

PROGETTO AGRITRASFER IN SUD



**Gestione sostenibile dei sottoprodotti
della industria olearia
nei sistemi colturali meridionali**

Indice

1. Il progetto Agritrasfer-In-Sud	Pag. 1
2. Procedura di estrazione e sottoprodotti	Pag. 2
3. Le acque di vegetazione	Pag. 4
4. La sansa	Pag. 7
5. Effetti dello spandimento delle acque di vegetazione sul frumento duro	Pag. 11
6. Effetti dello spandimento delle sanse compostate e dell'acqua di vegetazione in un oliveto	Pag. 15
7. Compostaggio aziendale di sanse	Pag. 19
8. Approfondimenti bibliografici	Pag. 24

1. Il progetto “Agritrasfer-In-Sud”

Nell’ambito delle attività realizzate con il progetto Agritrasfer-In-Sud, finanziato dal Ministero per le Politiche Agricole Alimentari e Forestali e coordinato dal Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura (CRA), sono stati realizzati strumenti e metodi di lavoro che facilitano il trasferimento di risultati e delle innovazioni prodotte dalla ricerca pubblica verso le imprese, attraverso un diretto coinvolgimento delle Regioni e dei Servizi di sviluppo agricoli regionali.

Oltre ad un archivio risultati consultabile on-line, dove è possibile per ciascun comparto visualizzare le schede descrittive dei risultati disponibili per il trasferimento, il CRA ha messo a disposizione una piattaforma informatica dove ricercatori, tecnici regionali e operatori di settore possono comunicare a distanza e insieme approfondire alcune problematiche di interesse comune e, rispetto a queste, individuare insieme possibili soluzioni applicative: questi gruppi costituiscono delle Comunità di Pratiche in cui la regola principale è la condivisione reciproca delle conoscenze possedute.

Come per altre filiere, anche per l’olivicoltura è stata organizzata una Comunità di Pratiche (CdP) in cui diverse tematiche sono state approfondite e sviluppate nel corso del progetto: sono state ad esempio analizzate le tecniche di gestione meccanizzata delle principali operazioni colturali, proposti metodi innovativi per la difesa contro gli insetti dannosi, richiamati, con prove dimostrative in campo, i principi di potatura a seconda della tipologia dell’oliveto, verificati i risultati di nuove macchine per la spremitura delle olive, proposte le migliori tecniche di gestione per la produzione di oli di qualità in ragione delle normative di riferimento.

Un tema sul quale ultimamente si è tornati a chiedere approfondimenti, è la gestione sostenibile delle acque di vegetazione e delle sanse prodotte dai processi estrattivi in frantoio, collegata all’uso agronomico di tali sottoprodotti. È un tema assai dibattuto e sul quale si sono avviati in CdP diversi approfondimenti.

Un doveroso contributo alla discussione, e per questo si ringraziano i ricercatori dell’Unità di ricerca per i sistemi colturali degli ambienti caldo-aridi di Bari (CRA-SCA), è rappresentato dal presente opuscolo divulgativo, in cui sono richiamati alcuni risultati sperimentali, e una significativa bibliografia di riferimento, che stanno alla base di un possibile e oculato utilizzo agronomico dei sottoprodotti dell’industria olearia su suoli coltivati con alcune delle principali specie agrarie dell’Italia meridionale.

Corrado Lamoglie

Coordinatore del Progetto Agritrasfer-In-Sud

2. Procedura di estrazione e sottoprodotti

Le olive giunte al frantoio sono sottoposte alla frantumazione che le riduce in pasta, detta polpa di oliva, dalla quale si separa l'olio dai sottoprodotti.

L'estrazione dell'olio può avvenire attraverso due principali sistemi di estrazione:

1 – Sistema discontinuo o per pressatura: è quello più tradizionale, in cui la separazione delle due fasi, solida e liquida, avviene per mezzo di presse verticali che, grazie alla notevole pressione applicata e all'utilizzo di speciali dischi (fiscoli), favoriscono la fuoriuscita del mosto oleoso.

Dal mosto oleoso si separano le acque di vegetazione per decantazione in vasche o per centrifugazione. Questo processo richiede una quantità di acqua variabile tra 40 e 120 litri per quintale di olive molite, da aggiungere in fase di gramolatura, generando una notevole quantità di refluo.

2 - Sistema continuo o centrifugo: prevede il ricorso ad una centrifuga orizzontale, il decanter, che consente la separazione del mosto oleoso dalla sansa in relazione alla diversa densità dei due materiali.

2a) Il sistema di estrazione “a due fasi”, già a livello del decanter, separa la pasta in olio e sansa umida (una miscelazione di sansa e acque di vegetazione).

Con questo sistema, il refluo ha un elevato contenuto in olio e la sansa è caratterizzata da una elevata umidità (55-65%), ciò rende tale materiale poco appetito dai sansifici e nello stesso tempo poco adatto allo smaltimento sul terreno agrario per l'eccessivo contenuto in sostanze grasse.

2b) Il sistema di estrazione “a tre fasi”, prima separa la sansa dalla pasta di olive e, dopo allontana l'acqua di vegetazione dall'olio. Con questo sistema, la sansa è caratterizzata da una umidità accettabile (48-54%) ed elevate quantità di acqua di vegetazione che con i decanter di ultima generazione (a risparmio d'acqua e cono corto) possono però essere significativamente ridotte (Tabella 2.1).

Tabella 2.1 Produzione di acque reflue (in Kg) con le diverse tecnologie di estrazione (da Amirante, 1999).

Tecnologia di estrazione	Olive	Acqua aggiunta	Sansa	Acque di vegetazione
Due fasi tradizionale	100	0-10	75-80	-
Tre fasi tradizionale	100	50	55-57	80-100
Tre fasi a risparmio d'acqua	100	10-20	56-60	33-35

I sottoprodotti dell'estrazione dell'olio sono due: la sansa e le acque di vegetazione.

La differenza principale tra di loro è rappresentata dal contenuto in acqua e dalla presenza di componenti lignocellulosici (Tabella 2.2).

Tabella 2.2 Confronto tra le caratteristiche della sansa e delle acque di vegetazione (da Madejon *et al.*, 1998).

		Sansa			Acque di vegetazione		
		Min	Max	Media	Min	Max	Media
Umidità	% p.f.	56,2	74,5	63,6	90,4	96,5	93,2
Sostanza organica	% p.f.	22,4	41,5	32,6	2,6	8,0	5,2
pH		4,7	6,5	5,6	4,7	5,5	5,4
EC	mS cm ⁻¹	1,5	5,9	3,8	-	-	-
N-Kjeldah	% p.f.	0,6	0,9	0,8	0,2	0,4	0,3
C/N		36,3	46,1	41,0	13,0	20,0	17,3

3. Le acque di vegetazione

Le acque di vegetazione (A.V.) provengono dalle acque di lavaggio e da quelle di processo, oltre che dalla frazione acquosa dei succhi della drupa.

Esse sono di consistenza liquida, sono di colore scuro, dal marrone al nero, sono caratterizzate da un odore tipico, piuttosto intenso, che ricorda quello della drupa da cui derivano.

Lo smaltimento delle acque di vegetazione deve seguire le normative italiane che prevedono le seguenti soluzioni:

- depurazione mediante sistemi industriali che assicurino, allo scarico, un effluente con parametri chimici entro i limiti previsti dalla Legge 319/76;
- trattamento di stabilizzazione catalitico ed enzimatico finalizzato alla parziale umificazione della sostanza organica, secondo il Dec. Min. del 15 gennaio 1996 e il Dec. Min. del 6 luglio 2005;
- spargimento controllato sul terreno, secondo la Legge 574/96.

La depurazione ha molte difficoltà a causa dell'alto contenuto di sostanza organica, la stabilizzazione richiede costi molto alti, mentre lo spargimento è sostenibile sia dal punto di vista economico ma anche ambientale, se si rispettano i vincoli delle leggi.

L'applicazione di A.V. al suolo ha come conseguenze:

- ✓ riciclo di residui organici;
- ✓ aumento del contenuto di sostanza organica;
- ✓ aggiunta di nutrienti a supporto della crescita delle colture.

La composizione chimico-fisica delle acque di vegetazione risulta estremamente variabile nei dati riportati in letteratura, ciò è dovuto principalmente alla diversa tecnologia estrattiva e poi anche dal grado di maturazione delle olive, dallo stato sanitario e dalle condizioni di stoccaggio.

Sono costituite (Tabella 3.1) da composti organici (zuccheri riduttori, acidi organici, polialcoli) e da sostanze minerali (azoto, potassio, fosforo, calcio).

Gli acidi organici sono rappresentati dagli acidi malico e citrico, i quali danno una reazione da sub-acida ad acida all'acqua di vegetazione e per cui i valori di pH sono compresi tra 4,5 e 5,9. In

generale il pH risulta scarsamente influenzato dal sistema di estrazione prescelto.

Un più basso residuo secco per unità di volume è presente nelle acque di vegetazione prodotte dai sistemi a centrifugazione rispetto a quelle derivanti dai sistemi a pressione.

Per questo motivo la legge vigente (574/96) prevede dosi massime diversificate a seconda del metodo di estrazione adottando:

- 50 m³ ha⁻¹ per le acque di vegetazione prodotte da impianti a ciclo tradizionale
- 80 m³ ha⁻¹ per le acque di vegetazione originate da impianti a ciclo continuo.

Gli zuccheri riduttori presenti sono costituiti essenzialmente da glucosio (90% c.a.) e fruttosio (10% c.a.).

Il contenuto in polifenoli totali è di circa 6 g L⁻¹ per le acque di pressione e di circa 3 g L⁻¹ (circa la metà) per quelle da centrifugazione.

La carica in polifenoli totali è il motivo di preoccupazione della distribuzione dei reflui al terreno e per tal motivo sono considerati inquinanti. Essi hanno un'azione antimicrobica in grado di rallentare i processi di trasformazione e di biodegradazione del refluo.

In letteratura si dimostra che un corretto spandimento delle acque nei terreni agrari porta alla demolizione in pochi mesi (Saviozzi *et al.*, 1991).

È importante rispettare le dosi e quindi non eccedere. Inoltre è necessario rispettare i tempi di distribuzione tra lo spandimento dei reflui e la semina della coltura e quindi non troppo presto.

Il contenuto in elementi nutritivi quali il potassio (sotto forma di ossido) e il fosforo (come anidride fosforica) suggerisce di utilizzare le A.V. come fertilizzanti.

In letteratura sono riportati risultati positivi dall'applicazione delle A.V. confermando il valore fertilizzante (Ben Rouina *et al.*, 1999; Bonari e Ceccarini, 1991; Briccoli Bati e Lombardo, 1990; Convertini *et al.*, 2007; Di Giovacchino e Seghetti, 1990; Fiestas Ros de Ursinos, 1977; Morisot, 1979; Rinaldi *et al.*, 2002; Saviozzi *et al.*, 1991).

In particolare gli esperimenti condotti in pieno campo dimostrano un incremento della sostanza organica, azoto totale, fosforo assimilabile e potassio scambiabile (Ferri *et al.*, 2002; Pagliai *et al.*, 2001).

Con il riciclo in campo agricolo dei reflui oleari, sono migliorate oltre alle caratteristiche chimiche del terreno anche le proprietà fisiche del suolo.

In generale si osserva un miglioramento del sistema dei pori e in particolare si ha un aumento della macroporosità (Colucci *et al.*, 2003; Mastroianni *et al.*, 2002), ciò è dovuto alla presenza dei pori di forma allungata che migliorano la struttura (Papini *et al.*, 2000).

La conducibilità idraulica nei primi giorni dalla somministrazione mostra valori bassi e diminuisce all'aumentare della dose dei reflui, ciò può essere attribuito all'azione idrorepellente degli stessi, mentre dopo circa tre mesi dalla distribuzione in campo i valori sono alti all'aumentare della dose (Pagliai *et al.*, 2001).

Tabella 3.1 - Caratteristiche chimico fisiche delle acque reflue di frantoio (da Tomati, 2001).

Parametri	Unità	Estrazione a pressione		Estrazione continua	
		Min	Max	Min	Max
pH		5,1	5,8	4,7	5,5
Acqua	%	79,85	91,7	90,4	96,5
Compostosti organici	%	7,22	18,3	2,6	8,0
Lipidi	%	0,02	1,00	0,50	2,30
Composti azotati	%	1,2	2,4	0,17	0,4
Zuccheri	%	2,0	8,0	0,50	2,6
Acidi organici	%	0,5	1,5	-	-
Polialcoli	%	1,0	1,5	0,90	1,4
Pectine e Tannini	%	1,3	1,7	0,23	0,5
Polifenoli	%	1,2	2,4	0,30	0,8
Minerali	a 550 °C	1,0	1,7	0,2	0,5
P ₂ O ₅	%	0,14	0,23	0,03	0,07
CO ₂	%	0,2	0,35	0,04	0,10
SO ₃ , FeO, MgO	%	0,06	0,10	tracce	0,03
CaO	%	0,06	0,01	0,01	0,03
K ₂ O	%	0,47	0,81	0,11	0,24
Na ₂ O	%	0,07	0,11	0,01	0,03
Particelle solide in sospensione	%	0,08	0,15	0,7	1,1
Materia secca	a 105 °C	8,3	20,2	3,5	9,6
COD	g/l	54,1	318,0	28,9	79,01
BOD ₅	g/l	19,2	134,8	17,0	41,2

4. La sansa

La sansa è di consistenza più o meno solida, essa può essere conferita ai sansifici per l'estrazione dell'olio di sansa e l'ottenimento della sansa esausta, che è impiegata come combustibile.

Con i moderni decanter centrifughi a "due fasi" si ha come reflujo la sansa vergine, che è caratterizzata da un alto contenuto di umidità (anche 60%) e per questo motivo è detta "sansa umida".

Il loro smaltimento su terreni agricoli segue la stessa legge delle acque di vegetazione (Legge 11 novembre 1996, n. 574) che stabilisce al riguardo che: *"le sanse umide provenienti dalla lavorazione delle olive e costituite dalle acque e dalla parte fibrosa del frutto e dai frammenti di nocciolo possono essere utilizzate come ammendanti in deroga alle caratteristiche stabilite dalla legge 19 ottobre 1984, n. 748 e successive modificazioni. Lo spandimento delle sanse umide su i terreni aventi destinazione agricola può avvenire secondo le modalità e le inclusioni di cui agli articoli 4 e 5. Le norme di cui alla presente legge relative alle acque di vegetazione di cui al comma 1 si estendono anche alle sanse umide di cui al presente comma ad esclusione di quanto previsto all'articolo 6"*.

Quindi la sansa può essere utilizzata tal quale oppure può essere compostata con altri materiali organici e poi distribuita in campo.

Le caratteristiche chimiche delle sanse prima e dopo il compostaggio sono mostrate nella tabella 4.1, in cui si nota: presenza rilevante di nutrienti minerali, stabilizzazione di sostanza organica e assenza di metalli pesanti. Queste caratteristiche indicano un valore agronomico, alle sanse compostate, sia come ammendanti che fertilizzanti.

Tabella 4.1 Caratteristiche chimiche della sansa prima e dopo il compostaggio (da Madejon *et al.*, 1998).

Parametro	Unità di misura	inizio	fine
Umidità	%	71,4	23,3
Sostanza organica	% p.s.	94,5	84,4
Ceneri	% p.s.	5,5	15,6
pH		5,19	7,7
Conducibilità elettrica	mS cm ⁻¹	2,85	3,75
Azoto - Kjeldahl	% p.s.	0,97	1,4
P ₂ O ₅	% p.s.	0,35	0,75
K ₂ O	% p.s.	2,06	2,63
Ca	% p.s.	0,40	0,36
Mg	% p.s.	0,05	0,07
Na	% p.s.	0,10	0,04
Fe	mg Kg ⁻¹ p.s.	1030	1168
Mn	mg Kg ⁻¹ p.s.	13	77
Cu	mg Kg ⁻¹ p.s.	138,0	33,9
Zn	mg Kg ⁻¹ p.s.	22,0	34,9
Cd, Co, Pb, Cr, Hg	mg Kg ⁻¹ p.s.	<1	<1

Durante il processo di compostaggio le frazioni organiche sono determinate per seguire la loro evoluzione (Madejon *et al.*, 1998). Nel tempo (Figura 4.1), il contenuto del carbonio organico totale (TOC) diminuisce e contemporaneamente aumenta il carbonio estraibile totale (TEC) e gli acidi umici e fulvici (HA+FA).

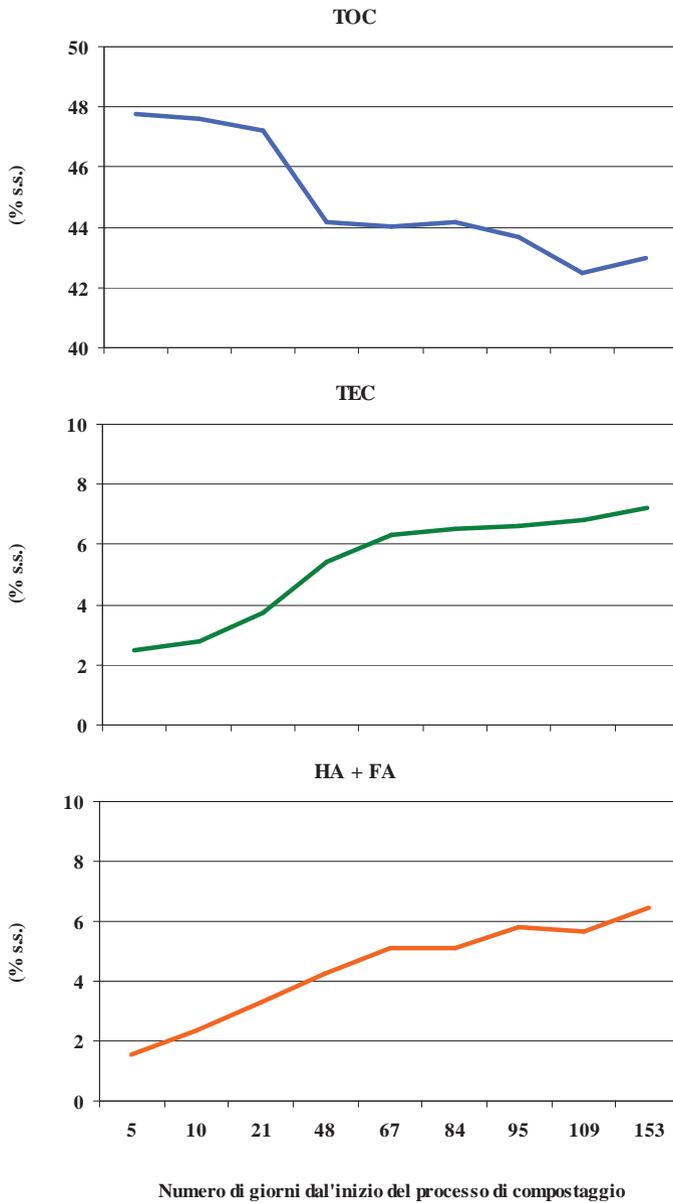


Figura 4.1 Evoluzione della frazione organica durante il processo di compostaggio (da Madejon *et al.*, 1998).

Il processo di umificazione della sostanza organica si misura (Tabella 4.2) con i seguenti parametri: grado di umificazione (DH), tasso di umificazione (HR), carbonio organico estratto e non umificato (NH) e dall'indice di umificazione (HI).

Tabella 4.2 Evoluzione dei parametri di umificazione della sostanza organica durante il processo di compostaggio (da Madejon *et al.*, 1998).

Giorni	NH %	DH %	HR %	HI
5	0,91	63,3	3,3	0,57
10	0,40	85,6	5,0	0,16
21	0,45	88,0	7,0	0,13
48	1,18	78,2	9,6	0,27
67	1,23	80,5	11,6	0,24
84	1,42	78,2	11,5	0,27
95	0,82	87,6	13,2	0,14
109	1,19	82,6	13,2	0,21
153	0,78	89,2	15,0	0,12

Gli studi sperimentali sull'effetto dello smaltimento in pieno campo delle sanse (Bing *et al.*, 1994; Brunetti *et al.*, 2005; Convertini *et al.*, 2005; D'Andrea *et al.*, 2012b; Di Giovacchino *et al.*, 2004; Ferri *et al.*, 2009; Fiore *et al.*, 2012a, 2012b; Montemurro *et al.*, 2004; Montemurro *et al.*, 2006; Rinaldi *et al.*, 2011; Tejada and Gonzales, 2001) mostrano:

- *sulle colture arboree*, nessuna differenza significativa per parametri produttivi e fasi fenologiche, mentre dopo due anni di somministrazione le caratteristiche chimiche e fisiche del terreno tendono a migliorare;
- *sulle colture erbacee*, tossicità a dosi crescenti. Per questo tipo di colture è necessaria l'adozione di buone pratiche e tener presente le condizioni pedo-climatiche. È consigliabile utilizzare solo sanse compostate.

5. Effetti dello spandimento delle acque di vegetazione sul frumento duro

È stata eseguita una prova sperimentale sul frumento duro (cv. Simeto) in campo per due anni consecutivi (1998-1999; 1999-2000) presso l'azienda del Sig. Domenico Barnaba a Monopoli (BA) (Ferri *et al.*, 2002; Rinaldi *et al.*, 2002; Mastroiilli *et al.*, 2002).

Il suolo risultava essere sabbioso-limoso con buona fertilità, ma con franco di coltivazione ridotto.

Il clima della zona è tipicamente mediterraneo, con estati calde e asciutte ed inverni miti e piovosi.

Le parcelle per metà sono state sottoposte allo spandimento del refluo oleario (t) e l'altra metà non sono state interessate da alcun trattamento, per cui rappresentavano il testimone (nt).

Tabella 5.1 Caratteristiche composizionali di un impianto di lavorazione di tipo tradizionale (da Ferri *et al.*, 2002).

Caratteristiche analitiche	Unità	Sistema tradizionale
pH		5,19
Conducibilità elettrica (20 °C)	mS cm ⁻¹	20,8
Sostanza secca (130 °C)	g l ⁻¹	141,7
Ceneri (550 °C)	g l ⁻¹	30,8
Azoto ammoniacale	g l ⁻¹	0,18
Azoto totale	g l ⁻¹	1,15
Carbonio organico	g l ⁻¹	74
Polifenoli (come acido gallico)	g l ⁻¹	20
Metalli:		
K	mg l ⁻¹	4632
Cd	mg l ⁻¹	0,05
Cr	mg l ⁻¹	< 0,01
Cu	mg l ⁻¹	1,36
Fe	mg l ⁻¹	172,4
Pb	mg l ⁻¹	0,53
Zn	mg l ⁻¹	1,78
Ni	mg l ⁻¹	2,64
Co	mg l ⁻¹	0,13
Cr	mg l ⁻¹	8,05

Le acque di vegetazione provenivano da un impianto di lavorazione di tipo tradizionale e le caratteristiche composizionali sono riportate in tabella 5.1.

La distribuzione del refluo ($50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) è avvenuta rispettivamente per il primo e il secondo anno di prova, il primo marzo 1999 e il 26 febbraio 2000, quando la coltura era in fase di accostimento a 42 e 71 giorni dopo l'emergenza.

Alla raccolta, i parametri produttivi e morfologici (Figura 5.1) non hanno mostrato differenze tra i trattamenti, ma solo tra gli anni.

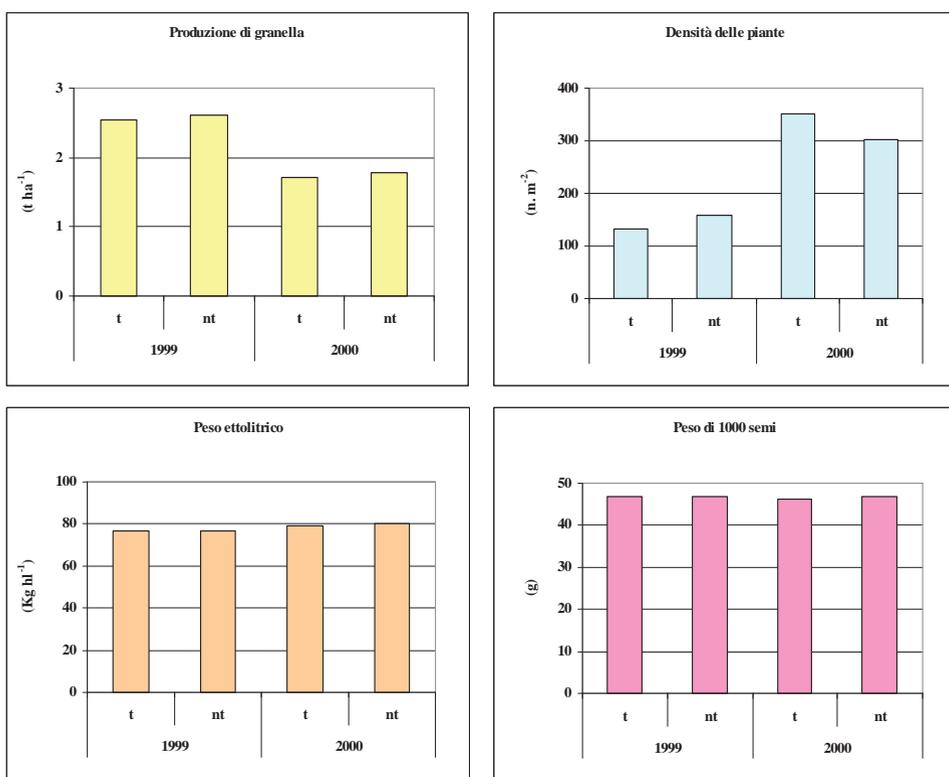


Figura 5.1 Parametri produttivi e morfologici del frumento duro (da Rinaldi *et al.*, 2002).

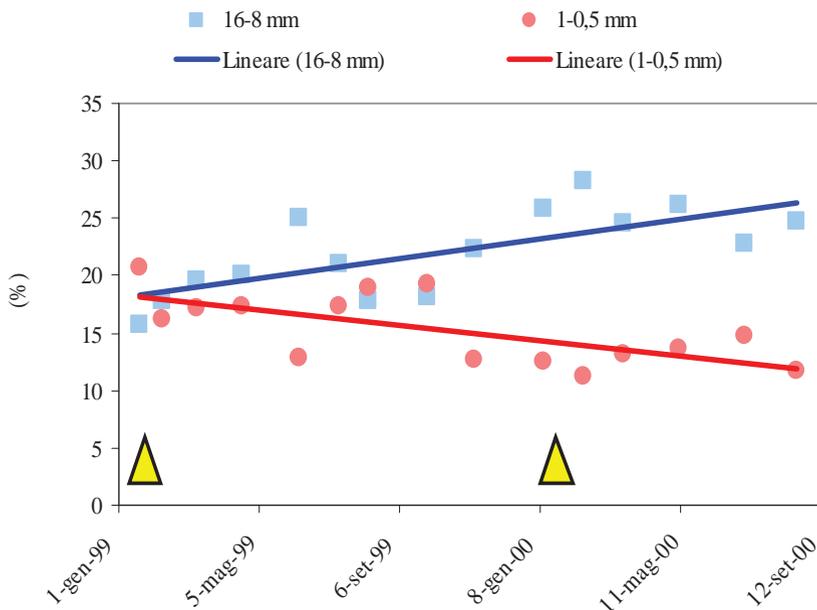


Figura 5.2 Variazione nel tempo della percentuale in peso del terreno della più grande (16-8 mm) e della più piccola (1-0,5) classe di diametro degli aggregati. I triangoli gialli indicano il momento dello spandimento. (da Mastrotrilli *et al.*, 2002).

Il terreno trattato e non trattato nello strato superficiale (0-20 cm) ha mostrato nel tempo un aumento dei macropori e una diminuzione dei micropori (Figura 5.2).

Le caratteristiche chimiche del terreno alla fine del trattamento (t_f) rispetto ai valori iniziali (t_i) mostrano un aumento per il contenuto di $N-NO_3$, per il carbonio organico totale (TOC), per il K estraibile in NH_4Ac , mentre si ha una diminuzione per il contenuto in P estratto in $NaHCO_3$ (Figura 5.3).

Il caso studio riportato è stato svolto nell'ambito del Progetto: "Riciclo dei reflui del sistema agro-industriale" - Sottoprogetto "Reflui oleari" - Finanziato dal CNR e MURST, nell'ambito della Legge 95/95 – Settore Ambiente.

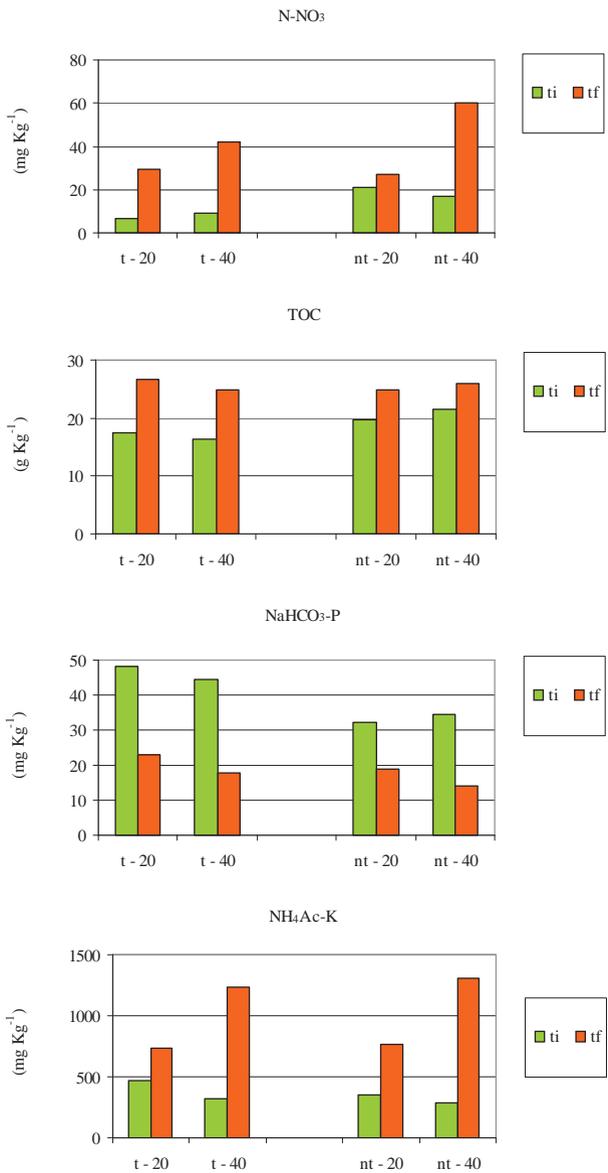


Figura 5.3 Caratteristiche chimiche del terreno (da Ferri *et al.*, 2002).

6. Effetti dello spandimento delle sanse compostate e dell'acqua di vegetazione in un oliveto

La prova sperimentale è stata eseguita in un oliveto, le cui piante erano disposte con un sesto di impianto regolare 10 x10 m, sito in agro di Matera a 400 m s.l.m..

I seguenti trattamenti fertilizzanti sono stati distribuiti sul suolo in quantità differente:

- AV: spandimento di acqua di vegetazione (800 l a pianta);
- Org-min: distribuzione di concime organo minerale (15 Kg a pianta);
- Comp: distribuzione di compost di sansa olearia (60 Kg a pianta);
- Sov-fav: trattamento aziendale realizzato con sovescio di favino (150 Kg a pianta);
- Comp2: distribuzione di compost di sansa olearia (120 Kg a pianta).

Alcune caratteristiche chimiche delle biomasse applicate sono riportate nella tabella 6.1.

Tabella 6.1 Principali caratteristiche chimiche dei trattamenti (*dati medi del triennio di prova) (da Fiore *et al.*, 2012).

	Umidità	pH	N	P	C	C/N	Zn	Ni	Cu	Pb
	%		%s.s.	%s.s.	%s.s.		mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	mg kg ⁻¹
<i>Compost</i>										
2006	29,4	8,0	1,9	0,55	24,0	13,0	91,3	6,0	41,1	5,5
2007	38,2	7,9	1,1	0,10	17,2	16,4	46,0	25,0	17,0	36,0
2008	25,0	8,0	1,2	0,67	18,7	15,2	22,7	3,0	6,5	4,1
<i>A.V.*</i>	//	4,9	0,1	0,032	2,5	31,2	3,8	6,5	2,0	1,5
<i>Favino*</i>	83,0	//	2,9	0,053	29,8	10,3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Alla raccolta è stata determinata la resa in olive e in polpa.

Alle principali fasi fenologiche, sono stati determinati il contenuto in nitrati e l'indice di verde (SPAD).

Sono stati prelevati campioni di terreno, all'inizio della prova (ti) e alla conclusione del ciclo colturale (tf), e su di essi sono state eseguite le principali analisi.

La resa in olive nel trattamento Sov-fav è risultata la più bassa, mentre quella più alta si è ottenuta con lo spargimento delle AV. I trattamenti con compost singola e doppia dose hanno una diminuzione del 28% e del 13% rispettivamente rispetto al fertilizzante commerciale. La resa in polpa è risultata complessivamente pari a circa 76% (Figura 6.1).

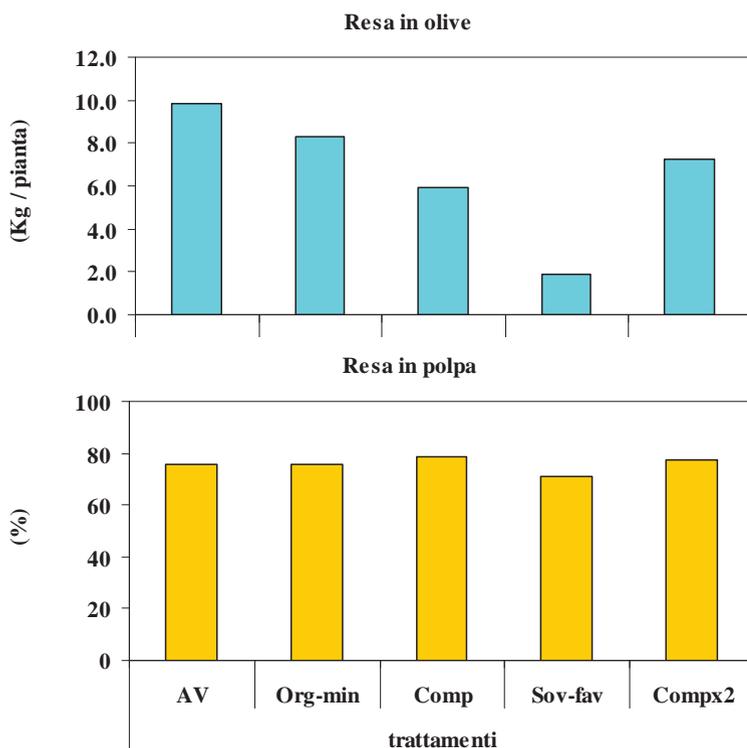


Figura 6.1 Resa in olive e in polpa nei rispettivi trattamenti (dati medi del triennio di prova) (da Fiore *et al.*, 2012).

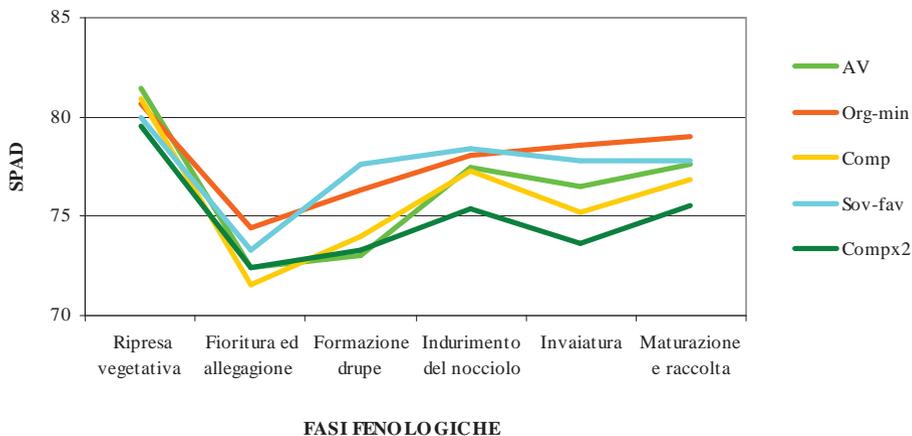


Figura 6.2 Andamento di SPAD in diverse fasi fenologiche (dati medi del triennio di prova) (da Fiore *et al.*, 2012).

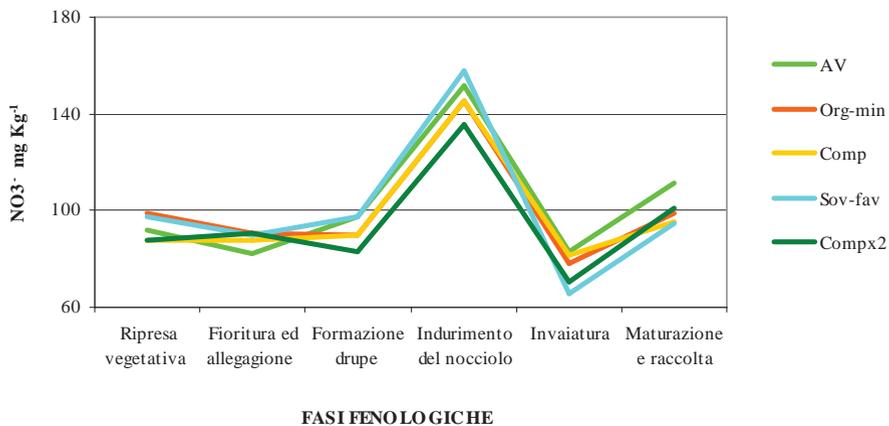


Figura 6.3 Andamento di nitrati, in diverse fasi fenologiche (dati medi del triennio di prova) (modificato da Fiore *et al.*, 2012).

L'andamento del valore di SPAD (Figura 6.2) e del contenuto in nitrati delle foglie (Figura 6.3), evidenzia una netta correlazione del valore con la fase fenologica e nessuna relazione con il trattamento.

I valori di fine prova (tf) rispetto all'inizio della prova (ti) aumentano nel suolo per la frazione estraibile (TEC) ed umificate (HA + FA) della sostanza organica, mentre non si osservano variazioni per il contenuto di carbonio organico totale (Figura 6.4).

Il caso studio riportato è stato svolto nell'ambito del Progetto: “Ricerca ed Innovazione per l’Olivicoltura Meridionale” (R.I.O.M.).
 - Sottoprogetto: “Olivicoltura”. - Area di ricerca N° 4 – Azione N° 1: “Riutilizzo agronomico delle sanse e delle acque di vegetazione”. - Finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.

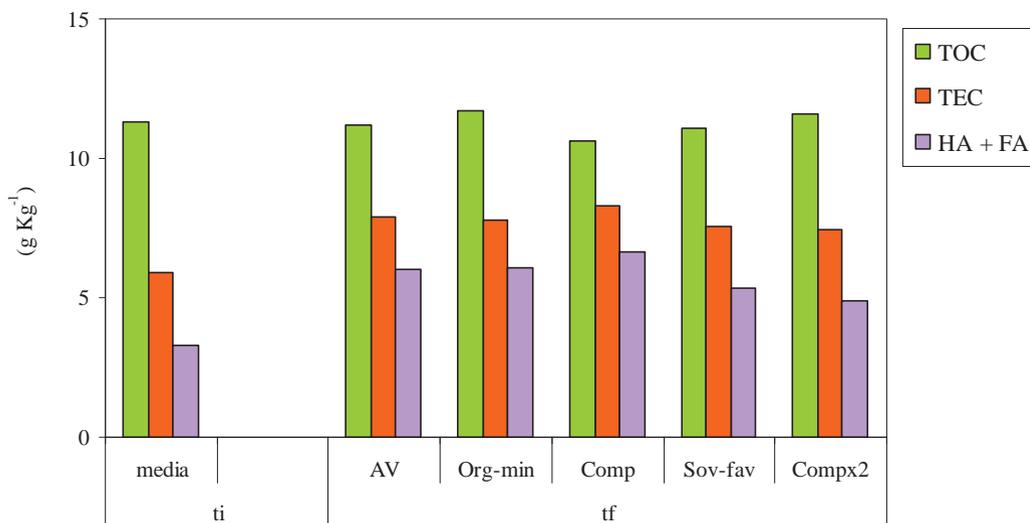


Figura 6.4 Evoluzione della fertilità del suolo olivetato in relazione ai diversi trattamenti all'inizio (ti) e alla fine (tf) della prova (da Fiore *et al.*, 2012).

7. Compostaggio aziendale di sanse

La prova di compostaggio è stata eseguita presso l'azienda sperimentale del CRA-SCA a Foggia, in impianto aziendale di compostaggio "aperto" utilizzando matrici varie di origine agroindustriale, per due anni consecutivi (COMPOST_1 e COMPOST_2). I due compost aziendali differivano soprattutto perché nel secondo anno sono stati aggiunti residui di lattuga.

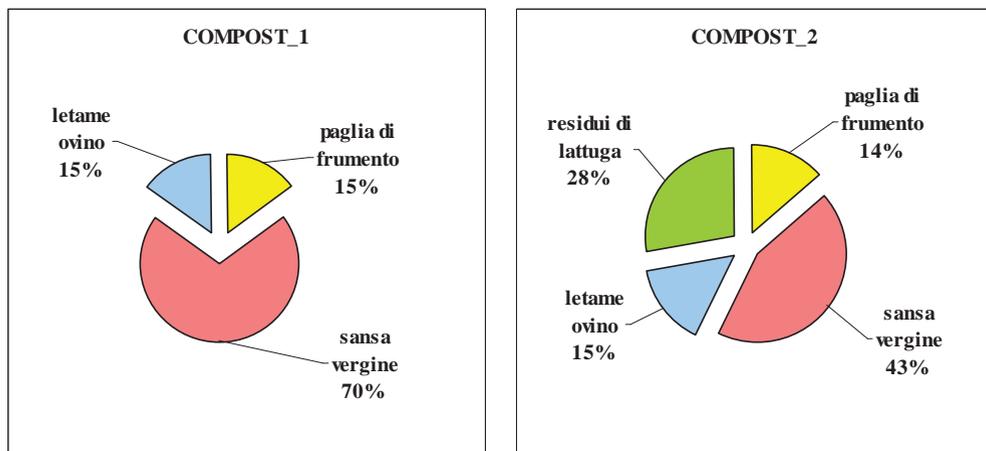


Figura 7.1 Composizione percentuale delle "matrici di partenza" impiegate per i due compost aziendali (da D'Andrea *et al.*, 2012).

Le "matrici di partenza" (paglia di frumento, sansa vergine, letame ovino, residui di lattuga) sono state omogeneizzate e miscelate accuratamente in differente percentuale (Figura 7.1), realizzando un cumulo del volume di 4 m³ ed avente altezza di 1 m e larghezza di 2 m.



Figura 7.2 Fasi del “processo di compostaggio”: a) rivoltamento iniziale, b) umettamento, c) rivoltamento finale; eseguito a Foggia presso l’Azienda Sperimentale del CRA-SCA (Foto di Ferri D., per il Progetto di Ricerca PARSIFAL).

Durante il “processo di compostaggio” (Figura 7.3), la temperatura dei cumuli è stata controllata ogni giorno con una sonda da 500 mm introdotta all’interno del cumulo ad un’altezza pari ad 1/3 misurata dal piano di campagna e a tre profondità (5 - 30 - 50 cm). L’umidità del cumulo è stata determinata ogni 2 giorni con metodo gravimetrico. Le biomasse miscelate sono state rivoltate ogni 2 - 3 giorni e quando la temperatura (in fase iniziale) superava i 60 °C e l’umidità era inferiore al 50%; inoltre nella fase termofila si è proceduto ad umettare il cumulo prima e durante il rivoltamento.

Nella figura 7.3 sono riportati gli andamenti della temperatura, della umidità e il rapporto C/N, eseguito per i rispettivi cicli di compostaggio (COMPOST_1 e COMPOST_2).

La temperatura ha mostrato un decremento significativo e graduale, l’umidità variava a seconda dell’umettamento, il rapporto C/N nel primo anno (COMPOST_1) è rimasto pressochè stabile, mentre nel secondo anno (COMPOST_2) tendeva a diminuire.

Al termine del processo di compostaggio sono stati ottenuti “compost maturi” di qualità diversa (Tabella 7.1), in particolare nelle componenti organiche, si osservano differenze significative non nel contenuto in carbonio organico totale (TOC), bensì nel carbonio estraibile totale (TEC) e negli acidi umici e fulvici (HA+FA). I parametri che indicano l’umificazione della sostanza organica [grado di umificazione (DH), tasso di umificazione (HR) e indice di umificazione (HI)], sono risultati variabili nei due compost.

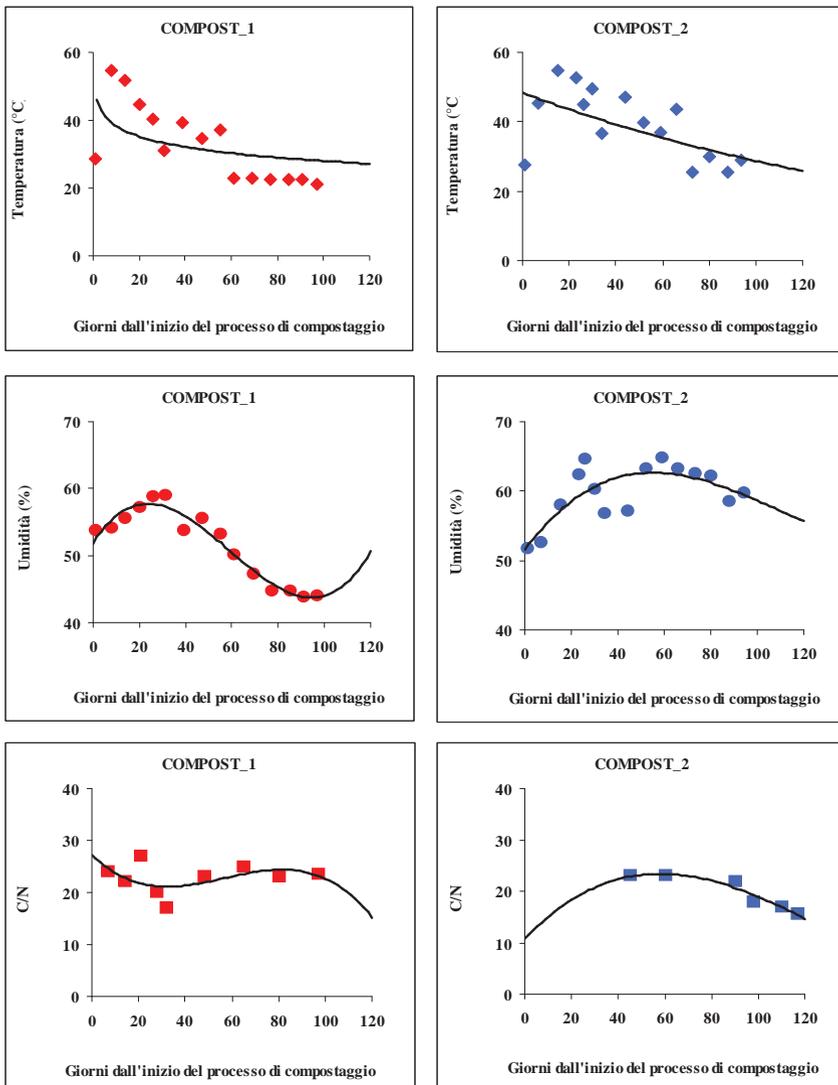


Figura 7.3 Andamenti della temperatura, della umidità e il rapporto C/N, nei rispettivi compost (COMPOST_1 e COMPOST_2) durante il processo di compostaggio (da D'Andrea *et al.*, 2012).

Tabella 7.1 Caratteristiche chimiche delle componenti organiche dei due compost aziendali al termine del processo di compostaggio (da D'Andrea *et al.*, 2012).

Compost	TOC (g kg ⁻¹)	TEC (g kg ⁻¹)	HA+FA (g kg ⁻¹)	DH (%)	HR (%)	HI
COMPOST_1	232,0	103,0	36,0	34,9	15,5	1,9
COMPOST_2	206,0	59,2	28,7	48,5	13,9	1,1

Il caso studio riportato è stato svolto nell'ambito del Progetto: "Biomasse da rifiuto: Procedure Avanzate di Recupero Sostenibile per l'Impiego Fertilizzante e di Analisi di Laboratorio" (P.A.R.S.I.F.A.L.). - Linea di ricerca: "Indagine sulle variazioni nutrizionali, agronomiche e di fertilità del suolo, con particolare riguardo alla componente organica umificata, determinate da applicazioni di biomasse di scarto in avvicendamenti colturali tipici meridionali". - Finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali.

8. Approfondimenti bibliografici

- Amirante P., 1999. Utilizzazione e smaltimento dei sottoprodotti dell'estrazione olearia e relative problematiche di impatto ambientale. Atti del "Seminario internazionale sulle innovazioni scientifiche e loro applicazione in agricoltura ed in elaiotecnica", Firenze 10-12 marzo, 45 pp.
- Ben Rouina B., Taamallah H., Ammar E., 1999. Vegetation water used as a fertilizer on young olive plants. *Acta Horticulturae*, 474: pag. 353-355.
- Bing U., Cini E., Cioni A., Laurendi V., 1994. Smaltimento-recupero delle sanse di oliva provenienti da un "due fasi" mediante distribuzione in campo. *L'Informatore Agrario*, 47: pag. 75-78.
- Bonari E., Ceccarini L., 1991. Spargimento delle acque di vegetazione dei frantoi sul terreno agrario. *L'Informatore Agrario*, 47: 49-57.
- Briccoli Bati C., Lombardo N., 1990. Effects of olive oil waste water irrigation on young olive plants. *Acta Hort.* 286: pag. 489-491.
- Brunetti G., Plaza C., Senesi N., 2005. Olive pomace amendment in Mediterranean conditions: effect on soil and humic acid properties and wheat (*Triticum turgidum* L.) yield. *J. Agric. Food Chem.*, 53 (17), pag. 6730-6737.
- Colucci R., Di Bari V., Ventrella D., Marrone G., Mastroilli M., 2002. The effect of oil mill effluents on soil aggregation properties. *Advances in Geocology*, 35: pag. 91-100.
- Convertini G., D'Andrea L., Ferri D., Montemurro F., Scazzariello M., 2005. Mill waste-water and olive pomace compost as amendments on ryegrass cropped in lysimeters. Published in "Integrating Efficient Grassland Farming and Biodiversity". Edited by R. Lillak *et al.*. Volume 10 of *Grassland Science in Europe*: pag. 364-367.
- Convertini G., D'Andrea L., Montemurro F., Debiase G., Scazzariello M., Ferri D., 2007. Effetto dei reflui oleari tal quali e trattati sulle caratteristiche chimiche di un suolo incolto e coltivato a loietto. Pubblicato in "Il suolo: sistema centrale nell'ambiente e nell'agricoltura". A cura di N. Senesi e T. Miano. Pag. 254 - 260.
- D'Andrea L., Montemurro F., Ferri D., Vonella A.V., Ferri A., 2012a. Trattamento aerobico aziendale di sottoprodotti agroindustriali per produzione di compost utilizzabili in loco. Pubblicato su *Acta Italus Hortus*. Numero 5/2012. A cura di L. Morra. Pag. 26 - 29.
- D'Andrea L., Ferri D., Vonella A.V., Montemurro F., Ferri A., 2012b. Impiego di biomasse compostate sulla coltivazione di lattuga romana (*Lactuca sativa* var. *longifolia* Lam.). Pubblicato su *Acta Italus Hortus*. Numero 5/2012. A cura di L. Morra. Pag. 96 - 98.
- Decreto Ministeriale del 6 luglio 2005. Criteri e norme tecniche generali per la disciplina regionale dell'utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e degli scarichi dei frantoi oleari, di cui all'articolo 38 del

- Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n.152. Gazzetta Ufficiale, Serie generale - n.166 luglio.
- Di Giovacchino L., Basti C., Seghetti L., Costantini N., Surricchio G., Ferrante M.L., 2004. Effects of olive pomace spreading on soil cultivated with maize and grapevine. *Agricoltura Mediterranea*, 134 (1): pag. 15-24.
 - Di Giovacchino L., Seghetti L., 1990. Lo smaltimento delle acque di vegetazione delle olive su terreno agrario destinato alla coltivazione di grano e mais. *L'Informatore Agrario*, 45: pag. 58-62.
 - FAOSTAT, 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations (<http://faostat.fao.org/>)
 - Ferri D., Convertini G., Montemurro F., Vitti C., 2002. Evoluzione di alcune proprietà chimiche di terreni pugliesi ammendati con reflui oleari. *Agricoltura Ricerca*, n. 187: pag. 81-94.
 - Ferri D., D'Andrea L., Montemurro F., Convertini G., 2009. Possible use of new amendments on lettuce: yield, quality and N utilization. Proceedings of the 14th World Fertilizer Congress of the International Scientific Centre of Fertilizers (CIEC) – “Fertilizers and Fertilization: Stewardship for Food Security, Food Quality, Environment and Nature Conservation”. 22-27 January 2006, Chiang Mai, Thailand. Edited by B. Eichler-Loebermann *et al.*. Pag. 437-453.
 - Fiestas Ros de Ursinos, 1977. Depuración de aguas residuales en las industrias y aceites de oliva. *Grasas y Aceites*, 28: pag. 113-121.
 - Fiore A., Montemurro F., Debiase G., Ferri D., D'Andrea L., 2012a. Evoluzione delle caratteristiche chimiche del suolo a seguito della fertilizzazione minerale ed organica in un oliveto. Pubblicato su *Acta Italus Hortus*. Numero 7/2012. Pag. 86-85.
 - Fiore A., Montemurro F., Debiase G., Ferri D., D'Andrea L., 2012b. Effetti dei reflui oleari sulla fertilità del suolo e sulla nutrizione di un oliveto in agricoltura biologica. Pubblicato su *Acta Italus Hortus*. Numero 7/2012. Pag. 86-89.
 - Legge 10 maggio 1976, n. 319 (Legge Merli). Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento. *Gazzetta Ufficiale* - n. 141 maggio.
 - Legge 11 novembre 1996, n. 574. Nuove norme in materia di utilizzazione agronomica delle acque di vegetazione e di scarichi di frantoi oleari. *Gazzetta Ufficiale*, Serie generale - n. 265 novembre.
 - Madejon E. Galli E., Tomati U., 1998. Composting of wastes produced by low water consuming olive mill technology. *Agrochimica* Vol. XLII – N. 3-4: pag. 135-146.
 - Mastrorilli M., Colucci R., Di Bari V., Marrone G., 2002. Evoluzione di alcune proprietà fisiche di terreni pugliesi ammendati con reflui oleari. *Agricoltura Ricerca*, N. 187: pag. 105-112.
 - Montemurro F., Convertini G., Ferri D., 2004. Mill wastewater and olive pomace compost as amendments for rye-grass. *Agronomie*, 24, pag. 481-486.

- Montemurro F., Ferri D., Convertini G., D'Andrea L., Losavio N., 2006 - Utilizzazione agronomica di matrici organiche compostate. Libro dei riassunti del Convegno "Il compost in Italia e nel bacino del Mediterraneo: l'evoluzione delle politiche europee ed i criteri di qualità del prodotto.", organizzato dal CIEC - International Scientific Centre of Fertilizers – Italian National Branch – Centro Scientifico Italiano dei Fertilizzanti. Roma, 21-22 Settembre 2006.
- Morisot A., 1979. Utilisation des mergines par épandage. *L'Olivier*, 19 (1): pag. 8-11.
- Pagliai M., Pellegrini S., Vignozzi N., Papini R., Mirabella A., Piovanelli C., Gamba C., Miclaus N., Castaldini M., De Simone C., Pini R., Pezzarossa B., Sparvoli E., 2001. Influenza dei reflui oleari sulla qualità del suolo. *L'Informatore Agrario*: "Riciclo dei reflui oleari", supplemento numero 1 al numero del 21-27 dicembre 2001.
- Papini R., Pellegrini S., Vignozzi N., Pezzarossa B., Pini R., Ceccarini L. Pagliai M., Bonari E., 2000. Impatto dello spargimento di reflui oleari su alcune caratteristiche chimiche e fisiche del suolo. Atti 18° Convegno Nazionale SICA, Catania 20-22 settembre: pag. 203-212.
- Rinaldi M., D'Andrea L., Convertini G., 2011. La fertilizzazione nei sistemi colturali cerealicoli-industriali. Pubblicato su *Fertilitas Agrorum*, Vol. IV, N. 1: pag. 3-10.
- Rinaldi M., Rana G., Introna M., 2002. Effetto dello spandimento dei reflui oleari su colture erbacee ed arboree: un biennio di sperimentazione. *Agricoltura Ricerca*, N. 187: pag. 55-64.
- Saviozzi A., Levi-Minzi R., Riffaldi R. Lupetti A., 1991. Effetto dello spandimento di acque di vegetazione sul terreno agrario. *Agrochimica*, 35: pag. 135-146.
- Tejada M., Gonzales J.L., 2001. Application of a by-product of the two-steps olive mill process on wheat under dry land conditions. *Agrochimica*, 45: pag. 199–206.
- Tomati U., 2001. Impatto ambientale ed uso di compost dalle acque reflue di frantoio. In Corso internazionale di aggiornamento tecnico scientifico: "Gestione dell'acqua e del territorio per un'olivicultura sostenibile". Napoli, 24-28 settembre 2001. Pag. 296-311.

