti profondità.

Celle nei condotti di ventilazione: durante la fase di aspirazione forzata (con ventilatore in funzione) vengono effettuate le misure della percentuale di ossigeno nei condotti. A tale scopo sono state previste due celle da introdurre nei condotti di aspirazione (ognuno relativo ad un cumulo), nella zona in prossimità dell'aspiratore. Le celle sono di tipo elettrochimico come quelle usate per la misura all'interno dei cumuli.

Centralina di controllo: La centralina di controllo a microprocessore è installata in prossimità della sezione di aerazione forzata, nel fabbricato che ospita il gruppo motore-ventilatori. È costituita da:

- filtro con scarico di condensa;
- pompa di campionamento a membrana;
- cella elettrochimica;
- scheda CPU dove risiedono il microprocessore e le memorie;
- scheda di interfaccia analogica verso i sensori;
- scheda scanner per le misure analogiche;
- scheda di scansione per il pilotaggio delle elettrovalvole e per la selezione della sonda su cui effettuare il campionamento;
- gruppo di elettrovalvole;
- uscita a relè per il comando dei ventilatori e per l'uscita di allarme.

Programma di funzionamento:

Tramite la tastiera posta sul frontale della centralina vengono digitati e memorizzati:

- il tempo di attesa tra i campionamenti di misura;
- il tempo di funzionamento dei ventilatori;
- le soglie di minima e di massima della misure di ossigeno e temperatura nei cumuli e di ossigeno nei condotti di aspirazione.

Al tempo prefissato viene attivato il ciclo di campionamento così costituito:

- abilitazione dell'elettrovalvola di taratura e campionamento di autocalibrazione in aria libera;
- abilitazione sequenziale delle elettrovalvole relative alle sonde con campionamento di misura, memorizzazione dei valori di ossigeno e temperatura di ciascuna sonda e media matematica dei valori delle misure relative a ciascun cumulo. I campionamenti vengono inibiti durante il funzionamento dei ventilatori.

Se i valori misurati interessano le soglie impostate si possono avere i seguenti interventi:

- attivazione del ventilatore del cumulo interessato (per il periodo di tempo impostato), per valori della percentuale di ossigeno inferiori alla soglia minima impostata;
- attivazione di un contatto di uscita per allarme o per intervento del sistema di raffreddamento qualora la temperatura superi il set di alta temperatura impostato;
- attivazione di un contatto di allarme per temperatura superiore alla soglia di massima.

Nel caso i valori misurati rimangano all'interno delle soglie impostate non vengono eseguiti interventi ed il sistema rimane in attesa, fino al ciclo di misure successivo. In qualsiasi momento è consentito l'intervento manuale per la modifica delle soglie o per l'attivazione di misure o automazioni.

Sulle misure della percentuale di ossigeno nei condotti di aspirazione sono previste soglie di minima e massima con contatto di uscita senza interventi di automazione.

Memorizzazione dei dati:

I valori di tutte le misure effettuate e di tutti gli eventi (intervento della ventilazione, allarmi etc.) vengono memorizzati insieme all'ora di rilevamento. La centralina dispone di una memoria tale da consentire l'accumulo dei dati per circa 7-10 gg. I dati vengono mantenuti anche in caso di mancanza della tensione di rete.

Vaglio di raffinamento del compost

VAGLIO ROTANTE

DITTA COSTRUTTRICE : MECOS

MODELLO : VR

DIMENSIONI E CARATTERISTICHE TECNICHE PRINCIPALI

PESO BASE : kg —

LARGHEZZA : mm 4200

LUNGHEZZA : mm 19900

ALTEZZA : mm 5500

MOTORI : Elettrici (7)

POTENZA INSTALLATA : kW 17

DIMENSIONI CILINDRO : $\varnothing$ mm=1600 l mm=5300

CAPACITÀ LAVORATIVA : m³/h 10-20

DESCRIZIONE : Vaglio rotante fisso con cilindro orizzontale a maglie intercambiabili, luci passanti 10-25 mm. Spazzolone in plastica per la pulizia dei fori. Alimentazione con tramoggia e scarico su nastro trasportatore brandeggiante.

Pesa

È prevista l'installazione di una pesa a stadera (m 14.7x3.70) per il controllo dei materiali in entrata ed uscita.

Bilancio di materia

I rendimenti di processo in relazione alle materie prime in ingresso sono dell'ordine di 60% per il compost grezzo e di 30% per quello raffinato a 10 mm (tab. 3).

Tab.3 :

PROSPETTO DEL BILANCIO DI MATERIA

		VOLUME mc/anno	QUANTITA' t/anno	UMIDITA' %	D.A. t/mc	S.S. t/anno
MATERIE PRIME	FANGHI	12.000	12.000	78	1	2.600
	RES. LIGN.	21.600	8.600	45	0.40	4.700
	MISCELA *	28.500	20.600	65	0.72	7.300
COMPOST GREZZO		18.400	12.300	60	0.67	4.900
COMPOST DISIDRATATO		18.400	8.900	45	0.48	4.900
COMPOST RAFFINATO 10mm		11.000	5.900	45	0.54	3.200
SOVVALLI		7.400	3.000	45	0.41	1.650

RENDIMENTI PRODUTTIVI:

Compost grezzo/materie prime = 60% in peso tal quale

Compost disidratato/materie prime = 44% in peso tal quale

Compost raffinato 10mm/materie prime = 29% in peso tal quale

Ricircolo residui lignocellulosici >10mm = 34% in volume

*Calo volumetrico conseguente alla miscelazione = 15 % circa

Caratteristiche qualitative del compost

In tab. 4 sono esposti, per i vari parametri presi in considerazione, i valori medi riscontrati nei campioni prelevati da numerose partite di compost, i limiti imposti dal DPR 915/82 e quelli previsti dalla bozza di legge del Ministero dell'Ambiente e dalla proposta di regolamento provinciale elaborata dall'Istituto Agrario di S. Michele; vengono inoltre riportate le caratteristiche qualitative di alcuni ammendanti organici comunemente utilizzati, quali letame e torba. Nella valutazione dei risultati si deve annotare che attualmente vengono trattati in impianto tutti i fanghi che precedentemente alla realizzazione della piattaforma di compostaggio venivano collocati nella discarica di Trento. Le caratteristiche analitiche del prodotto potranno elevarsi in alcuni parametri non appena ottimizzate le condizioni processistiche e gestionali dell'impianto e con l'attuazione dei criteri di accettabilità già esposti in precedenza (fanghi di depurazione). Dall'esame dei risultati analitici emergono per il compost indici qualitativi elevati, con la sola eccezione dell'umidità che ad ogni modo verrà sensibilmente ridotta non appena realizzate le coperture e la sezione di disidratazione, e del tasso di umificazione. A questo proposito va osservato che l'elevata percentuale di cortecce utilizzata nei piani di miscelazione porta ad innalzare la presenza nel prodotto finale di frazioni lignocellulosiche solo parzialmente decomposte, che peraltro non determinano alcuna implicazione negativa ai fini agronomici, trattandosi di materiale stabilizzato, ricco di sostanza organica che subirà dopo l'applicazione un graduale processo di umificazione. La stessa bozza di normativa, facendo proprio il criterio esposto, fissa valori limite per questo parametro meno restrittivi. In ogni caso, l'aumento della frazione umificata si può ottenere sostituendo parzialmente le cortecce con scarti vegetali a più elevato coefficiente di biodegradabilità (erba di sfalcio, grapi, rifiuto organico raccolto in maniera differenziata).

Le indagini svolte in ordine al potere contaminante del compost mettono in luce risultanze del tutto rassicuranti:

- costante assenza di microrganismi patogeni;
- assenza di inerti (vetro e plastica) e bassi tenori di elementi potenzialmente inquinanti (As, B e metalli pesanti);

Dal punto di vista agronomico vanno evidenziate alcune caratteristiche molto interessanti del compost:

- elevate proprietà fisiche (densità apparente, porosità totale e libera, grado di restringimento, capacità di ritenzione idrica) (tab. 5);
- piena stabilizzazione della frazione organica e assenza di fattori ad azione fitotossica (tab. 6);
- reazione prossima alla neutralità;
- bassi valori di salinità;
- buona dotazione di sostanza organica, azoto e fosforo.

Attività sperimentale di compostaggio

L'attività di sperimentazione ha interessato i fanghi reflui dalla depurazione delle acque urbane e l'organico dei RSU proveniente dalla raccolta differenziata attivata nel comune di Pergine. Di seguito vengono esposti i rapporti volumetrici delle 3 miscele di materie prime sottoposte a compostaggio:

Cumulo 1: fanghi 34% - cortecce di resinose 66%

Cumulo 2: organico RSU 66% - cortecce di pioppo 34%

Cumulo 3: organico RSU 33% - fanghi 33% - cortecce di pioppo 34%

Le rese produttive più elevate si sono conseguite con il cumulo 1 (40.6% e 32.8%, rispettivamente al vaglio di 25 e 10 mm), mentre i restanti cumuli hanno fatto registrare perdite di processo più consistenti per la presenza di frazioni organiche da RSU facilmente degradabili (25.8% e 16.7% per il n.2; 31.3% e 23.5% per il n.3). Dall'esame dei risultati analitici (tab. 7) si registra che il compost 1, analogamente ai prodotti ottenuti in scala reale, presenta elevate proprietà fisiche; tutti i prodotti sono risultati stabili ai saggi biologici e privi di fattori fitotossici. I parametri chimici mettono in evidenza che i prodotti saggiati sono ampiamente conformi alle disposizioni legislative vigenti, fatto salva l'umidità per il compost 1 e 3, l'umificazione ed il tenore di potassio per il n.1.

Per quanto riguarda il contenuto di elementi contaminanti va sottolineato che tutti i compost presentano valori nettamente inferiori ai limiti del DPR 915/82 e rientrano inoltre negli standards qualitativi del compost di elevata qualità previsti dalla bozza di legge, ad eccezione del prodotto n.3 ottenuto da cortecce, fanghi e organico che eccede per i tenori di Zn e As.

Va anche rimarcata la presenza irrilevante di materiali inerti (vetro o plastica) nei compost ottenuti da rifiuti organici preselezionati (n. 2 e 3).

Ponendo a confronto le risultanze analitiche ottenute con quelle dei compost da RSU e di alcuni ammendanti organici tradizionali (tab. 8), emergono i seguenti aspetti:

- la qualità dei 3 prodotti risulta nettamente più elevata rispetto a quella dei compost da RSU;
- il letame presenta, rispetto ai 3 compost, valori più elevati di umidità, reazione, conducibilità, sostanza organica e azoto; il tenore di elementi contaminanti è più basso di quello dei compost 1 e 3 e sostanzialmente analogo o addirittura per B, Mn, Cd e Hg superiore a quello del compost 2;
- le polline hanno valori più elevati di pH, conducibilità, sostanza organica, azoto e altri macroelementi, B, Mn, Zn e Cu;
- le torbe, in particolare quelle bionde, oltre che per una salinità molto bassa e un elevato tenore di sostanza organica, si caratterizzano per contenuti modesti di P, K e di tutti gli elementi contaminanti, ad eccezione di Ni e Cr che sono risultati presenti in quantità superiori a quelle riscontrate nei compost.

Costi di gestione

La stima dei costi annui di gestione tiene conto degli interventi di adeguamento e razionalizzazione programmati per l'impianto di Ischia Podetti e poggia sulle seguenti ipotesi:

- volume di fango trattato = 12.000 mc/anno
- rapporto di miscelazione fanghi/residui lignocellulosici 1:1.8 v/v
- costo residui lignocellulosici L. 8500/mc
- fabbisogno di scarti legnosi coperto interamente da materiali acquistati; sono esclusi gli scarti di potatura, i graspi, il cotone etc... disponibili sul territorio
- alimentazione elettrica per mezzo di gruppi elettrogeni
- personale impegnato: 2 operai specializzati
- costo di analisi prodotti intermedi e compost finali: 24 milioni
- compost prodotto, raffinato a 10 mm: mc 11.000 pari a 5900 t
- sono esclusi dal bilancio i costi di acquisizione del terreno, di ammortamento delle strutture, delle macchine e attrezzature; in relazione a queste ultime viene esposta anche una seconda stima di costi che tiene conto degli impegni economici assunti.

Costi fissi

1. Manutenzione ordinaria e straordinaria opere civili (2.208.000 x 2%)	L. 44.160.000
2. Manutenzione macchine ed attrezzature	
n. 2 rivoltatrici	720.000.000
n. 1 vaglio fissi	150.000.000
n. 1 vaglio carrellato	150.000.000
n. 1 trituratore	145.000.000
n. 1 pala gommata	190.000.000
n. 1 autocarro	150.000.000
Totale	1.505.000.000 x 10%
3. Personale	L. 150.500.000
2 operai specializzati	L. 120.000.000
4. Analisi chimiche	L. 24.000.000
Totale costi fissi	L. 338.660.000

Costi variabili

1. Acquisto residui lignocellulosici (21.600mc-6.480mc sovrappio=15.120mc x L.8500/mc)	L. 128.520.000
2. Carburanti	L. 80.000.000
3. Canoni telefonici	L. 1.000.000
4. Autospurgo	L. 15.000.000
5. Attrezzature varie	L. 2.000.000
Totale costi variabili	L. 226.520.000

Totale costi di gestione	L. 565.180.000
Costo smaltimento fanghi/mc	L. 47.100
Costo produzione compost/mc	L. 51.380
Costo produzione compost/t	L. 95.150

Computando in bilancio anche il costo di ammortamento di macchine ed attrezzature, il quadro economico si modifica come segue:

Costo di ammortamento macchine (tasso inflazione 6%; durata tecnica 10 anni L. 1.505.000.000 x 0.1359)	L. 211.324.000
Totale costi di gestione	L. 776.504.000
Costo smaltimento fanghi/mc	L. 64.700
Costo produzione compost/mc	L. 70.590
Costo produzione compost/t	L. 131.600

Tab.4 : CARATTERISTICHE ANALITICHE DEL COMPOST DI TRENTO E DI AMMENDANTI ORGANICI DEL COMMERCIO - PARAMETRI CHIMICO-FISICI E CHIMICI

PARAMETRI	MEDIA COMPOST	DPR 915	BOZZA B A	REGOLAM. B A	MEDIA LETAME	MEDIA TORBA
Umidita' %	60.8	< 45	< 45	< 45	72.3	61.7
pH	7.41	6-8.5	5.5-8	5.5-8	8.38	6.40
CES (25'C) us/cm	730	-	-	-	2424	691
Ceneri %	38.92	-	< 60	< 60	63.18	64.92
Sost. organica "	57.68	> 40	-	-	28.2	27.6
Tasso umificaz. "	14.18	> 20	> 10	-	21.26	18.72
C/N	20.95	< 30	< 20	< 20	18.76	37.42
N %	1.70	> 1	>1.7	> 1	1.93	1.13
P come P2O5 "	2.32	> 0.5	> 1	> 0.5	1.73	0.22
K come K2O "	0.63	> 0.4	> 0.4	> 0.3	1.78	0.15
Ca come CaO "	7.07	-	-	-	7.87	2.99
Mg come MgO "	2.27	-	-	-	0.93	0.48
B mg/kg	27	-	60 40	80 40	31	9
Zn "	619	2500	1500 400	1200 500	245	78
Cu "	231	600	500 200	500 200	54	27
Ni "	17	200	200 50	200 50	10	37
Pb "	99	500	600 200	500 150	32	15
Cr "	46	510	500 150	400 150	30	89
Cd "	< 5	10	5 3	5 3	< 5	< 5
As "	4.2	10	10 5	5 3	-	-
Hg "	3.1	10	5 2	5 3	-	-

I valori sono espressi sulla sostanza secca ad eccezione di umidita', pH e CES (conducibilita' elettrica specifica).

MEDIA COMPOST = valori medi relativi a 14 campioni di compost

DPR 915 = valori limite indicati per i compost dal DPR 915/82

BOZZA B = valori limite indicati per i compost di qualita' standard dalla bozza di legge C.T.S.R./90/10

BOZZA A = valori limite indicati per i compost di qualita' elevata dalla bozza di legge C.T.S.R./90/10

REGOLAM. B = valori limite indicati per i compost di qualita' standard dalla proposta di Regolamento Provinciale

REGOLAM. A = valori limite indicati per i compost di qualita' elevata dalla proposta di Regolamento Provinciale

MEDIA LETAME = valori medi relativi a 7 campioni di letame

MEDIA TORBA = valori medi relativi a 5 campioni di torba

Tab.5 : CARATTERISTICHE ANALITICHE DEL COMPOST DI TRENTO E DI AMMENDANTI ORGANICI DEL COMMERCIO - PARAMETRI FISICI

Parametri fisici	MATERIALI	MEDIA COMPOST	TORBA BIONDA	TORBA BRUNA	TERRICCI AZIENDALI	VALORI OTTIMALI
Numero campioni		20	6	11	14	
Densita' apparente g/l		280	107	152	213	200-400
Grado di restringimento % V		14.7	11.6	27.0	16.3	< 20
Porosita' totale % V		86.0	93.6	91.3	89.4	> 85
Porosita' libera % V		22.6	32.1	16.7	25.0	> 20
Capacita' ritenzione idr.% V		63.4	61.5	74.6	64.4	> 55

Tab.6 : CARATTERISTICHE ANALITICHE DEL COMPOST DI TRENTO
- INDICI BIOLOGICI

INDICI BIOLOGICI	MEDIA COMPOST	VALORI OTTIMALI
Numero campioni	3	
Indice di germinazione %	70.8	> 70
Indice di accrescimento %	166.0	> 100
Indice di respirazione mgO ₂ /h/kg VS	59.7	< 130

Tutti i valori sono riferiti alla sostanza secca

Tab.7 : CARATTERISTICHE ANALITICHE DEI PRODOTTI FINITI .

	UMIDITA'	pH	CES	CENERI	S.O.	N	C/N	P2O5	K2O	HR	HA/FA
	%		uS/cm	%	%	%		%	%	%	
CUMULO 1	63.64	7.44	483	36.31	59.75	1.61	21.53	1.40	0.27	9.55	2.04
CUMULO 2	32.88	8.24	1120	57.26	41.38	1.47	16.33	0.80	0.57	19.92	2.10
CUMULO 3	49.76	7.58	1058	59.22	38.03	1.58	13.96	2.50	0.40	25.97	1.72
DPR 915/82	< 45	6:8.5	-	-	> 40	> 1	< 30	>0.5	>0.4	> 20	-
BOZZA A-B	< 45	5.5:8	-	< 60	-	> 1	< 20	>0.5	>0.3	> 15	-

Tutti i valori sono riferiti alla sostanza secca ad eccezione di umidità', pH e CES
CES=conducibilità elettr. specifica; S.O.=sost. organica; HR=tasso di umificazione

	B	As	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd	Cr	Hg
CUMULO 1	21.0	1.9	5540	403	395	129	16.8	84	> 5	36	1.22
CUMULO 2	20.7	4.7	9662	251	198	65	20.7	58	1.2	77	0.41
CUMULO 3	27.4	9.8	8905	210	491	153	22.2	178	1.6	71	2.40
DPR 915/82	-	10	-	-	2500	600	200	500	10	510	10
BOZZA A	40	5	-	-	400	200	50	200	3	150	3
BOZZA B	60	10	-	-	1500	600	200	500	5	500	10

Tutti i valori sono espressi in mg/kg s.s.

Tab.8 : CARATTERISTICHE ANALITICHE MEDIE DI VARIE TIPOLOGIE DI COMPOST E AMMENDANTI TRADIZIONALI, CONFRONTO CON I PRODOTTI OTTENUTI NELLE PROVE DI COMPOSTAGGIO

AMMENDANTE	UMIDITA'	pH	CES	CENERI	S.O.	C/N	N	P2O5	K2O	HR	HA/FA
	%		us/cm	%	%		%	%	%	%	
CUMULO 1	63.6	7.44	483	36.3	59.8	21.5	1.61	1.40	0.27	9.6	2.0
CUMULO 2	32.9	8.24	1120	57.3	41.4	16.3	1.47	0.80	0.57	19.9	2.1
CUMULO 3	49.8	7.58	1058	59.2	38.0	14.0	1.58	2.50	0.40	26.0	1.7
COMPOST RSU	29.7	8.09	4026	52.6	39.8	16.6	1.42	0.76	0.73	20.9	1.2
LETAME	72.3	8.38	2424	28.2	63.2	18.8	1.93	1.73	1.78	21.3	1.5
POLLINA	42.3	8.47	6851	34.4	56.8	11.9	3.13	4.53	3.11	19.5	0.6
TORBA	61.7	6.40	691	27.6	64.9	37.4	1.13	0.22	0.15	18.7	2.2

CES=conducibilità elettr. specifica; S.O.=sost. organica; HR=tasso di umificazione
I valori sono riferiti alla sostanza secca ad eccezione di umidità', pH e CES

AMMENDANTE	B	As	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Cd	Cr	Hg
CUMULO 1	21.0	1.9	5540	403	395	129	17	84	< 5	36	1.2
CUMULO 2	20.7	4.7	9662	251	198	65	21	58	1.2	77	0.4
CUMULO 3	27.4	9.8	8905	210	491	153	22	178	1.6	71	2.4
COMPOST RSU	52.0	--	149	364	853	401	85	753	< 5	228	-
LETAME	30.6	1.3	37	292	245	54	10	32	4	30	-
POLLINA	31.0	-	16	796	550	280	9	23	< 5	16	-
TORBA	9.0	-	46	79	78	27	37	15	4	89	-

I dati sono espressi in mg/kg di sostanza secca

ESPERIENZE DI IMPIEGO DEL COMPOST IN ALCUNI COMPARTI AGRICOLI E NEL SETTORE AMBIENTALE

Negli anni 1986-91 l'Istituto Agrario di S.Michele all'Adige ha impostato ed allestito numerose esperienze di impiego del compost nei comparti agricoli della provincia di Trento e di altre realtà del territorio nazionale. Le finalità della ricerca erano strettamente legate all'ambito di utilizzo di questo prodotto e sono di seguito riassunte.

1. Studiare le possibilità di applicazione del compost in frutti-viticultura in sostituzione dei più tradizionali ammendanti organici (letame, pollina, torba). Allo scopo sono state allestite 22 prove agronomiche (14 in viticultura e 8 in frutticoltura) nelle quali il compost è stato saggiato in buca di piantagione, nella concimazione organica di preimpianto e di mantenimento, in pacciamatura. Sono state inoltre effettuate 2 esperienze di concimazione organica in orticoltura protetta nelle quali il compost è stato posto a confronto con il letame.
2. Verificare le possibilità di impiego del compost nella preparazione di substrati colturali per il vivaismo floricolo, orticolo e forestale, in alternativa ai terricciati comunemente impiegati a base di torba. Complessivamente in questo comparto il compost è stato applicato su 33 specie (11 orticole, 12 floricole e 10 forestali)
3. Valutare l'utilizzo del compost come substrato di crescita per specie erbacee, arboree ed arbustive negli interventi di ripristino di coperture vegetali in aree degradate. Più specificamente sono state attivate esperienze di recupero a verde di superfici destinate a piste da sci e di strade di servizio provvisorio. Verificare inoltre gli impieghi del compost negli interventi di costituzione e di mantenimento di aree a verde pubblico urbane ed extraurbane, in particolare nella realizzazione di un campo sportivo e di due parchi pubblici.
4. Promuovere un'azione di conoscenza, dimostrazione e sensibilizzazione nei confronti degli operatori del settore.

Mentre la sperimentazione nel settore ambientale è stata condotta utilizzando solo compost da cortecce e fanghi, nei comparti agricoli sono stati applicati anche compost da RSU e da miscele di scarti agricoli, rifiuti alimentari e fanghi urbani.

Le caratteristiche analitiche dei prodotti impiegati nella fase di attuazione del programma di ricerca sono esposte in tab.9.

Di seguito vengono presentate le modalità di impiego del compost e le risultanze agronomiche ottenute nei differenti settori di utilizzo.

FRUTTICOLTURA E VITICOLTURA

I compost impiegati erano stati ottenuti da processi bioossidativi controllati a carico di fanghi e residui lignocellulosici miscelati in rapporto volumetrico di 1:2 (C 1) e di frazioni organiche dei RSU selezionate in impianto (C 5 e C 6).

Concimazione di pieno campo

Per questo tipo di applicazione, che prevede l'interramento dell'ammendante organico, è possibile impiegare prodotti anche grossolani e con contenuti relativamente più

elevati di inerti, purchè ben dotati di sostanza organica umificata e con discrete proprietà nutritive (pari a quelle del letame). Circa le modalità di distribuzione del prodotto, ci si avvale in genere delle attrezzature impiegate per lo spandimento del letame.

Nelle esperienze di concimazione di preimpianto e di mantenimento condotte in fruttivicoltura, entrambe le tipologie di compost impiegate (da RSU e da CF) hanno influenzato positivamente le caratteristiche fisiche (porosità, sofficità, capacità di ritenzione idrica) e chimiche (disponibilità di elementi nutritivi) del terreno. Questi effetti si sono tradotti in un miglioramento generale dello stato nutrizionale delle piante (fig.1) con attenuazione o scomparsa di fisiopatie e di alternanze di produzioni. Nelle condizioni pedoclimatiche più favorevoli alla comparsa della clorosi ferrica (pluviometria elevata, suoli calcarei, compatti, poco permeabili) il compost ha inoltre limitato l'intensità e la diffusione del fenomeno carenziale. L'azione positiva esercitata dal compost si sviluppa nel tempo e va oltre la stagione di interrimento del materiale organico; il bilancio complessivo documenta una più sostenuta e persistente azione fertilizzante del compost rispetto al letame conseguente ad un ritmo di mineralizzazione più lento, il che lascia supporre un elevato effetto umogenetico. Da un compost di qualità distribuito alla dose di 300 q/ha è da attendersi un risultato produttivo o un contributo alla fertilità pari a quello assicurato da 450-500 q/ha di letame.

Concimazione in buca di piantagione

Questa pratica agronomica, eseguita nella fase di messa a dimora delle barbatelle e degli astoni allo scopo di creare le condizioni migliori per l'attecchimento e la ripresa delle giovani piante, viene effettuata in genere con torba e più di rado con vermicompost. In questo caso, poichè si realizza un intimo contatto tra ammendante organico e apparato radicale, il compost deve risultare pienamente stabilizzato, di bassa salinità, esente da fattori fitotossici e dotato di elevate proprietà fisiche.

Nella sperimentazione svolta il compost impiegato all'atto della realizzazione di nuovi impianti frutticoli e viticoli ha favorito la crescita degli astoni (fig.2) e delle barbatelle messe a dimora nella stessa misura della torba e del vermicompost. In questo ambito è risultato particolarmente idoneo il compost da cortecce e fanghi e in misura inferiore quello da RSU. Le dosi di impiego ottimali sono state di 1-2 l/pianta e 3-5 l/pianta rispettivamente per vite e melo.

Pacciamatura

Per questa applicazione, che consiste nella distribuzione localizzata del compost lungo il filare per una larghezza di 40-60 cm ed uno spessore di 4-6 cm, finalizzata principalmente ad una limitazione dei fenomeni erosivi, al miglioramento del bilancio idrico del terreno e al controllo delle erbe infestanti, è possibile l'impiego anche di materiali con grado minimo di maturazione (comunque sufficientemente stabilizzati), a granulometria grossolana, ma con presenza ridotta di elementi indesiderati. La distribuzione del materiale pacciamante può essere effettuata a mezzo di apposita macchina spandicompost munita di nastro raschiante sul fondo del cassone e di rotori a palette posti nella parte anteriore (capacità cassone 5 mc, potenza assorbita KW 15, spessore della striscia pacciamata variabile con la velocità di avanzamento).

Il programma sperimentale ha interessato 6 rinnovi viticoli e 3 frutticoli, in cui le tesi a confronto erano rappresentate dai differenti trattamenti del sottofila e precisamente:

- pacciamatura con compost RSU (C5) su Merlot, Schiava, Meunier, Pinot grigio, Mondial gala, Jonagold, Hi Early;
- pacciamatura con compost CF (C 1) su Marzemino, Merlot, Sauvignon, Meunier,

- Chardonnay, Pinot nero;
pacciamatura con film plastico di polietilene nero di spessore pari a 0.2 mm su Merlot e Chardonnay.

In tutti gli appezzamenti è stata inclusa la tesi "testimone", gestita mediante lavorazioni superficiali nel corso del primo anno e con diserbo chimico in quelli successivi.

Risultati

L'insieme delle esperienze allestite utilizzando compost da RSU e da CF mette in evidenza un miglioramento generale dello sviluppo delle giovani piante in fase di allevamento (fig.3) e un'influenza positiva sulla precocità di produzione.

La pacciamatura con compost è risultata particolarmente vantaggiosa nelle due stagioni vegetative successive all'applicazione e, soprattutto, nei terreni poco dotati di sostanza organica e non irrigui; in questo caso l'effetto positivo del compost è da attribuire sia al miglioramento del bilancio idrico che delle condizioni di fertilità del terreno. Infatti, in base ai controlli effettuati lungo il profilo del terreno sottostante le strisce pacciamate, si possono fare le seguenti considerazioni:

- dal punto di vista chimico la pacciamatura con compost ha indotto leggeri incrementi di sostanza organica e di azoto totale, mentre ha determinato aumenti significativi sia di fosforo assimilabile che di potassio scambiabile;
- il tenore idrico del terreno pacciamato con compost è risultato costantemente superiore e meno soggetto ad escursioni giornaliere e stagionali sia nei confronti del testimone lavorato che della pacciamatura con film plastico (fig.4);
- la pacciamatura con compost inoltre ha evitato, a differenza del polietilene nero, eccessivi innalzamenti della temperatura del terreno.

In relazione alle possibilità di controllo delle malerbe si è osservato che la pacciamatura con compost contiene lo sviluppo delle infestanti nella stessa maniera delle lavorazioni superficiali e del diserbo chimico. Questo effetto, più marcato in presenza di compost da RSU che non da CF, si esaurisce però nel corso della prima o, talvolta, della seconda stagione vegetativa, mentre l'azione rinettante del film plastico si è protratta fino al quarto anno. A seguito di queste osservazioni si è avvertita la necessità di individuare nuove soluzioni che, combinate con la pacciamatura, permettano un più efficace controllo delle malerbe nel tempo. In tal senso è stata sperimentata una tecnica, da realizzare successivamente all'applicazione del compost in pacciamatura, che prevede l'inerbimento controllato del sottofila con specie selezionate di taglia ridotta che, possibilmente, non richiedano alcun intervento di sfalcio e che non determinino importanti competizioni idrico-nutrizionali nei confronti delle piante. *Poa pratensis*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* e, dalle ultime osservazioni, anche *Brassica rapa*, *Medicago lupulina* e *Phacelia tanacetifolia* sembrano fornire buoni risultati, insediandosi rapidamente ed evitando nel sottofila l'infestazione delle malerbe nella stessa misura del diserbo chimico.

Parallelamente al positivo effetto di contenimento delle erbe infestanti va d'altra parte registrata la notevole resistenza allo sfalcio delle graminacee e la necessità di provvedere alla risemina annuale per *Phacelia* e *Brassica*, e ogni tre anni per le Leguminose.

È da considerare che il materiale pacciamante si esaurisce dopo 2-3 anni dall'applicazione e pertanto, al termine di questo periodo, è da prevedere la redistribuzione del compost.

Tab. 9 : CARATTERISTICHE ANALITICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI - PARAMETRI CHIMICO-FISICI E CHIMICI

Parametri	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	Torba	Letame	Pollina	Vermicompost
Umidita' %	60.8	55.8	40.4	48.0	22.8	-	61.7	72.3	42.3	-
pH	7.41	7.25	7.26	8.51	7.72	7.30	6.40	8.38	8.47	7.21
CES (25 C) us/cm	730	2240	3750	4070	4930	1500	691	2424	6851	2485
Ceneri %	38.9	48.3	44.2	39.4	30.8	75.4	64.9	63.2	34.4	57.0
Sost. org. %	57.7	42.4	42.0	44.1	69.2	22.6	27.6	28.2	56.8	34.6
Tasso umif. %	14.2	21.7	25.0	24.7	20.1	22.0	18.7	21.3	19.5	-
C/N	20.9	13.2	10.3	11.3	22.2	20.0	37.4	18.7	11.9	11.9
N %	1.65	1.87	2.36	2.28	1.66	0.65	1.13	1.93	3.13	1.68
P come P2O5 %	2.17	1.00	2.31	1.56	0.66	0.69	0.22	1.73	4.53	1.76
K come K2O %	0.40	0.23	1.20	1.08	0.70	0.34	0.15	1.78	3.11	0.68
B mg/Kg	26.7	19.7	23.1	24.1	70.0	61.0	9.0	31.0	31.0	34.0
Zn "	497	704	1123	439	515	613	78	245	550	306
Cu "	186	103	167	73	411	382	27	54	280	103
Ni "	18.6	31.1	66.0	23.5	166	71.0	37	10	9.0	31
Pb "	82	94	119	123	698	1026	15	32	23	17
Cr "	49.5	35.3	51.0	21.4	328	189	89	30	16	61.5
Cd "	< 5	1.95	< 5	< 5	< 5	< 7	< 5	< 5	< 5	< 5
As "	2.3	0.31	2.83	3.03	-	-	-	-	-	-
Hg "	1.5	0.48	0.57	0.21	-	-	-	-	-	-

I valori sono espressi sulla sostanza secca ad eccezione di umidita', pH e CES (conducibilita' elettrica specifica)

C 1 = compost da cortecce + fanghi

C 2 = compost da cortecce + scarti floricoli + fanghi

C 3 = compost da sarmenti + residui colture orticole + fanghi

C 4 = compost da cortecce + sarmenti + residui colture orticole + fanghi + organico RSU

C 5 = compost da frazioni organiche RSU

C 6 = compost da frazioni organiche RSU

Problematica dei metalli pesanti

In ordine agli aspetti più strettamente connessi alla tutela ambientale ed alla salubrità delle produzioni agrarie, l'analisi complessiva dei risultati ottenuti su melo e vite mette in evidenza per il compost da RSU possibili accumuli di metalli pesanti nel terreno (soprattutto di nichel, rame e zinco) nella vegetazione e nei prodotti (in particolare di nichel, piombo, cromo e cadmio, nonché di zinco per le sole mele). Per contro è stata riscontrata una diminuzione significativa delle forme assimilabili di metalli pesanti nei terreni che presentavano concentrazioni già elevate di questi microelementi (piombo e rame rispettivamente per le prove su Meunier e su Schiava); in questo caso si ritiene che la sostanza organica apportata con il compost abbia fissato o chelato parte di questi microelementi, rendendoli meno disponibili per le colture. Va peraltro osservato che le concentrazioni rilevate conseguono ad interventi con compost in quantità superiori, talvolta anche di molto, a quelle fissate dal DPR 915/82 (dosi variabili da 300 a 900 q/ha triennio).

Il compost da fanghi e residui lignocellulosici, per la presenza più limitata nel prodotto di elementi potenzialmente inquinanti, sembra influenzare assai meno la concentrazione di metalli pesanti del terreno, degli organi vegetativi e delle produzioni (analisi in corso).

ORTICOLTURA PROTETTA

Sono state effettuate esperienze di concimazione organica con compost su peperone e pomodoro in coltura protetta, mettendo a confronto il letame tradizionale con i prodotti ottenuti dalla trasformazione controllata delle seguenti miscele di materie prime:

C 3	sarmenti vite	25% v/v
	residui colture orticole	25% "
	fanghi urbani	50% "
C 4	cortecce pioppo	18.5% v/v
	sarmenti vite	18.5% "
	residui colture orticole	7.5% "
	fanghi urbani	18.5% "
	organico RSU	37% "

Le dosi di impiego per entrambe le tipologie di ammendanti organici (500 q/ha di letame e 270 q/ha di compost per il pomodoro; 600 q/ha di letame e 320 q/ha di compost per il peperone) prevedevano uno stesso apporto di sostanza organica per unità di superficie (80 q/ha per pomodoro e 100 q/ha per peperone).

L'insieme dei valori relativi ai parametri vegeto-produttivi osservati (diametro al colletto, altezza piante, n. frutti/pianta, produzione/pianta, peso medio frutti) mette in evidenza una equivalenza di effetti indotti da compost e letame su pomodoro (fig.5), e una crescita superiore delle piante concimate con compost nel caso del peperone (fig.5), nonostante l'elevata salinità dei prodotti ($CES > 3700 \text{ uS/cm}$). I contenuti di elementi nutritivi e di metalli pesanti delle foglie e dei frutti non sono risultati significativamente diversi nei differenti trattamenti allo studio; la presenza nelle miscele di partenza compostate di fanghi urbani o di scarti colturali potenzialmente contaminati dai numerosi prodotti fitoiatrici impiegati ripetutamente sulle colture, non ha pertanto influenzato in alcun modo la salubrità delle produzioni.

VIVAISMO ORTICOLO, FLORICOLO E FORESTALE

L'attività di ricerca era incentrata sia sulla messa a punto di idonei substrati di crescita provenienti dal trattamento di numerosi rifiuti e scarti colturali, sia sulla applicazione dei prodotti ottenuti nei comparti orticolo, floricolo e forestale per verificarne le condizioni di impiego più vantaggiose.

I compost saggiati, le cui principali caratteristiche fisiche e biologiche sono riportate nelle tabelle 10 e 11, avevano le seguenti composizioni di base:

C 1	fanghi urbani cortecce	35% v/v 65% "
C 2	cortecce pioppo residui colture floricole scarti mercati floricoli fanghi urbani	50% v/v 15% " 10% " 25% "
C 5	frazione organica RSU	100% v/v

TAB.10: CARATTERISTICHE ANALITICHE DEI PRODOTTI IMPIEGATI
- PARAMETRI FISICI

Parametri	C 1	C 2	C 5	Torba	Valori ottimali
Densita' apparente g/l s.s	280	252	252	130	200 - 400
Grado di restringimento % V	14.7	11.1	-	19.3	< 20
Porosita' totale % V	86.0	87.7	86.8	92.4	> 85
Porosita' libera % V	22.6	23.4	41.7	24.4	> 20
Capacita' rit. idrica % V	63.4	64.3	45.1	68.0	> 55

TAB.11: CARATTERISTICHE ANALITICHE DEI PRODOTTI IMPIEGATI
- INDICI BIOLOGICI

Indici	C 1	C 2	C 5	Torba	Valori ottimali
Indice di germinazione %	70.8	86.5	31.2	87.3	> 70
Indice di accrescimento %	166	-	81.0	92.0	> 100
Indice di resp. mg O ₂ /h/Kg VS	59.7	135.4	175.7	-	< 130

VS = sostanze volatili

Tutti i valori sono riferiti alla sostanza secca

Nel quadro seguente vengono espone le esperienze colturali allestite con le tre tipologie di compost.

SAGGI COLTURALI CON COMPOST N.1

COMPARTO	SPECIE E VARIETÀ	MODALITÀ DI COLTIVAZIONE
Orticolo	Pomodoro cv Arlette	ripicchettamento
	" cv Robin	"
	" cv Rio Fuego	semina diretta
	Cavolo cappuccio cv Metis	" "
	Lattuga brasiliana	" "
Floricolo	Geranio	talea in vaso
	Fucsia	" "
	Impatiens	" "
	Verbena	" "
	Poinsettia	" "
	Cineraria	" "
	Begonia	" "
	Petunia	" "
	Tagete	" "
	Salvia	" "
Forestale	Frangola	pot-tray
	Corniolo	"
	Orniello	"
	Acero di monte	semenzale in vaso
	Quercia	" "
	Carpino bianco	" "

SAGGI COLTURALI CON COMPOST N.2

COMPARTO	SPECIE E VARIETÀ	MODALITÀ DI COLTIVAZIONE
Orticolo	Pomodoro cv Arlette	semina diretta
	Melone cv Euromarket	" "
	Anguria cv Rojal Flesh	" "
	Peperone cv Lipari	ripicchettamento
	Melanzana cv Mission Bell	"
Floricolo	Petunia	in vaso
	Lilium	su bancale

SAGGI COLTURALI CON I COMPOST N.5 E N.1

COMPARTO	SPECIE E VARIETÀ	MODALITÀ DI COLTIVAZIONE
Orticolo	Pomodoro cv Montecarlo	semina diretta
Forestale	Melo selvatico	in fitocelle
	Maggiociondolo	"
	Olivello spinoso	"
	Acero di monte	"

Risultati

Compost n.1

Nel caso delle specie orticole saggiate (pomodoro, cavolo e lattuga) il compost da cortecce e fanghi applicato alle dosi di 25 e 50% v/v ha influenzato la crescita del materiale vivaistico allo stesso modo del terriccio testimone (fig.6).

Sulle colture floricole e forestali (figure 7 e 8) la sostituzione dell'ammendante torboso con il compost ha indotto significativi miglioramenti degli indici osservati fino alla dose di 50%; peraltro in alcune specie (fucsia, verberna, impatiens, cineraria, begonia, frangola, orniello, quercia, carpino) si sono conseguiti risultati quanto meno equivalenti a quelli del substrato testimone anche con quantità percentuali superiori (75% v/v).

In tutte le esperienze effettuate gli effetti più vantaggiosi si sono riscontrati nelle tesi in cui il compost è stato integrato con materiali ad elevata capacità per l'aria (pomice, perlite, argilla espansa); questa operazione si rende assolutamente necessaria qualora il prodotto venga utilizzato in purezza.

Compost n.2

Le specie orticole saggiate, superata la fase più delicata della germinazione hanno risposto positivamente alla presenza del compost per effetto del suo potere fitonutritivo e delle migliorate condizioni del mezzo colturale relativamente ad alcuni parametri fisici. Più specificamente, su pomodoro ed anguria l'integrazione di compost al substrato di semina nella dose di 25% v/v ha determinato esiti di germinazione equivalenti a quelli del testimone. Nelle fasi successive e fino a piantina finita, la dose indicata ha stimolato la crescita dei semenzali e delle piante di peperone e melanzana ripicchettate, in misura superiore ai controlli (test) utilizzati nelle diverse esperienze. Su pomodoro ed anguria sono stati registrati effetti sullo sviluppo di significativo interesse anche alle dosi di 50 e 75% v/v, mentre su peperone e melanzana si è osservato un leggero calo dei valori di tutti i parametri biometrici per quantità superiori a 25%, imputabile ad un incremento eccessivo della salinità ($CES > 2000 \text{ uS/cm}$ nelle tesi con più di 50% di compost).

Per quanto attiene alle specie floricole, la sostituzione con compost della torba bionda impiegata come componente organica del substrato di crescita di *Lilium*, è risultata vantaggiosa fino al 50% v/v, mentre su *Petunia* la dose di 25% ha migliorato significativamente il numero di scapi fiorali e il volume degli apparati vegetativi e radicali delle piante trattate con compost. Anche le dosi di 75 e 50% hanno d'altro canto indotto effetti positivi, in particolare la prima sulla superficie fogliare, la seconda sullo sviluppo radicale.

Compost n.5 e n.1

Il compost ottenuto da frazioni organiche dei RSU, selezionate o meno a monte dell'impianto di compostaggio, hanno evidenziato chiari limiti di impiego nei settori ove si realizza un contatto diretto con gli apparati radicali, soprattutto a causa della elevata salinità. Così su alcune specie forestali quali melo selvatico, maggiociondolo, olivello spinoso e acero di monte, questa tipologia di compost ha determinato accrescimenti aerei e radicali inferiori alla torba e al compost da cortecce e fanghi, anche a basse dosi di impiego (12.5 e 25% v/v).

ESPERIENZE DI IMPIEGO DEL COMPOST NEL SETTORE AMBIENTALE

Si stima che le potenzialità di assorbimento del compost da parte di questo settore siano molto elevate, data la presenza di numerose realtà territoriali che hanno subito azioni di degrado ambientale determinate sia da fenomeni naturali (smottamenti, frane, etc...), che da attività antropiche (cave dismesse e discariche esaurite, scarpate stradali, piste da sci, etc...). Il compost può essere un materiale idoneo per il ripristino a verde di queste aree se utilizzato come substrato di crescita di specie erbacee, arbustive ed arboree. Il consolidamento del terreno che si consegue, permette di limitare il dissesto ambientale di dette aree, oltre che ottenere il ripristino degli equilibri ecologici e paesaggistici preesistenti.

Nelle esperienze attivate gli inerbimenti sono stati effettuati sia con specie in purezza, sia con miscugli specificamente predisposti per il rinverdimento di piste da sci e di scarpate.

Risultati

Nelle aree di intervento in cui si è applicato il compost, si sono avute una pronta emergenza e uno sviluppo regolare delle specie erbacee seminate, garantendo una soddisfacente copertura delle superfici degradate.

Gli indici relativi all'altezza del cotico erboso, al grado di copertura (% terreno inerbito, anche da specie non seminate rispetto alla superficie totale del terreno) e al grado di ricoprimento (% terreno coperto dalle specie seminate rispetto al terreno inerbito), aumentano di valore, peraltro in maniera non significativa, con l'aumentare della dose di compost impiegata (5 - 10 - 15 cm di spessore).

L'insediamento del cotico erboso ha consentito il consolidamento del terreno, riducendo lo scorrimento superficiale delle acque meteoriche con effetti positivi sul controllo dell'erosione dei suoli. Non si sono infatti osservati particolari riporti a valle di compost nonostante le intense precipitazioni registrate.

Le indagini volte all'accertamento degli eventuali rischi di contaminazione ambientale hanno escluso pericoli di cessione di elementi potenzialmente inquinanti da parte del compost. I risultati delle analisi effettuate sulle acque di percolazione documentano infatti come tutti i parametri controllati rientrino ampiamente nei limiti di accettabilità fissati nelle tabelle D,

E e F del Testo Unico delle Leggi Provinciali in materia di tutela dell'ambiente dagli inquinamenti.

CONCLUSIONI

Dalle esperienze di impiego del compost effettuate nei settori agricolo ed ambientale emergono alcuni aspetti di tutto rilievo che vengono di seguito esposti.

- Il compost utilizzato nelle concimazioni di pieno campo dei rinnovi frutticoli e viticoli ha migliorato l'attecchimento e la crescita delle piante messe a dimora; sulle piante adulte ha favorito un assetto vegeto-produttivo più equilibrato con attenuazione di fenomeni carenziali o di squilibri di natura fisiologica, proponendosi così come valida alternativa al letame.
- Applicato in buca di piantagione di melo e vite ha stimolato lo sviluppo e la precocità di entrata in produzione di barbatelle e astoni nella stessa misura della torba e del vermicompost.
- Impiegato in pacciamatura ha esercitato effetti agronomicamente positivi sia sul terreno che sullo stato vegeto-produttivo della vite e del melo, particolarmente

nei terreni più poveri di sostanza organica e in quelli non irrigui. Le migliorate condizioni idriche e nutrizionali del terreno hanno determinato un più rapido insediamento della coltura, un suo maggior accrescimento e una più accentuata precocità di produzione, senza alcun riflesso negativo sulla qualità dei mosti e delle mele.

- La capacità del compost di controllare le erbe infestanti è risultata soddisfacente solo per una, al massimo due, stagioni vegetative. La semina su compost di specie erbacee selezionate ha indotto una non trascurabile competizione idrico-nutrizionale con la vite e, nel caso delle graminacee, anche l'inconveniente dell'eccessiva resistenza allo sfalcio e sembra proponibile sin dall'impianto del vigneto solo in ambienti irrigui e con specie che non richiedono alcun intervento di sfalcio (*Medicago lupulina*, *Brassica rapa*).
- In ordine agli aspetti più strettamente connessi con la tutela ambientale e specificamente con la salubrità delle produzioni agrarie sono emersi, per il compost da RSU, possibili accumuli di metalli pesanti nel terreno e nella vegetazione, mentre per il compost da CF, data la presenza più limitata di elementi potenzialmente inquinanti, la concentrazione degli stessi negli organi vegetativi e nelle produzioni sembra modificarsi in misura molto più attenuata.
- Le esperienze di concimazione organica nel settore dell'orticoltura protetta documentano l'elevato valore agronomico dei compost impiegati avendo determinato rese produttive analoghe o superiori a quelle del letame con dosi di applicazione pressochè dimezzate. In questo specifico ambito di intervento anche l'accentuata salinità dei materiali non ha influenzato negativamente l'esito colturale, data l'intima miscelazione degli stessi con il terreno a seguito delle operazioni di interrimento.
- L'attività sperimentale svolta nel settore del vivaismo orticolo, floricolo e forestale ha messo in evidenza la possibilità di limitare l'impiego della torba nella preparazione di substrati di crescita. Questa opportunità garantisce all'azienda vivaistica benefici economici indotti sia dal minore costo di acquisto del mezzo di crescita (10-25000 L./mc del compost contro 50-90000 L./mc dei terricci torbosi), che dal migliorato standard qualitativo delle produzioni agrarie. La sostituzione della torba, che può incidere nella misura del 25-75% in funzione dell'utilizzo colturale, risulta fattibile solamente se il compost ha raggiunto una piena stabilità biologica, è esente da fattori fitotossici, ha un elevato contenuto di sostanza organica, pH prossimo a 7, salinità non superiore a 1500-2000 uS/cm ed elevate proprietà fisiche. Tenuto conto poi della manualità di talune operazioni colturali, è necessaria anche l'assenza di organismi patogeni per l'uomo e di particelle taglienti.
- Il compost costituisce una valida alternativa alla terra vegetale e agli ammendanti organici del commercio, sia negli interventi di recupero di realtà territoriali degradate, sia nella realizzazione di aree a verde pubblico. Sotto il profilo agronomico esplica una azione di rilievo sulle proprietà fisiche del terreno, ma non è da sottovalutare la funzione nutritiva che consente la riduzione delle fertilizzazioni minerali. Dal punto di vista economico sono da registrare, a favore del compost, sia i minori costi di trasporto e di distribuzione rispetto alla terra vegetale, conseguenti alla differenza di densità apparente (compost 0.5-0.7 t/mc, terra vegetale 1.2-1.3 t/mc) e alla più agevole manipolazione, sia il prezzo di acquisizione più vantaggioso in relazione a quello dei comuni ammendanti organici del commercio.

Fig.1 — CONCIMAZIONE A PIENO CAMPO IN FRUTTICOLTURA
Lunghezza del getto apicale all'inizio del secondo anno

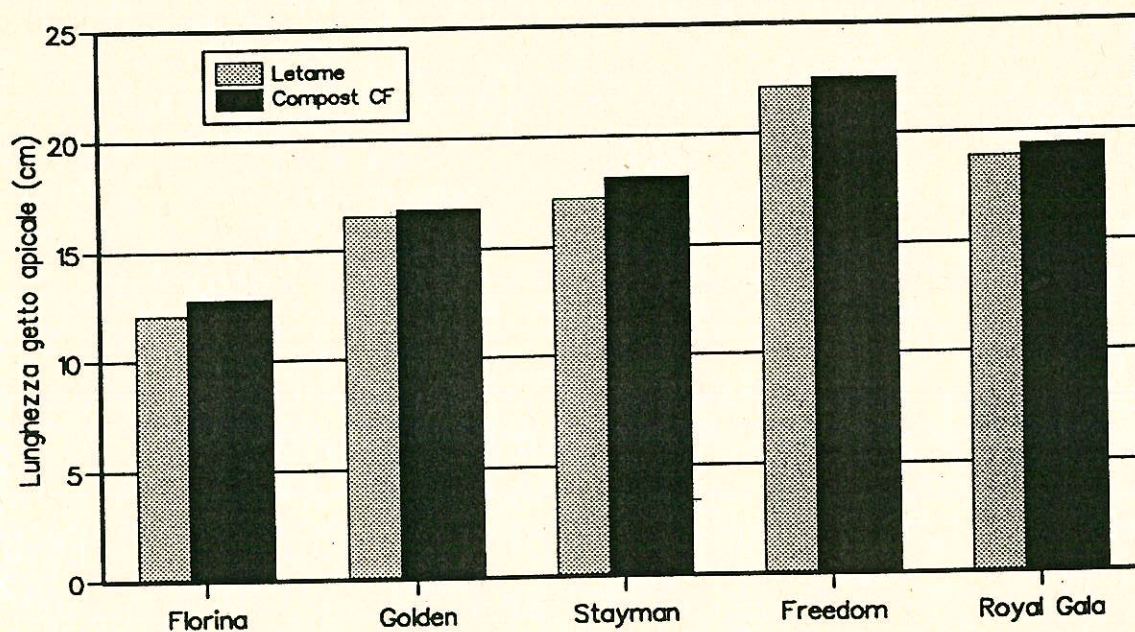


Fig.2 — CONCIMAZIONE IN BUCA DI PIANTAGIONE IN FRUTTICOLTURA
Lunghezza del getto apicale all'inizio del secondo anno

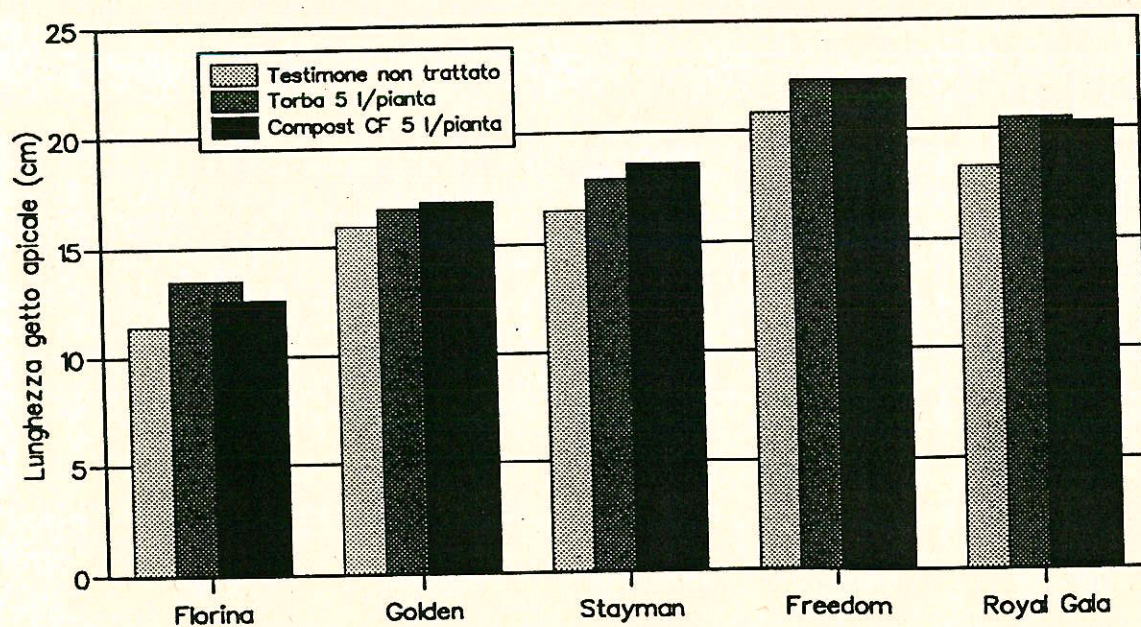


Fig.3 – PACCIAMATURA CON COMPOST RSU SU BARBATELLE DI VITE
 Legno di potatura al termine della prima stagione vegetativa

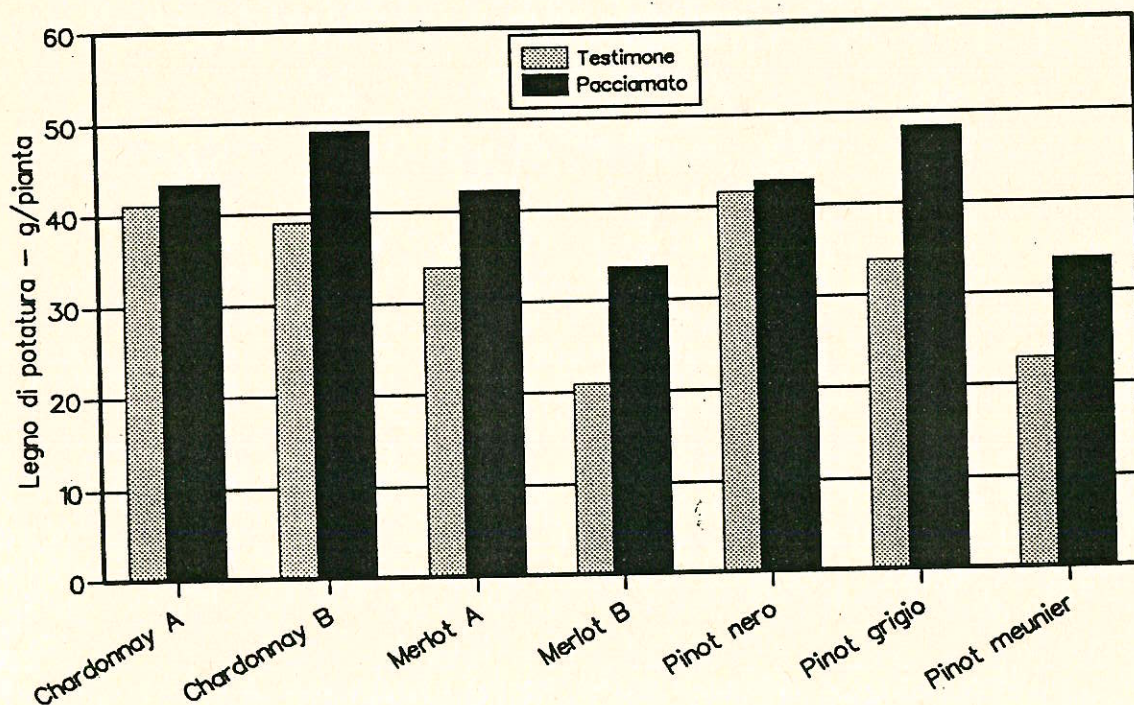


Fig.4 – UMITA' DEL TERRENO IN PROVE DI PACCIAMATURA

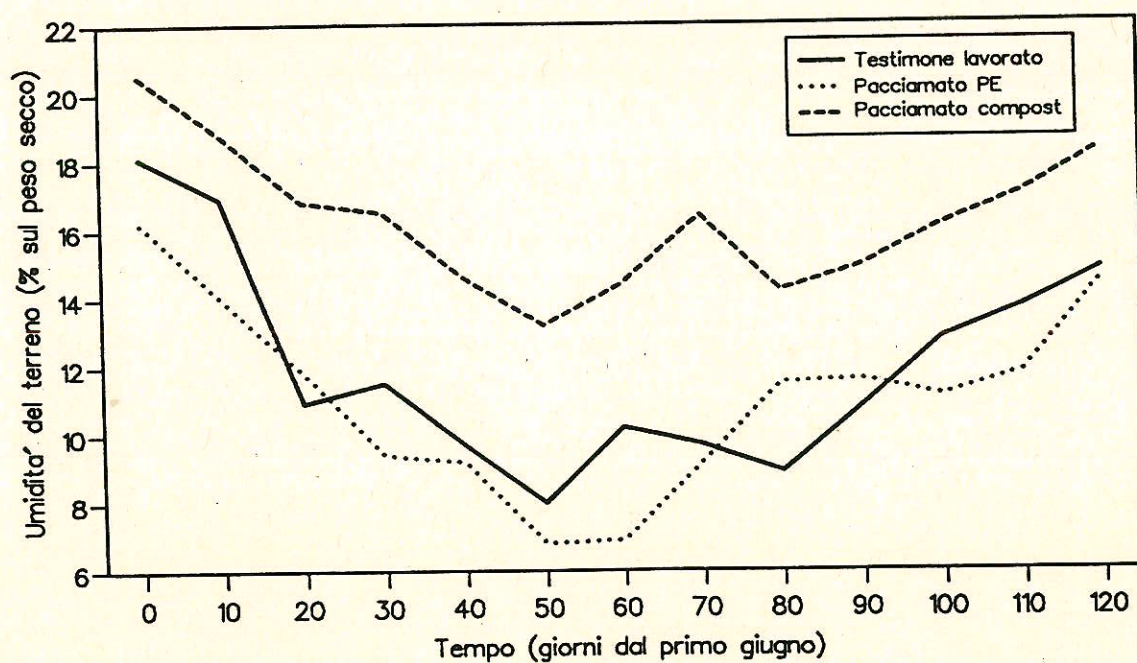


Fig.5 – IMPIEGO DI COMPOST RSU SU SPECIE ORTICOLE
Produzione primi stacchi

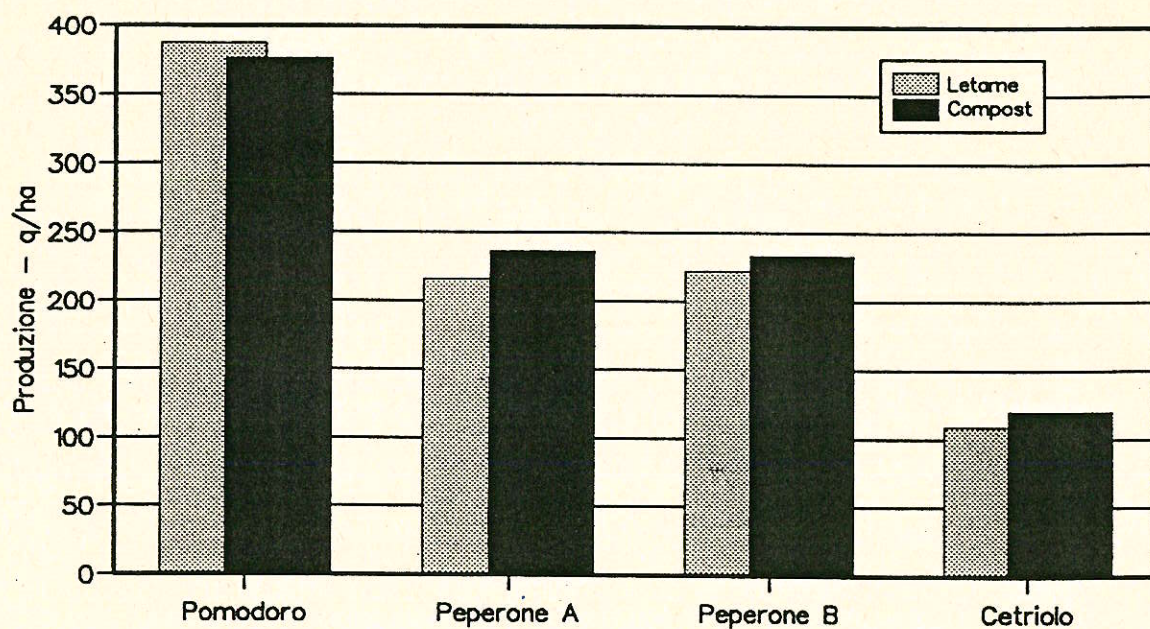


Fig.6 – IMPIEGO DI COMPOST NEL VIVAISMO ORTICOLO
Peso secco delle piante a fine esperienza

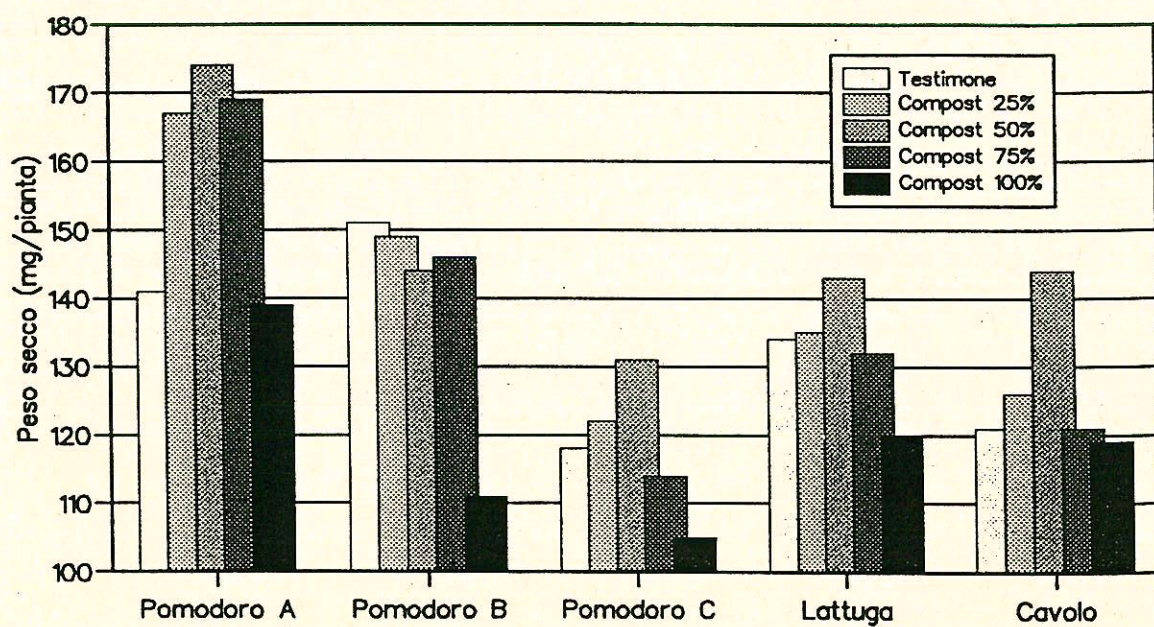


Fig.7 — IMPIEGO DI COMPOST NEL VIVAISMO FLORICOLO
Valutazione complessiva delle piante a fine esperienza

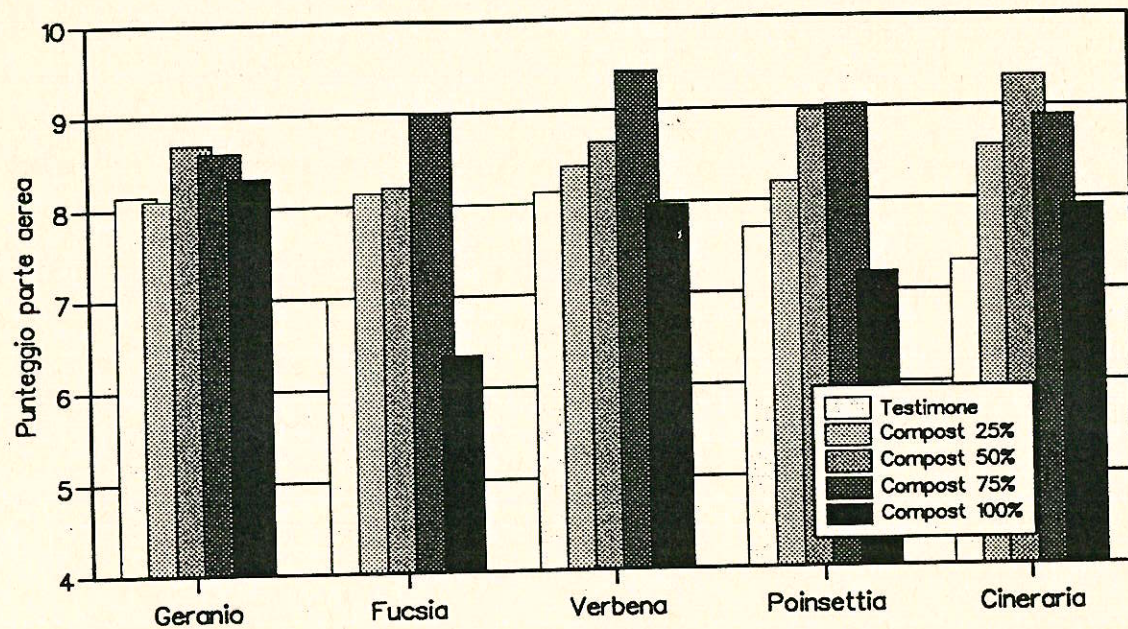
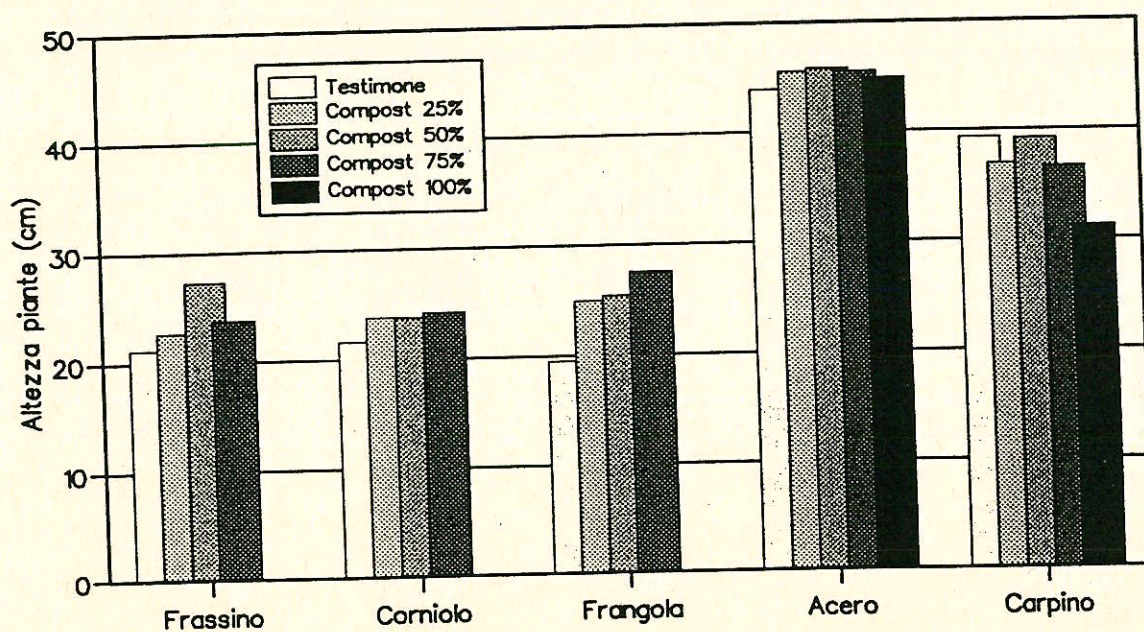


Fig.8 — IMPIEGO DI COMPOST NEL VIVAISMO FORESTALE
Altezza delle piante a fine esperienza



BIBLIOGRAFIA

- Alleweldt G. (1980) - Die Verwendung von Siedlungsabfaellen im Weinbau. Die WeinWirtschaft, 9, 1980, 261-264.
- Artuso I., Pinamonti F., Cristoforetti A., Zorzi G. (1989) - Esperienze di applicazione del compost da RSU in fruttivitecoltura. Atti del convegno internazionale "Produzione ed impiego del compost", S.Michele a/A, 20-23 giugno.
- Bozza di legge (1990) "C.T.S.R./90 10" predisposta dal Ministero dell'Ambiente in materia di qualità, uso e commercializzazione del compost.
- Ciccotti A.M., De Clauser R., Zorzi G., Artuso I., Cristoforetti A., Silvestri S., Jodice R., Gasperi F., Pinamonti F. (1989) - Trasformazione in compost di residui di natura diversa. Aspetti biochimici e microbiologici nel corso del processo. Esperienze e ricerche Vol. XVIII Anno 1988.
- De Bertoldi M., Rutili A., Citterio B., Civilini M., (1988) "Composting management: a new process control through O2 feedback". Waste Management & Research 6, 239-259.
- De Haan F.A.M. (1989) - General aspects of compost uses in agriculture (with respect to soil quality). Atti del Simposio internazionale Produzione ed Impiego del Compost, S.Michele a/A, 20-23 giugno.
- Delas J. (1989) - Utilization of city refuse compost in viticulture. Atti del Simposio Internazionale Produzione ed impiego del compost, S.Michele a/A 20-23 giugno.
- Delibera 27/7/84 "Disposizioni per la prima applicazione dell'art.4 del D.P.R. 915/82, concernente lo smaltimento dei rifiuti". Supplemento ordinario della G.U. del 13/9/1984 N.52.
- De Nobili M., Ciavatta C., Sequi P. (1989) "La valutazione del grado di maturazione della sostanza organica del compost mediante la determinazione di parametri dell'umificazione e per elettroforesi". Atti del Simposio internazionale: Produzione ed impiego del compost, S.Michele a/A 20-23 giugno.
- Del Zan F. (1989) - Prove agronomiche di compost diversi per origine e tecnologia produttiva: effetti indotti a breve termine sul terreno e su quattro colture erbacee. Atti del Simposio internazionale Produzione ed Impiego del Compost, S.Michele a/A, 20-23 giugno.
- De Vleeschauwer D., Verdonck O., De Boodt M. (1980) - The use of town refuse in horticultural substrates. Acta Horticulture, 9/1980.
- Fricke K., Turk T., Vogtmann H.(1989), "Grundlagen zur Kompostierung von Bioabfällen", Ingenieurgemeinschaft Witzenhausen und Universität Gh-Kassel.
- Gazzetta Ufficiale della Comunità europea Nr. L. 181/6 del 4.7.86 concernente l'utilizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura.
- Genevini P.L., Zaccheo P., Goldberg L.F. (1980) - Impiego di fanghi biologici su colture di pieno campo: effetti sul mais (*Zea mays* L.). Riv. di Agronomia, 4/1980.
- Guidi G., Pini R., Petruzzelli G. (1989) - Effetti del compost sulle caratteristiche chimiche e fisiche del terreno. Atti del Simposio internazionale Produzione ed Impiego del Compost, S.Michele a/A, 20-23 giugno.

Humbel S., Sticher H. (1988) "Kompostierung getrennt gesammelter Siedlungsabfälle in der Schweiz". Diplomarbeit, Laboratorium für Bodenkunde, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.

Istituto Agrario Provinciale San Michele a/A., "Produzione ed impiego del compost da rifiuti solidi urbani e fanghi nel comparto agrario della Provincia Autonoma di Trento" - Compendio delle attività svolte negli anni 1987-1991.

Istituto Agrario di San Michele a/A. (1991) "Studio per la predisposizione di un regolamento relativo all'uso agronomico dei rifiuti, dei fanghi e del compost".

Jodice R., "Parametri chimici e biologici per la valutazione della qualità del compost". Atti del Simposio internazionale: Produzione ed impiego del compost, S.Michele a/A 20-23 giugno 1989.

Luzzati A., Corino L., Nappi P., Siragusa N. (1991) - Indagine sulle carenze nutrizionali di alcuni vitigni piemontesi. L'Informatore Agrario, 14/1991.

Paris P., Robotti A., Gavazzi C. (1986) - Fertilizing value and heavy metal load of some composts from urban refuse. Atti del convegno "Compost: production, quality and use", London, 1986.

Paris P., Robotti A., Gavazzi C. (1982) - Prove agronomiche di compost da rifiuti solidi urbani. Libro bianco del CNR - Progetto finalizzato energetica, CNR, Roma, 1982.

Pinamonti F., Artuso I. (1990) - Influenza del compost sulla crescita in fitocella di alcune specie forestali. Le foreste, luglio-agosto/1990.

Provincia Autonoma di Trento, Dipartimento Strutture Civili, Servizio Opere igienico Sanitarie (1990) "Progetto di razionalizzazione dell'impianto di compostaggio di fanghi biologici con residui lignocellulosici sito in località Ischia Podetti, c.c. di Trento".

Provincia Autonoma di Trento, Servizio Programmazione, Servizio Opere igienico Sanitarie, "Progetto per la depurazione delle acque reflue delle pubbliche fognature della PAT" - Indicazioni per la programmazione di sviluppo 1991-1993.

Regione Piemonte, IPLA, Istituto di Chimica Agraria, Istituto di Microbiologia Agraria Univ. di Torino (1988) "Impiego in agricoltura dei fanghi di depurazione delle acque reflue urbane" Collana ambiente.

Seitz P. (1988) - I metalli pesanti negli ortaggi, nel suolo e nelle composte. L'Informatore Agrario, 24/1988.

Sequi P. (1988) - Impatto ambientale della concimazione. Il dottore in scienze agrarie e forestali, gennaio 1989.

Sogni S., Zelari A. (1985) - Impiego di compost da rifiuti solidi urbani bioconvertiti nella coltura di *Prunus laurocerasus* in contenitore. Colture Protette, 4/1985.

Walter B. (1980) - Possibilités et limites d'utilisation des déchets urbains en viticulture. Bulletin de l'O.I.V., 53 (590), 273-284.

Zorzi G., Urbini G. (1989) "La realtà e gli indirizzi del compostaggio in Italia". Atti del Simposio internazionale: Produzione ed impiego del compost, S.Michele a/A, 20-23 giugno.

Zorzi G., Silvestri S., Jodice R. (1990) - Qualità e mercato del compost. Atti del convegno "Recupero di risorse dai rifiuti", Imola, 15-18 maggio.

Zorzi G., Pinamonti F., Farneti A., Artuso I., Gasperi F. (1991) - Impiego di compost da fanghi, cortecce ed altre biomasse di ricircolo nel vivaismo orticolo. Atti del convegno nazionale "Il vivaismo orticolo", Foggia, 2-4 maggio.

Zorzi G., Pinamonti F., Artuso I., Gasperi F. "Impiego agricolo del compost" Acqua-Aria (in stampa).