



progetto sansoil



PSR

PROGRAMMA
DI SVILUPPO RURALE
2007-2013
REGIONE TOSCANA

RELAZIONE COORDINATA CONCLUSIVA

**Bando multimisura per
PROGETTI INTEGRATI DI FILIERA
PSR 2007-2013 della Regione Toscana
Annualità 2011**

Progetto Integrato di Filiera (PIF)

SOGGETTO CAPOFILA

VIVAI SANDRO BRUSCHI

TITOLO DEL PROGETTO

Valorizzazione del settore vivaistico incentrata sulla tutela ambientale attuata tramite la sperimentazione di un innovativo prodotto, creato riutilizzando gli scarti dei frantoi oleari, e l'acquisizione della certificazione MPS con realizzazione di una linea di produzione-confezionamento-commercializzazione a disposizione dei partecipanti alla filiera separata da quella tradizionale dei prodotti non certificati.

Indice

Premessa	Pag. 4
Partnership	Pag.5
Durata	Pag.6
Costo	Pag.8
Innovazioni oggetto del progetto	Pag.9
Metodologia	Pag.11
Prodotti attesi	Pag.12
Risultati conseguiti	Pag.13
Ricadute economiche	Pag.33
Descrizione dettagliata dell'impatto ambientale dei risultati raggiunti con particolare riferimento alla promozione di un ecolabel e alla riduzione dell'impatto ambientale della filiera per le minori emissioni di gas serra legati al minor impiego di torba	Pag.36
Attività di trasferimento	Pag.37
Descrizione dettagliata delle attività divulgative svolte sul territorio toscano e negli eventi internazionali corredata di immagini degli eventi e degli spazi dedicati al progetto nelle varie manifestazioni	Pag.38
Bibliografia	Pag.43
Allegato: Invito Seminario Conclusivo San Soil	Pag.44

Premessa

La presente Relazione Coordinata Conclusiva rappresenta una sintesi dei dati raccolti durante il processo di attuazione del progetto San Soil.

Le relazioni semestrali che sono state inviate nel corso dell'attività di sperimentazione contengono ulteriori informazioni di dettaglio e pertanto devono essere considerate parte integrate dalla presente Relazione conclusiva.

Partenariato

Il progetto è stato finanziato nell'ambito del PSR 2007-2013 misura 124 'Cooperazione per lo sviluppo dei nuovi prodotti, processi e tecnologie nei settori agricolo e alimentare e in quello forestale' ed ha coinvolto i seguenti soggetti:

VIVAI SANDRO BRUSCHI, codice fiscale BSRSDR64L20G713Y con sede in VIA NUOVA DI CASTELLARE 22 –51100 BOTTEGONE (PT), nella persona del proprio rappresentante legale Sandro Bruschi, nato a Pistoia, il 20 luglio 1964, di seguito denominato Capofila

CNR- ISTITUTO PER I SISTEMI AGRICOLI E FORESTALI DEL MEDITERRANEO (ISAFoM), codice fiscale 80054330586 con sede in via Madonna Alta, 128 - 06128 Perugia, nella persona del Dott. Roberto Altieri come responsabile scientifico del progetto.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PERUGIA - Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale, codice fiscale 00448820548 con sede in Piazza dell'Università, 1 – 06123 Perugia, nella persona del Dott. Ermanno Federici come responsabile scientifico del progetto.

Università degli Studi della Toscana, Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroalimentari e Forestali (DIBAF), codice fiscale 80029030568, con sede in Via San Camillo de Lellis, 01100 Viterbo, nella persona del Prof. Gabriele Chilosi come responsabile scientifico del progetto.

AZ. AGR. GIEFFE di GIAMBI A. e FROSINI L. codice fiscale IT00525770475 con sede in Via Gabbellini 14 bis – 51034 Casalguidi, Pistoia, nella persona del proprio rappresentante legale Giambi Alessandro, nato a Pistoia, il 02/07/1971,

BALDACCI SOCIETA' AGR. SEMPLICE codice fiscale IT01597200474 con sede in Via Ramini snc – 51030 Masiano, Pistoia, nella persona del proprio rappresentante legale Baldacci Romano, nato a Pistoia, il 12/03/1963,

FRANTOIO PRODUTTORI AGRICOLI MONTALBANO (P.A.M.) codice fiscale 80003790476 con sede in Viale Europa 318 – 51039 Quarrata, Pistoia, nella persona del proprio rappresentante legale Pretelli Riccardo, nato a Firenze, il 11/07/1965.

Durata, fasi e azioni

Il progetto San Soil è iniziato il 01/03/2012 ed è terminato il 01/04/2014 usufruendo di una proroga di quattro mesi concessa dalla Regione Toscana per una durata complessiva delle attività di 25 mesi. Nelle tabelle seguenti sono riportati il cronoprogramma (Tab. 1) delle varie fasi/attività previste nell'ambito del progetto (Tab. 2).

Tab. 1 – Cronoprogramma degli interventi

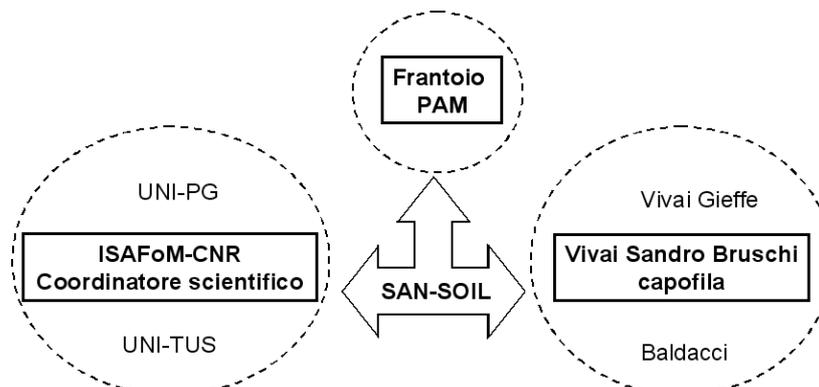
Mesi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
F1.0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
F1.1							■									■	■								
F1.2							■	■								■	■	■							
F1.3							■	■									■	■							
F1.4							■	■	■								■	■	■						
F1.5							■	■	■	■							■	■	■	■					
F2.1							■	■																	
F2.2							■	■	■	■								■	■	■	■				
F2.3										■	■	■									■	■	■		
F3.1											■	■	■									■	■	■	■
F3.2											■	■	■									■	■	■	■
F3.3							■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■		
F3.4							■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■
F3.5									■	■	■	■								■	■	■	■	■	■
F4.1										■	■	■	■	■							■	■	■	■	■
F5.1											■	■	■	■								■	■	■	■
F5.2											■	■	■	■	■						■	■	■	■	■
F5.3											■	■	■	■	■						■	■	■	■	■
F5.4											■	■	■	■	■						■	■	■	■	■
F5.5											■	■	■	■	■						■	■	■	■	■
F5.6											■	■	■	■	■						■	■	■	■	■
F5.7											■	■	■	■	■						■	■	■	■	■
F5.8											■	■	■	■	■						■	■	■	■	■
F5.9												■	■	■	■	■						■	■	■	■
F6.1							■	■		■		■	■	■	■					■	■	■	■	■	■
F6.2							■	■		■		■	■	■	■					■	■	■	■	■	■

Tab.2 – Azioni e fasi progettuali previste

Fase progettuale	Azioni previste per le varie fasi progettuali	Partner attuatore
Fase 1	F1.0	Vivaio S. Bruschi
	F1.1	PAM
	F1.2	PAM
	F1.3	PAM
	F1.4	PAM
	F1.5	PAM
Fase 2	F2.1	Vivaio S. Bruschi
	F2.2	Vivaio S. Bruschi
	F2.3	Vivaio S. Bruschi
Fase 3	F3.1	ISAFoM-CNR
	F3.2	UNIPG
	F3.3	ISAFoM-CNR
	F3.4	ISAFoM-CNR
	F3.5	UNIPG
Fase 4	F4.1	Vivaio S. Bruschi
Fase 5	F5.1	ISAFoM-CNR
	F5.2	Vivaio S. Bruschi
	F5.3	Az. Agr. Vivai Gieffe
	F5.4	Baldacci Az. Agr.
	F5.5	ISAFoM-CNR
	F5.6	UNIPG
	F5.7	UNITUS
	F5.8	UNITUS
	F5.9	Vivaio S. Bruschi
Fase 6	F6.1	Vivaio S. Bruschi
	F6.2	ISAFoM-CNR

Il progetto si è articolato in 6 fasi progettuali, prevedendo complessivamente la realizzazione di 25 azioni specifiche. Di seguito si riepilogano le 6 fasi progettuali: (FP1) Realizzazione e confezionamento in big bags della miscela sperimentale a base di sansa umida e altri scarti igroscopici (5 azioni specifiche); (FP2) Stoccaggio dei big bags contenenti la miscela sperimentale a base di reflui oleari (3 azioni specifiche); (FP3) Monitoraggio delle fasi di preparazione della miscela sperimentale ed analisi delle matrici (6 azioni specifiche); (FP4) Preparazione dei terricci sperimentali da destinare alle prove di coltivazione di piante ornamentali (1 azione specifica); (FP5) Prove di coltivazione di diverse specie di interesse vivaistico utilizzando i diversi terricci sperimentali (8 azioni specifiche); (FP6) Divulgazione tecnico-scientifica e commerciale dei risultati della sperimentazione effettuata (2 azioni specifiche).

Il diagramma seguente sintetizza le interazioni tra i partners coinvolti nel progetto SAN-SOIL.



Costo

QUADRO ECONOMICO CONSUNTIVO PROGETTO PIF SAN SOIL		
VOCI DI COSTO	SPESE SOSTENUTE	CONTRIBUTO RICHIESTO
124 - Personale non dipendente	97251,56	97251,56
124 - Missioni e trasferte	25238,07	19737,27
124 - Spese generali	6711,93	4698,35
124 - Investimenti Immateriali	77902,45	56563,8
124 - Beni di consumo	454448,82	335577,15
TOTALE	661552,83	513828,13

**Innovazioni oggetto del progetto:
"Realizzazione di terricci ad uso vivaistico con un ridotto contenuto
di torba a partire dal recupero di scarti agroindustriali".**

L'allevamento di piante in vaso richiede l'impiego di substrati di coltivazione caratterizzati da proprietà fisico-chimiche adeguate per la crescita della piante garantendo buone condizioni di aerazione e giusto apporto di elementi nutritivi alle radici. Normalmente si utilizza un miscuglio di materiali organici ed inorganici, tra cui la torba risulta il componente più utilizzato. In Italia, a partire dagli anni '60 si è registrato un forte sviluppo del settore ed un conseguente incremento del fabbisogno di torbe. Stime abbastanza recenti attestano un consumo di circa 5 milioni di m³ di torba che riguarda principalmente torbe bionde e brune importate dall'estero. Soltanto per la zona vivaistica di Pistoia, la più importante in Europa con i suoi oltre 5000 ha di vivai, si può calcolare un fabbisogno annuo pari a 175-200 mila m³.

L'intenso e crescente sfruttamento delle torbiere sta inducendo un progressivo esaurimento delle fonti di approvvigionamento; allo stesso tempo si sta registrando anche un aumento dei costi energetici connessi alle diverse fasi del processo produttivo, compreso il trasporto dai paesi produttori del Nord-Europa o del Canada. Il trasporto, in particolare, incide per oltre il 70% sul costo totale del prodotto. Inoltre, va considerato l'impatto ambientale che l'estrazione della torba produce sull'ecosistema interessato. La torba, infatti, è una risorsa "non rinnovabile", la cui formazione richiede migliaia di anni ed il cui consumo contribuisce all'incremento dei gas serra. Infine le torbiere sono considerati habitat unici dall'elevato valore naturalistico ed archeologico.

Per le ragioni esposte, si potrebbe concretizzare in un imminente futuro una proibizione dell'uso della torba, con ripercussioni sul settore vivaistico simili a quelle provocate recentemente dalla proibizione del bromuro di metile per la sterilizzazione del terreno.

Ragioni di ordine economico e di salvaguardia ambientale inducono dunque sempre più gli operatori del settore alla ricerca di materiali alternativi e ad utilizzare substrati "peat-free" maggiormente eco-compatibili.

Un esempio particolarmente significativo dell'evoluzione del mercato in tal senso è offerto dal Regno Unito dove molte catene della grande distribuzione richiedono oggi terricci "peat-free" e piante allevate in substrati praticamente privi di torba. Occorre ricordare, inoltre, che la Commissione della Comunità Europea (CE) nel 2001 ha già escluso dal rilascio del marchio comunitario di qualità ecologica (Ecolabel) i substrati di coltivazione che contengono torba o prodotti derivati.

Esistono un gran numero di rifiuti organici di origine agro-industriale che possono essere proficuamente impiegati nella produzione di ammendanti ad alto valore agronomico ed utilizzabili come surrogato della torba nel vivaismo; l'ISAFOM-CNR ha recentemente svolto indagini in tal senso utilizzando i reflui dei frantoi oleari e gli scarti della lavorazione della lana per l'ottenimento di ammendanti di qualità, conseguendo performance promettenti in diversi contesti agronomici. Tali ricerche ci hanno indotto al trasferimento applicativo della tecnologia messa a punto attraverso il progetto SANSOIL.

Finalità del progetto SANSOIL

Il programma si è posto quale obiettivo strategico la riduzione d'impiego della torba nel vivaismo, attraverso l'offerta di prodotti ammendanti alternativi derivanti, in particolare, dal recupero delle sanse dei frantoi oleari e degli scarti della filiera della lavorazione della lana.

La realizzazione degli ammendanti innovativi è stata realizzata in prossimità del frantoio, secondo una logica di filiera corta, riducendo al minimo i trasporti con conseguenti vantaggi per l'ambiente.

L'azienda vivaistica Vivai Sandro Bruschi, capofila del progetto, sotto la supervisione dell'ISAFOM-CNR di Perugia, ha curato la fase di stabilizzazione e maturazione aerobica del prodotto innovativo e quella successiva relativa al suo corretto impiego agronomico, coordinandosi

con gli altri partners (vivai) della filiera vivaistica coinvolti nel progetto per quanto attiene alle sperimentazioni aziendali realizzate.

Date le dimensioni e l'importanza commerciale dei partner individuati è presumibile che il modello di intervento proposto con il presente progetto diventi un riferimento per tutto il territorio italiano in riferimento alle realtà imprenditoriali dei settori coinvolti (vivaismo e frantoi oleari).

Obiettivi del Progetto

- A partire dal recupero degli scarti del frantoio, realizzazione di ammendanti biologicamente "stabili" e "maturi" sostitutivi della torba ed adatti al vivaismo;
- Caratterizzazione chimico-fisica e biologica degli ammendanti, con studio dell'evoluzione, durante lo stoccaggio, dei principali parametri analitici chimico-fisici e biologici di interesse agronomico;
- Sperimentazione agronomica aziendale delle miscele organiche "mature" su diverse specie di interesse vivaistico. Sostituendo la torba con le miscele sperimentali, sono state sperimentate varie tipologie di terricci a diverso contenuto dell'ammendante innovativo;
- Valutazione delle performance colturali attraverso l'analisi dei principali parametri biometrici e delle caratteristiche merceologiche (commerciali) delle coltivazioni, confrontando i risultati con gli standard aziendali;
- Valorizzazione commerciale delle colture vivaistiche realizzate senza l'impiego di torba (o con una significativa riduzione), attraverso la realizzazione e promozione di una certificazione che valorizzi il ridotto impatto ambientale della filiera;
- Proporre un modello razionale ed economicamente sostenibile di gestione degli scarti del frantoio oleario, da realizzarsi in prossimità dello stesso secondo una logica di filiera corta .

Oltre a vantaggi diretti per la filiera vivaistica, il progetto ha delle ripercussioni positive anche su quella olivicolo-olearia in quanto offre una soluzione eco-sostenibile al problema dello smaltimento dei reflui oleari, ancora oggi particolarmente sentito dagli operatori del settore. Infatti, l'utilizzo dei reflui oleari nella produzione di ammendanti evita il ricorso allo spandimento diretto sul terreno, attività peraltro non praticabile nella gran parte del territorio Toscano, secondo la norma 574/96.

Il modello proposto, inoltre, risulta particolarmente adatto al recupero degli scarti dei moderni frantoi "a due fasi" (sansa umida), più evoluti dal punto di vista tecnologico ed maggiormente eco-compatibili.

Metodologia seguita

La realizzazione e il confezionamento in big bags della miscela sperimentale a base di reflui oleari e altri scarti igroscopici (fase progettuale 1) è stata realizzata presso il frantoio PAM con una supervisione da parte dell'ISAFOM-CNR. In particolare, la miscelazione delle componenti utilizzate è stata effettuata con attrezzature comuni facilmente reperibili e dai costi contenuti. Lo stoccaggio dei big bags contenenti la "miscela fresca" (fase progettuale 2) è stata effettuata evitando percolati e monitorando, attraverso l'ausilio di sensori provvisti di datalogger, la temperatura dell'ambiente e della massa in stoccaggio. Sono stati utilizzati big bags opportunamente porosi e adatti ad un successivo facile svuotamento e riutilizzo.

Le indagini analitiche chimico-fisiche e microbiologiche inerenti alla fase 3 (Monitoraggio delle fasi di preparazione della miscela sperimentale ed analisi delle matrici) sono state effettuate in accordo a metodiche specifiche di riferimento ampiamente riportate in letteratura. In particolare sono stati utilizzati i test scientificamente più accreditati per valutare i principali fattori connessi con la "stabilità biologica" ed la "maturità" della massa ed in grado di evidenziare la componente microbiologica con particolare riferimento a quella "soppressiva" nei confronti delle principali crittogame fitopatogene. Per quanto attiene alle fasi sperimentali 4 (Preparazione dei terricci sperimentali da destinare alle prove di coltivazione di piante ornamentali) e 5 (Prove di coltivazione di diverse specie di interesse vivaistico utilizzando i diversi terricci sperimentali), le prove hanno previsto la sostituzione parziale o totale della torba con la matrice sperimentale "matura". La realizzazione dei terricci sperimentali testati nelle prove agronomiche svolte, è stata effettuata prendendo a riferimento gli standard applicativi delle singole aziende coinvolte nel progetto.

L'analisi della soppressività del compost è stata eseguita per mezzo di saggi di patogenicità nei confronti delle principali malattie presenti nel territorio delle colture vivaistiche oggetto di analisi, utilizzando terricci con diverse composizioni percentuali in base ai risultati ottenuti nelle fasi 4 e 5 del progetto. Le tesi a confronto sono state realizzate secondo uno schema a blocchi randomizzati, utilizzando almeno 4 ripetizioni. Per valutare la significatività delle eventuali differenze tra tesi a confronto, i dati raccolti sono stati sottoposti ad analisi statistica della varianza (ANOVA).

Prodotti attesi

- sviluppo di un sistema semplice e low cost per il recupero aziendale della sansa umida a fini agronomici che annulla il rischio di inquinamento ambientale connesso con lo smaltimento dei reflui dei frantoi oleari;
- produzione di circa 50 tonnellate di ammendante a base di reflui oleari “maturo” che consenta di ottenere il quantitativo sufficiente di substrato "maturo" necessario alla sperimentazione agronomica programmata;
- caratterizzazione chimico-fisica dell’ammendante sperimentale in relazione agli standard previsti dalla normativa di riferimento (D.L. 75/2010) e stima dell’efficienza fertilizzante per colture in vaso;
- isolamento ed identificazione delle comunità microbiche maggiormente attive nella degradazione delle sostanze recalcitranti presenti nei reflui oleari per potenziali impieghi in programmi di biorisanamento di siti inquinati;
- isolamento ed identificazione della eventuale componente batterica e fungina antagonista delle principali crittogame di interesse vivaistico;
- definizione di standard applicativi dell’ammendante innovativo a base di reflui oleari nella prospettiva di coltivazioni completamente *peat free*
- potenziale riduzione d’uso di fertilizzanti di sintesi e di trattamenti fitosanitari;
- riduzione dell’impatto ambientale della filiera vivaistica per le minori emissioni di gas serra legate alla riduzione dell'uso della torba.

Risultati conseguiti

Fase Progettuale 1

Azione 1.0:

Il Vivaio Sandro Buschi, capofila del progetto ha curato e coordinato la stesura della documentazione necessaria per la costituzione dell'ATS a cui hanno aderito i responsabili dei partner attivi del progetto.

Azioni 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5:

Il partner PAM ha reperito e fornito gli ingredienti (reflui oleari, paglia tritata, cascame di lana grezzo, foglie e rametti derivanti dal lavaggio delle olive) nei quantitativi necessari alla realizzazione di 50 tonnellate di miscela sperimentale fresca realizzata nelle due campagne olearie (2012 e 2013).

PAM ha predisposto il cantiere nel piazzale antistante il frantoio in modo tale da consentire, mediante l'ausilio di un carro miscelatore (Figura 1 e 2) e di un sistema di pesatura, la realizzazione delle miscele seguendo le indicazioni fornite dal partner ISAFOM-CNR.



Figura 1. Miscelazione degli ingredienti



Figura 2. Impasto degli ingredienti



Figura 3. Riempimento dei sacchi



Figura 4. Stoccaggio dei sacchi

La miscela omogenea "fresca" (Tabella 1) ha presentato un contenuto di umidità intorno al 60-65% ed un rapporto carbonio/azoto (C/N) pari a 18,6, valori ritenuti ottimali per garantire un'adeguata successiva fase di maturazione aerobica e per evitare un indesiderato percolamento dai sacchi.

Tabella 1. Ingredienti usati negli impasti, con indicazione delle percentuali del contenuto di umidità.

INGREDIENTI	kg	%	Umidità %
sansa	1000	35,2	50,8
acque di vegetazione (AV)	1160	40,8	95,1
cascame di lana	300	10,6	11,0
paglia	300	10,6	16,1
foglie/rametti da lavaggio olive	80	2,8	53,7

Dopo l'impasto la miscela è stata immediatamente confezionata nei big bag in ragione di circa 500 kg di massa ciascuno (Figura 3). Subito dopo il confezionamento i sacchi sono stati trasportati presso il locale di stoccaggio messo a disposizione dal partner Vivai Sandro Bruschi sito in località Migliarino, Pisa (Figura 4)

Fase Progettuale 2

Azioni 2.1, 2.2, 2.3

I sacchi contenenti la miscela a base di reflui oleari sono stati posti a terra in un locale opportunamente arieggiato. Durante la fase di stoccaggio e maturazione il partner 'ISAFOM-CNR ha monitorato e registrato mediante opportuni *datalogger* la temperatura dell'ambiente e della miscela in alcuni sacchi presi a campione. (Figura 5); inoltre, periodicamente, ha provveduto a valutare le emissioni gassose (ossigeno, anidride carbonica, monossido di carbonio, anidride solforosa, ammoniaca e organici volatili) raccolte da 3 sacchi campione, per controllare che la maturazione stesse avvenendo effettivamente in condizioni ottimali di ossigenazione (Figura 6). I controlli sulle emissioni hanno attestato un contenuto di ossigeno nell'aria esausta, aspirata dalla massa in compostaggio, sempre superiore al 10%, il che ha significato che il metabolismo microbico occorso è stato prevalentemente di natura aerobica.

Terminata la fase di stoccaggio i sacchi sono stati svuotati (Figura 7) ed il materiale è stato miscelato e lasciato in fase di *curing* allo scopo di ottenere un prodotto sfuso il più possibile omogeneo per le operazioni di preparazione dei terricci per l'invaso (Figura 8).



Figura 5. Monitoraggio temperatura massa

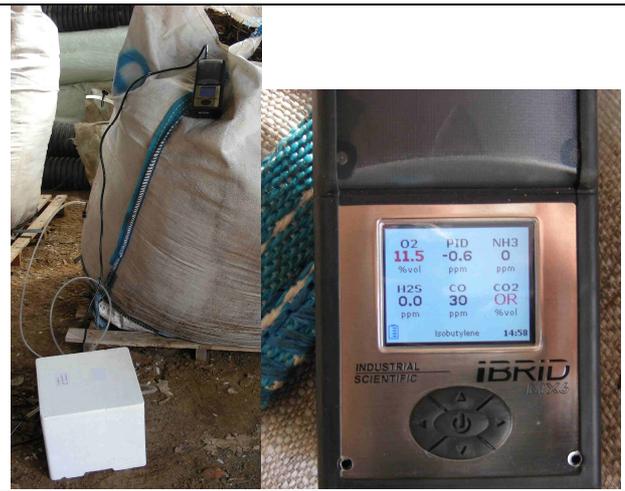


Figura 6 . Monitoraggio emissioni



Figura 7. Svuotamento dei sacchi



Figura 8. Preparazione terricci sperimentali

Fase progettuale 3

Azione 3.1, 3.3, 3.4

Il partner CNR-ISAFOM dopo aver analizzato le principali caratteristiche chimico-fisiche degli ingredienti impiegati per la produzione della miscela fresca, ha curato, durante la fase di stoccaggio in big bag, le fasi di campionamento periodico delle stesse, con l'obiettivo di valutare l'evoluzione dei principali parametri analitici di interesse agronomico (umidità, pH, conducibilità elettrica, zolfo, fosforo, azoto e totale e minerale, polifenoli totali, metalli, tra cui quelli pesanti). Contestualmente sono stati valutati i parametri connessi con la stabilità e maturità del compost in evoluzione, tra cui: l'indice di germinazione, il carbonio solubile in acqua, il carbonio umificato, gli indici respirometrici statici (SOUR, Figura 9) e dinamici (IRDP, Figura 10).

Le analisi, effettuate su campioni raccolti dopo circa 3 mesi di stoccaggio in big bag seguito da un periodo di *curing* in cumulo di un mese, hanno attestato la piena compatibilità agronomica del compost ottenuto (Figura 11). Infatti, si è evidenziata una stabilità e maturità del compost finale nonché una buona dotazione di macro e micro elementi della nutrizione vegetale, tra cui N = 3,6%; P = 0,1%; K = 2,1%; Mg = 0,2%; Ca = 0,9%; inoltre, le analisi hanno anche dimostrato la quasi completa assenza di metalli pesanti, registrati infatti a livelli ampiamente al di sotto dei limiti di ammissibilità per compost utilizzabili in Agricoltura Biologica).



Figura 9. apparecchiatura per misura SOUR



Figura 10. apparecchiatura per misura IRDP



Figura 11. Fase di *curing* del compost in cumulo

Al momento dello svuotamento dei big bags, è stato anche valutato il bilancio di massa del processo di maturazione aerobica occorsa; in particolare, è emerso che circa 60 % in peso della massa iniziale si perde durante lo stoccaggio: l'85 % di tale perdita è imputabile all'evaporazione mentre il restante 15% è dovuta alla perdita di sostanza organica; quest'ultimo valore, se riferito alla sostanza secca iniziale, corrisponde ad una degradazione di circa il 58% della sostanza organica inizialmente presente nella miscela; tale valore è del tutto paragonabile a quello che in genere si ottiene in processi tradizionali di compostaggio di matrici organiche diverse.

Ciò significa che il processo di maturazione innovativo messo a punto è del tutto assimilabile ad un vero e proprio processo di compostaggio; tale affermazione è stata confermata anche dall'analisi delle temperature registrate, durante lo stoccaggio, all'interno del big bag mediante un prototipo di impianto di rilevazione appositamente costruito e messo a punto dall'ISAFOM-CNR (Figura 12); a tal proposito, grazie all'ausilio di un particolare software (Origin 8[®]) di valutazione tridimensionale dei dati termici (isoterme) registrati mediante scheda di acquisizione del segnale Arduino Uno[®], si è dimostrato anche che circa l'80% della massa contenuta nei sacchi durante lo stoccaggio statico raggiunge e mantiene temperature superiori a 55°C per oltre 7 giorni (Figura 13), soddisfacendo ampiamente una delle prescrizioni fondamentali del compostaggio tradizionale e cioè il raggiungimento di una temperatura minima di 55°C per almeno tre giorni.



Figura 12. Prototipazione di un termistore con capsula di plastica (A) e collocazione nel Big Bag (B); sistema di acquisizione e registrazione dei dati (C)

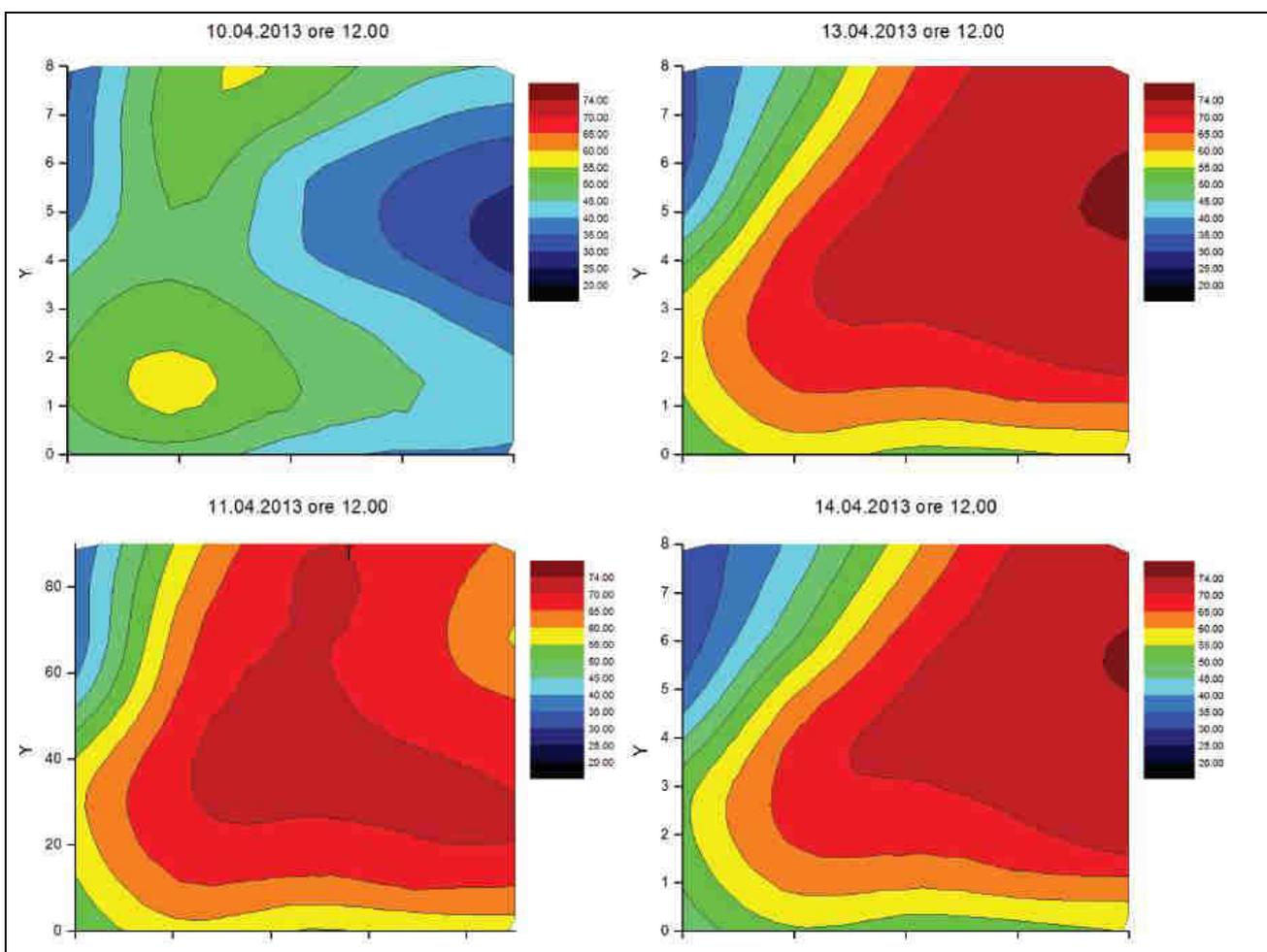


Figura 13. Isotherme all'interno della biomassa in una sezione verticale del big bag, registrate nel primo periodo di stoccaggio, che evidenziano il rapido auto-riscaldamento della biomassa stessa.

Azione 3.2

Questa azione consisteva nei campionamenti degli “ingredienti” utilizzati per la miscela da impiegare per ottenere la miscela di compost secondo le modalità stabilite dal partner ISAFoM-CNR. La sansa rappresenta uno degli ingredienti principali della miscela. Questa è stata impiegata

assieme ai seguenti materiali, dei quali poi sono state indagate le comunità microbiche responsabili della trasformazione della sostanza:

- Sansa 3 fasi;
- Acque di vegetazione;
- Paglia;
- Cascame di lana;
- Foglie

Durante questo periodo, inoltre, si è provveduto alla messa a punto del protocollo sperimentale molecolare basato sull'analisi del DNA metagenomico estratto direttamente dai campioni in esame. Come già riportato nelle precedenti relazioni, gli studi microbiologici condotti dal DBCA si sono basate principalmente su analisi molecolari del genoma delle comunità microbiche presenti nei diversi campioni senza dover ricorrere all'approccio microbiologico tradizionale basato sulla coltivazione in terreni agarizzati.

Dopo l'ottimizzazione del protocollo di estrazione del DNA per l'ottenimento di campioni in quantità e qualità congrue, si è proceduto con le conte batteriche dalle quali si evinceva come la crescita batterica nella miscela fosse più abbondante rispetto a quella che avveniva nella sansa e nelle acque di vegetazione, queste ultime in particolare sembravano inibire i batteri di quasi 100 volte rispetto alla miscela. Questo confermava la nota tossicità delle acque di vegetazione, aspetto già osservato in letteratura in virtù dell'abbondante presenza di polifenoli. La sansa, che pure è nota per avere effetti fitotossici, sembrava avere, rispetto allo scarto liquido, minori effetti inibitori nei confronti della crescita batterica. Si poteva, quindi, concludere che la miscela, in cui si aveva il contributo nutritivo delle singole matrici di partenza, rappresentava un ottimo substrato per la crescita della microflora residente e quindi per l'istaurarsi dei processi di trasformazione della materia organica che avvengono durante il compostaggio. Inoltre, l'analisi della struttura delle comunità batteriche (PCR-DGGE) presenti negli ingredienti che compongono la miscela, indicava come la ricchezza di popolazioni microbiche che compongono i singoli ingredienti del mix di compostaggio, sansa e acque di vegetazioni in particolare, fossero garanzia di una formulazione idonea alla trasformazione di questi scarti in un ammendante di qualità.

Azione 3.5

L'obiettivo di quest'azione è stato quello di monitorare l'evoluzione delle popolazioni microbiche presenti nelle fasi di maturazione aerobica della miscela sperimentale e di caratterizzare il microbiota presente nella miscela matura.

Le analisi microbiologiche si sono basate principalmente sulle metodiche molecolari le quali hanno permesso di comprendere le generali dinamiche delle popolazioni microbiche che caratterizzano il processo di compostaggio ma anche conoscere quali popolazioni contribuiscono alla trasformazione aerobica della sostanza organica.

Le miscele sperimentali sono state campionate durante le diverse fasi di maturazione aerobica, in particolare sono stati raccolti, preparati e stoccati a -20°C i seguenti campioni:

Sansa tre fasi

Miscela T0. Miscela ad inizio della prova (data: 22/2/2012);

Miscela T1. Miscela dopo 27 giorni di stoccaggio (data 20/03/2012)

Miscela T2 Miscela dopo 57 giorni di stoccaggio (data 19/04/2012)

Miscela T3 Miscela dopo 91 giorni di stoccaggio (data 23/05/2012)

Miscela T4 Miscela dopo 119 giorni di stoccaggio (data 20/06/2012)

Miscela T5 Miscela dopo 209 giorni di stoccaggio (data 17/09/2012- cumulo in curing)

Miscela TF Miscela dopo 252 giorni di stoccaggio (data 31/10/2012- cumulo in curing, termine del processo).

Dall'analisi DGGE si è osservato che la più ampia variabilità dei profili si aveva durante la fase termofila (0-119 giorni) mentre la fase di raffreddamento (119-252 giorni) era caratterizzata da una stabilizzazione della comunità, in accordo anche con quanto riscontrato da un punto di vista chimico. Essendo noto che durante il processo di compostaggio differenti popolazioni batteriche si susseguono andando a trasformare la sostanza organica in un prodotto di qualità, i dati da noi raccolti indicano chiaramente il successo del processo, dato dall'ottenimento di un prodotto maturo e pronto all'utilizzo.

Inoltre, dall'identificazione delle specie batteriche presenti nei campioni attraverso il Next Generation Sequencing (NGS) dei geni ribosomiali batterici basata su tecnologia Illumina, si è osservato che il gruppo degli *Actinobacteria*, che risultava essere molto abbondante nella sansa, mostrava una significativa riduzione all'inizio della fase attiva/termofila del processo per poi aumentare e diventare predominante durante la fase mesofila di curing. È interessante notare che, mentre nella sansa la maggior parte degli *Actinobacteria* apparteneva alla famiglia delle *Microbacteriaceae*, il compost nella fase di maturazione era caratterizzato da una grande abbondanza di *Pseudonocardia*, per lo più rappresentato da microrganismi moderatamente alofili del genere *Prauserella*.

Come previsto, le popolazioni più abbondanti nella fase attiva, quando la temperatura raggiunge e supera i 60°C, sono stati Bacilli, in particolare quelli termofili e sporigeni appartenenti al genere *Geobacillus*.

Infine, un dato degno di nota è quello che indica come il compost nella fase di maturazione era caratterizzato principalmente da una distribuzione uniforme di batteri appartenenti agli ordini *Actinomycetales*, *Sphingobacteriales*, *Burkholderiales*, *Xanthomonadales* e *Rhizobiales*.

Queste analisi avanzate, oltre a confermare i risultati ottenuti dalla DGGE sulle dinamiche delle popolazioni batteriche, mettevano in evidenza l'assenza di patogeni per l'uomo confermando la qualità del prodotto finale anche dal punto di vista microbiologico in conformità con la normativa vigente per il settore (D.L. 75/2010).

Fase progettuale 4

Azione 4.1

I Vivai Sandro Bruschi, sulla base della disponibilità del compost "maturo" SANSOIL ottenuto nelle due campagne olearie e seguendo le indicazioni contenute nei protocolli sperimentali forniti dall'ISAFOM-CNR, ha realizzato diverse tipologie di terricci utilizzando la miscela innovativa in parziale o totale sostituzione della torba.

In particolare, secondo quanto indicato nella Tabella 2, sono stati allestiti 8 terricci da mettere a confronto nella sperimentazione agronomica programmata ed attuata dai tre vivai (Bruschi, Baldacci e GIEFFE) partner del progetto SANSOIL.

Tabella 2. Descrizione delle tesi sperimentali a confronto in ciascuna prova di coltivazione

Tesi a confronto	Descrizione	Torba	Big Bag	Concimazione minerale
		% (v/v)		
TC	Testimone aziendale CONCIMATO	50	0	si
TNC	Testimone aziendale NON CONCIMATO	50	0	no
BB_33_C	Big Bag in sostituzione torba (33 %) CONCIMATO	33,3	16,6	si
BB_66_C	Big Bag in sostituzione torba (66 %)	16,6	33,3	si

CONCIMATO				
BB_100_C	Big Bag in sostituzione torba (100 %)	0	50	si
CONCIMATO				
BB_33_NC	Big Bag in sostituzione torba (33 %)	33,3	16,6	no
NON CONCIMATO				
BB_66_NC	Big Bag in sostituzione torba (66 %)	16,6	33,3	no
NON CONCIMATO				
BB_100_NC	Big Bag in sostituzione torba (100 %)	0	50	no
NON CONCIMATO				

Fase progettuale 5

Azione 5.1

L'ISAFOM-CNR, di comune accordo con il partenariato SAN SOIL, ha predisposto il "Protocollo sperimentale" da adottare presso i tre vivai implicati nel progetto.

Lo scopo della sperimentazione è stato quello di saggiare il comportamento vegetativo di giovani piante, a diverso grado di sviluppo, coltivate in vasi da 3 e 5, su terricci contenenti percentuali diverse del compost SAN SOIL in sostituzione della torba.

Lo schema sperimentale, riassunto nella Tabella 3, ha previsto la valutazione delle performance agronomiche dei diversi terricci impiegati nella coltivazione delle specie maggiormente rappresentative del florovivaismo locale; in particolare il Vivaio Sandro Bruschi ha sperimentato su 22 specie diverse, mentre i vivai Baldacci e GIEFFE sono stati impegnati su 5 specie ciascuno.

Tabella 3. Schema sperimentale prove agronomiche in vivaio

Numero di specie testate	32 - come da elenco fornito dai vivai coinvolti nel progetto SAN-SOIL
Dimensioni sperimentali minime	1024 piante
Numero tesi	8 tipologie di terriccio
Numero di piante per tesi	128 (32 piante per parcella ripetute 4 volte)
Durata delle prove di coltivazione	Un ciclo colturale ripetuto per due stagioni di crescita (anni 2012 e 2013)
Dati rilevati a campione	Giudizio sintetico sulle caratteristiche commerciali delle piante a fine coltivazione (giudizio estetico sull'aspetto esteriore, con attribuzione di un punteggio arbitrario da 1 a 5 ad opera del personale tecnico preposto dai vivai coinvolti nella sperimentazione) Peso fresco di parte epigea della pianta su un campione di almeno 8 esemplari per tesi (2 piante prese <i>random</i> per parcella)

Per ciascuna prova di coltivazione è stato adottato il classico schema sperimentale a “blocchi randomizzati” con 4 ripetizioni (Figura 14)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	1	1	1	1	1	1	1	1	●	4	4	4	4	4	4	4	4	●	7	7	7	7	7	7	7	7	7	●	6	6	6	6	6	6	6	6	6	●
3	●	1	1	1	1	1	1	1	1	●	4	4	4	4	4	4	4	4	●	7	7	7	7	7	7	7	7	7	●	6	6	6	6	6	6	6	6	6	●
4	●	1	1	1	1	1	1	1	1	●	4	4	4	4	4	4	4	4	●	7	7	7	7	7	7	7	7	7	●	6	6	6	6	6	6	6	6	6	●
5	●	1	1	1	1	1	1	1	1	●	4	4	4	4	4	4	4	4	●	7	7	7	7	7	7	7	7	7	●	6	6	6	6	6	6	6	6	6	●
6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
corridoio																																							
8	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
9	●	2	2	2	2	2	2	2	2	●	5	5	5	5	5	5	5	5	●	3	3	3	3	3	3	3	3	3	●	8	8	8	8	8	8	8	8	8	●
10	●	2	2	2	2	2	2	2	2	●	5	5	5	5	5	5	5	5	●	3	3	3	3	3	3	3	3	3	●	8	8	8	8	8	8	8	8	8	●
11	●	2	2	2	2	2	2	2	2	●	5	5	5	5	5	5	5	5	●	3	3	3	3	3	3	3	3	3	●	8	8	8	8	8	8	8	8	8	●
12	●	2	2	2	2	2	2	2	2	●	5	5	5	5	5	5	5	5	●	3	3	3	3	3	3	3	3	3	●	8	8	8	8	8	8	8	8	8	●
13	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
LEGENDA: TESI A CONFRONTO																																							
1	TC		Testimone aziendale CONCIMATO																																				
2	TNC		Testimone aziendale NON CONCIMATO																																				
3	BB_33_C		Miscela BigBag/Torba 33,5/66,5 (CONCIMATO)																																				
4	BB_66_C		Miscela BigBag/Torba 66,5/33,5 (CONCIMATO)																																				
5	BB_100_C		Miscela BigBag/Torba 100/0 (CONCIMATO)																																				
6	BB_33_NC		Miscela BigBag/Torba 33,5/66,5 (NON CONCIMATO)																																				
7	BB_66_NC		Miscela BigBag/Torba 66,5/33,5 (NON CONCIMATO)																																				
8	BB_100_NC		Miscela BigBag/Torba 100/0 (NON CONCIMATO)																																				

Figura 14. Schema di randomizzazione delle parcelle

Azione 5.2

Nel Vivaio Sandro Bruschi è stata allestita un'area dedicata all'attività di sperimentazione delle sottospecifiche piante.



Nome pianta	Decriz. misura	Sperimentazione		Totale piante progetto SANSOIL
		1° anno - numero piante	2° anno - numero piante	
Buxus micr. 'Faulkner'	Co. 3 lt	1536	1536	3072
Camellia japonica	Co. 3 lt	1024	1024	2048
Camellia sasanqua	Co. 7 lt	1024		1024
Cupressocyparis l. 'Castlew. Gold'	Co. 3 lt		2560	2560
Cupressocyparis l. 'Gold Rider'	Co. 5 lt	1024		1024
Cupressocyparis l. 'Pyramidalis'	Co. 3 lt	1536	1536	3072
Cupressocyparis leylandii	Co. 3 lt	2560		2560
Cupressus arizonica 'Fastigiata'	Co. 3 lt	1536	1536	3072
Cupressus m. 'Goldcrest'	Co. 3 lt	1024	1024	2048
Cupressus semp. 'Pyramidalis' ('Stricta')	Co. 3 lt	1536	1536	3072
Elaeagnus ebb. 'Limelight'	Co. 3 lt		1024	1024
Elaeagnus ebbingei	Co. 3 lt	1024	1024	2048
Euonymus jap. 'Bravo'	Co. 3 lt		1024	1024
Euonymus jap. 'Elegantissimus Aureus'	Co. 3 lt		1024	1024
Euonymus japonicus	Co. 3 lt	1024		1024
Juniperus in varietà	Co. 3 lt	1536	1536	3072
Nandina domestica	Co. 3 lt	1536	1536	3072
Osmanthus aquifolium (fortunei)	Co. 3 lt		1024	1024
Osmanthus burkwoodii	Co. 3 lt	1024		1024
Osmanthus heterophyllus (ilicifolius)	Co. 3 lt		1024	1024
Photinia fraseri 'Little Red Robin'	Co. 3 lt	1024	1024	2048
Photinia fraseri 'Red Robin'	Co. 3 lt	2592	2592	5184
Photinia fraseri 'Red Robin'	Co. 5 lt	2048	2048	4096
Totale piante		24608	25632	50240

Azione 5.3

Nel Vivaio Gieffe è stata allestita un'area dedicata all'attività di sperimentazione delle sottospecificate piante.



VIVAIO GIEFFE

Nome pianta	Decriz. misura	Sperimentazione		Totale piante progetto SANSOIL
		1° anno - numero piante	2° anno - numero piante	
Abelia Confetti	Co. 3 lt		1024	1024
Prunus laurocerasus 'Novita'	Co. 3 lt	1024		1024
Thuja occidentalis 'Smaragd'	Co. 3 lt		1024	1024
Viburnum lucidum	Co. 3 lt	1024		1024
Cupressus sempervirens 'Pyramidalis'	Co. 3 lt	1024		1024
Totale piante		3072	2048	5120

Azione 5.4

Nel Vivaio Baldacci è stata allestita un'area dedicata all'attività di sperimentazione delle sottospecificate piante



VIVAIO BALDACCI

Nome pianta	Decriz. misura	Sperimentazione		Totale piante progetto SANSOIL
		1° anno - numero piante	2° anno - numero piante	
Ligustrum texanum	Co. 3lt		1536	1536
Cupressus leylandii 'Gold Rider'	Co. 5lt	512		512
Cupressocyparis leylandii	Co. 3lt	1024		1024
Euonymus japonicus 'Bravo'	Co.3lt		1024	1024
Osmanthus burkwoodii	Co. 3lt	1024		1024
Totale piante		2560	2560	5120

Azione 5.5 e 5.9

Il CNR-ISAFOM ha iniziato il monitoraggio delle prove agronomiche sin dal loro allestimento.

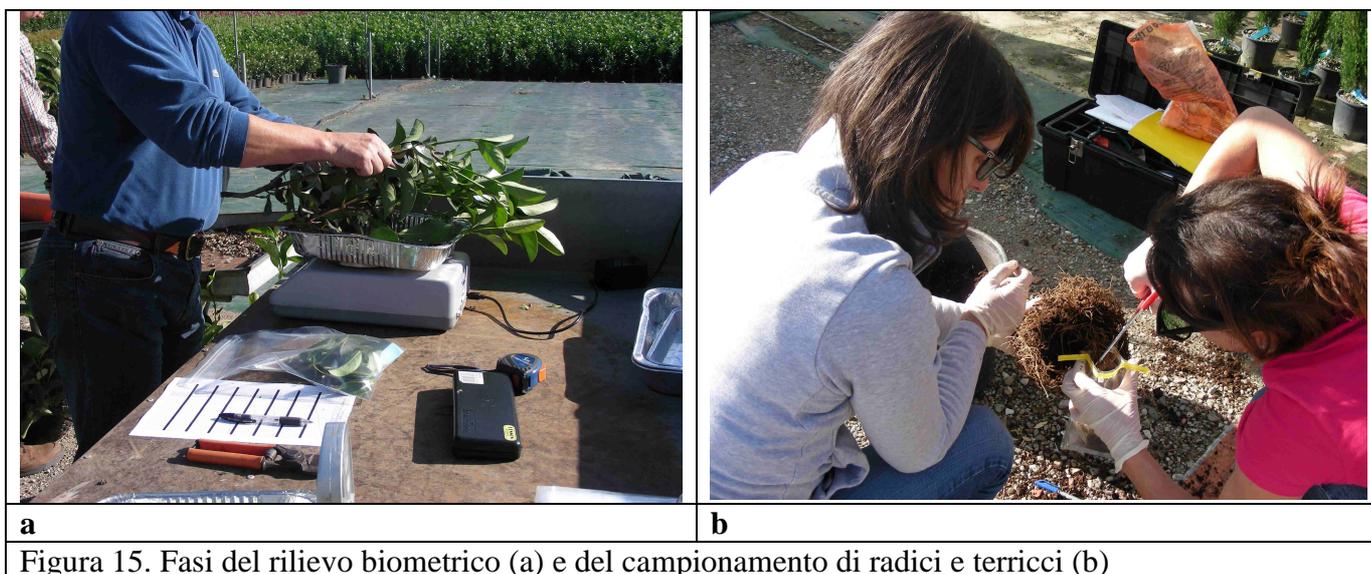
Si è provveduto infatti a valutare le principali caratteristiche dei terricci al momento dell'invaso con particolare attenzione all'eventuale fitotossicità degli stessi.

Le analisi di laboratorio anche se hanno evidenziato un incremento della conducibilità elettrica dell'estratto acquoso in funzione del quantitativo di compost SANSOIL impiegato nel terriccio, hanno comunque escluso sin da subito tale potenziale fitotossicità, valutata in termine di indice di germinabilità, anche nelle tesi (terricci) dove appunto è stato impiegato il più alto contenuto di compost SANSOIL.

Il pH dell'estratto acquoso, inoltre, aumenta in funzione del quantitativo di compost impiegato, con valori che comunque si attestano al massimo intorno alla neutralità.

Dopo circa 4-5 mesi dall'avvio della prova i terricci hanno mostrato un calo del pH a valori intorno a 6 mentre la conducibilità elettrica si è ridotta notevolmente a causa del dilavamento operato dalle piogge; tuttavia è emerso che i terricci contenenti il compost SANSOIL hanno comunque mostrato sempre valori più alti di tale parametro, evidenziando una buona ritenzione dei soluti.

Nel maggio del 2013 presso il vivaio Gieffe si è proceduto al primo monitoraggio approfondito effettuato in collaborazione del partner UNIPG su tre specie rappresentative dell'intera sperimentazione: *Viburnum lucidum*, *Prunus laurocerasus* e *Cupressus leylandii*. (Figura 15)



a

b

Figura 15. Fasi del rilievo biometrico (a) e del campionamento di radici e terricci (b)

Le misure biometriche hanno evidenziato un'ottima performance della tesi 66_BB_C che ha superato in termini di peso fresco anche lo standard aziendale. Da evidenziare, inoltre, che anche le tesi sperimentali con sostituzione della torba ma prive del concime minerale (_NC) hanno presentato performance paragonabili al controllo aziendale e nel caso del *Prunus* anche superiori (BB_66_NC).

Quest'ultimo dato evidenzia l'effetto concimante del compost, atteso viste le sue caratteristiche chimico-fisiche.

Rispetto allo standard aziendale, le analisi fogliari hanno evidenziato chiaramente una maggior presenza di azoto nelle foglie delle tesi ammendate col compost SANSOIL e concimate, indicando un effetto concimante additivo dell'ammendante sperimentale.

A novembre del 2013 è stato effettuato quindi il secondo monitoraggio relative alle tre specie in osservazione.

A differenza del precedente campionamento, nel quale diverse tesi si distinguevano statisticamente dalle altre, in questo caso si è potuto osservare in generale una maggiore omogeneità del campione; soltanto la tesi BB_33_C in Viburno e quella BB_66_C nel Cipresso, sono risultate effettivamente superiori statisticamente al controllo (TC); ciò in parte conferma le iniziali osservazioni in cui le migliori performance si possono ottenere con le tesi concimate con sostituzione della torba al 66%.

L'appiattimento delle differenze emerso nel secondo campionamento può essere in parte imputato all'intervento di potatura eseguito durante il ciclo vegetativo su Viburno e Prunus. Tuttavia, anche a distanza di circa 12 mesi dall'invaso, al momento cioè della potenziale vendita delle piante, i dati continuano ad evidenziare l'ottima performance e dunque la piena compatibilità del compost sperimentale nella sostituzione della torba in ambito vivaistico.

Riguardo all'analisi fogliare, limitando le osservazioni all'azoto, che è il principale elemento della nutrizione vegetale, si è osservata una buona dotazione nelle tre specie testate, pur essendoci differenze imputabili alla diversa fisiologia di una specie rispetto all'altra.

Dai dati di correlazione si è osservato che rispetto al prelievo di Maggio 2013, è risultata maggiore la correlazione positiva tra contenuto di azoto e presenza di compost, soprattutto in *Viburnum* e *Cupressus* anche se sono risultate non più significative le differenze del contenuto di azoto fogliare tra le diverse tesi a confronto per ciascuna specie.

Oltre alle osservazioni ed ai rilievi effettuati sulle specie in sperimentazione presso il vivaio GIEFFE, al termine della prova agronomica generale, è stato programmato ed effettuato un rilievo estetico-commerciale su tutte le specie in prova.

Il rilievo è stato realizzato dal personale tecnico dei singoli vivai esperto nel giudicare la performance commerciale delle singole specie; il rilievo è stato volto a valutare, in funzione delle caratteristiche estetiche rilevate nelle varie tesi in prova, la percentuale di piante potenzialmente vendibili al prezzo normale di mercato.

Dal rilievo, effettuato presso i Vivai Sandro Bruschi ad Ottobre 2013 (Figura 16), si evidenziano performance variabili delle tesi a confronto in funzione della specie osservate. Solo in due casi (*Camellia sasanqua* ed *Eleagnus ebbingei*) il controllo concimato (TC) ha mostrato performance statisticamente superiori alle tesi ammendate con il compost SANSOIL. Negli altri 15 casi le tesi ammendate hanno evidenziato risultati comparabili al controllo aziendale (TC), talvolta superiori (ad esempio tesi 100C, 33C e 100 NC in *Buxus micr. 'Faulkner'*), dimostrando in definitiva che il compost SANSOIL è ampiamente compatibile con l'uso vivaistico prospettato.



Figura 16. Sperimentazione presso Vivai Sandro Buschi

Rielaborando complessivamente dal punto di vista statistico i dati rilevati presso il Vivaio Sandro Bruschi (Tabella 10), indipendentemente cioè dalla singola specie osservata, emerge che solo la tesi TNC (controllo non concimato) abbia avuto performance significativamente inferiori ($p < 0,01$) al resto delle tesi a confronto, confermando dunque, in generale, l'ottima attitudine del compost SANSOIL a surrogare la torba in ambito vivaistico

La stessa tipologia di rilievo estetico-commerciale è stata effettuata sulle specie in prova presso i vivai GIEFFE e Baldacci (Figura 17).



A

B

Figura 17. Sperimentazione presso i vivai GIEFFE (A) e Baldacci (B)

Anche in questo caso si evidenzia un'ampia variabilità di risposta in funzione delle specie osservate che giustifica la vasta sperimentazione effettuata.

Comunque non emerge, nella maggioranza dei casi, una differenza netta e significativa nella performance del controllo aziendale (TC) rispetto a quella delle tesi ammendate con il compost SANSOIL (soprattutto da GIEFFE), confermando il giudizio positivo sul compost come surrogato della torba, già emerso nelle prove effettuate presso il vivaio Sandro Buschi, capofila del progetto SANSOIL.

Azione 5.6

L'obiettivo di questa azione consisteva nel valutare gli effetti che i diversi substrati da invasatura sperimentali potevano avere sulla microflora autoctona e su come quest'ultima, a sua volta, potesse mediare gli effetti sulla salute delle piante.

In particolare, sono state prelevate otto piante per tesi relativamente ad ogni varietà utilizzata, dopo 6 e 12 mesi (quest'ultimo tempo segna il termine del trial) dall'inizio della sperimentazione:

Cupressus sempervirens 'Pyramidalis'

Viburnum lucidum

Prunus laurocerasus 'Novita'

Da queste sono stati ottenuti 3 tipologie di campione, secondo la procedura sperimentale riportata schematicamente in Figura 6:

bulk soil, ovvero il suolo non penetrato dalle radici;

rizosfera cioè il suolo adeso alle radici della pianta;

radici;

I dati ottenuti indicavano chiaramente che sostituire la torba con il compost ottenuto nella prima fase di questo progetto, non inibiva la crescita dei microrganismi del sistema suolo-pianta e quindi non andava a compromettere la corretta crescita della pianta. Al contrario, dopo 6 mesi era possibile osservare una significativa stimolazione della crescita microbica che è possibile mettere in relazione con la stimolazione della crescita delle piante. Dopo 12 mesi questi effetti sembravano essere meno evidenti suggerendo come il microbiota del sistema suolo-pianta abbia raggiunto un equilibrio.

Inoltre, si evinceva che i terricci contenenti il compost causavano delle modificazioni alla struttura delle comunità batterica e fungina sia del suolo che nelle radici dopo 6 mesi dall'inizio della sperimentazione. Questi dati risultavano essere in buon accordo anche con quanto riscontrato dai rilievi agronomici effettuati da altri Partner in cui si osservava un incremento della crescita, specialmente quando la torba veniva sostituita per il 33 ed il 66% del volume totale. Va, infatti, messo in evidenza che anche se il compost da sansa rappresentava l'ingrediente principale di tutti i diversi terricci sperimentali, il suo utilizzo in percentuali diverse, portava a specifiche modificazioni nei *fingerprint* delle comunità, come indicato dal calcolo delle similarità tra profili. Questa evidenza sperimentale indica chiaramente che le modificazioni delle comunità batteriche e fungine osservate dopo 6 mesi erano legate al miglioramento delle performances delle piante sottolineando il ruolo fondamentale che i microrganismi svolgono nella mediazione degli effetti dell'aggiunta di un substrato organico come il compost derivante da scarti oleari.

Al fine di avere una visione completa e approfondita anche degli effetti sulle comunità batteriche dopo 6 mesi, i sequenziamenti di nuova generazione (NGS) dei geni ribosomiali batterici sono stati utilizzati per indagare la comunità presente nel suolo delle piante controllo e di quelle coltivate utilizzando compost. Anche in questo caso, come precedentemente descritto nel caso della caratterizzazione del processo di compostaggio, l'approccio sperimentale ha prodotto un'enorme quantità di dati che sono stati oggetto di un'approfondita elaborazione e di cui qui vengono riportate e commentate solo le evidenze più importanti circa l'identificazione delle popolazioni batteriche più abbondanti. Ogni campione analizzato ha fornito, infatti, 10000 sequenze di rRNA batterico (scelte a random) che poi sono state analizzate da un punto di vista bioinformatico per procedere con

l'assegnazione tassonomica fino al livello di genere. I risultati hanno indicato che i Proteobacteria erano il Phylum maggioritario sia nelle piante coltivate con la torba sia in quelle coltivate con compost, seguiti dai *Bacteroidetes*, dagli *Actinobacteria* e dai *Verrucomicrobia*. Si è osservato inoltre che sia i *Bacteroidetes* che gli *Actinobacteria* venivano stimolati, seppure in lieve misura, quando il compost sostituiva la torba mentre i phyla *Acidobacteria* e *Planctomycetes* erano sempre i meno rappresentati.

L'elaborazione dei dati ottenuti mostrava la presenza di gruppi batterici a cui appartengono specie con note capacità di stimolazione della crescita della pianta (per esempio appartenenti alla famiglie delle *Burkholderiaceae*, *Pseudomonadaceae* e *Flavobacteraceae*). E' inoltre importante notare che i profili di distribuzione nel suolo e nella rizosfera erano molto simili. Questa indicazione è molto importante in quanto conferma che le popolazioni batteriche che possono avere un effetto positivo sulla crescita della pianta riuscivano a colonizzare la rizosfera. E', infatti, proprio questa parte di suolo adesa alle radici che rappresenta il microcosmo in cui le popolazioni microbiche del sistema suolo-pianta svolgono maggiormente il loro ruolo di mediatori degli effetti sulla salute e sulla crescita della pianta stessa.

Azione 5.7

Monitoraggio fitopatologico presso il vivaio allo scopo di eseguire una valutazione delle principali emergenze fitopatologiche ed isolare patogeni fungini da utilizzare nelle prove di soppressività (realizzata dal partner UNITUS). I vivai non presentano casi fitopatologici di rilievo. Sono state rilevate fitopatologie su bosso e photinia ascrivibili a funghi fitopatogeni di origine tellurica. Pertanto l'attenzione è stata focalizzata su photinia, specie inclusa nella programmazione. In stretta collaborazione con la dott.ssa Martina Lotti di Bruschi Vivai, è stato effettuato un rilievo sulle piante di photinia allevate sui diversi substrati da protocollo su due distinte repliche. Nel mese di maggio 2013 sono stati notati su photinia dei diffusi appassimenti ed avvizzimenti nelle diverse parcelle. E' stato eseguito un rilievo sulla diffusione di tali sintomi. Campioni di piante sono stati prelevati ed analizzati presso il laboratorio fitopatologico del DIBAF. I sintomi sono stati classificati come numero percentuale di piante appassite ed avvizzite. I risultati, riportati nelle figure 2 e 3, indicano come tendenzialmente le piante coltivate su lo standard aziendale siano maggiormente colpite mentre quelle coltivate su substrato contenente sansoil presentino percentuali di diffusione sicuramente minori. Le piante cresciute su BB 100 NC risultano quelle significativamente meno colpite in termini di appassimento ed avvizzimento. Piante sintomatiche ed asintomatiche sono state campionate e sottoposte ad analisi fitopatologica con lo scopo di identificare l'agente eziologico della malattia. L'analisi eseguita presso il laboratorio di patologia vegetale del DIBAF ha permesso di isolare una serie di potenziali specie patogene e saprofitarie di natura fungina, quali *Sclerotinia sclerotiorum* e *Aspergillus* spp., senza tuttavia evidenziare specie preponderanti. E' stata quindi eseguita una anamnesi presso il vivaio Bruschi. Da essa è scaturito come le piante in osservazione siano state sottoposte a stress dovuto ad un repentino abbassamento termico a fine inverno con danni diretti e potenzialmente indiretti da stress di natura biotica. Tuttavia, le piante allevate in substrati contenenti sansoil hanno evidenziato generalmente una minore percentuale di dannosità rispetto al convenzionale.

Azione 5.8

Valutazione della potenziale soppressività nei confronti dei principali agenti fitopatogeni dei terricci durante le coltivazioni sperimentali. Valutazioni tecnico-scientifiche sul monitoraggio effettuato (realizzata dal partner UNITUS).

Tale azione è stata messa in atto attraverso l'analisi della soppressività potenziale *in vitro* come caratterizzazione della componente microbica benefica ed antagonista colonizzante il compost sansoil. È stata quindi analizzato il potere soppressivo dei substrati da protocollo su photinia nei confronti di patogeni di origine tellurica.

5.8.1. potenziale microbiologico

Obiettivo delle attività *in vitro* è stato innanzitutto di isolare ed identificare le specie fungine e batteriche colture presenti, al termine del processo di compostaggio caratterizzandone l'attività antagonista nei confronti dei fitopatogeni tellurici *Phytophthora cactorum* e *Sclerotinia sclerotiorum*, agenti, tra l'altro, di marciumi radicali e del colletto di specie vivaistiche.

5.8.1.1 Isolamento e identificazione specie fungine e batteriche

Dal compost sansoil sono state isolate diverse specie fungine ascrivibili principalmente al genere *Penicillium* ed *Aspergillus*, ascomiceti in massima parte aerobici a diffusione ubiquitaria ed a notevole attitudine saprofitaria, per questo attivi colonizzatori di substrati organici in decomposizione *P. ochrachloron*, *Aspergillus fumigatus*, *A. terreus*, *Emericella nidulans*, *Monascus ruber*, *P. spinulosum*.

Nel compost è risultata dominante (più del 70 % delle UFC totali sviluppatesi) *P. ochrachloron*. In generale, essa è stata isolata abbondantemente anche dai substrati di coltivazione, al pari di una specie del genere *Penicillium*, presente in discreto numero anche nell'ammendante compostato di partenza. Entrambe le specie sono state isolate anche dal substrato standard concimato (tesi TC), in cui erano presenti in misura quasi esclusiva, sebbene in numero largamente minore rispetto ai substrati ammendati con compost. A confronto con la ridotta diversità e numerosità di specie fungine dei substrati contenenti solo torba (TNC e TC), il compost risulta una matrice estremamente ricca. Da un lato, questa considerazione permette di ipotizzare maggiore il contributo del compost nel determinare la struttura della comunità fungina nei substrati misti torba – compost, rispetto a quello della comunità fungina colture residente nel co – costituente torboso. Sono state isolate dai substrati di coltivazione contenenti esclusivamente compost specie non presenti nel compost stesso di partenza. È il caso della specie, di identificazione non certa, appartenente al medesimo genere *Coniothyrium* di cui fa parte *C. minitans*, nota per le sue doti di iperparassitismo nei confronti di *S. sclerotiorum*, di cui parassitizza e distrugge gli sclerozi. *A. fumigatus* è un componente essenziale della microflora fungina del compost, al cui interno svolge un ruolo essenziale nella degradazione della sostanza organica nella fase di bio-ossidazione e può contribuire ad aumentarne la soppressività. *A. terreus*, ascomicete a crescita piuttosto lenta, produce metaboliti in grado di inibire fortemente la crescita di numerosi patogeni.

Oltre alla componente fungina, è stata isolata da compost sansoil anche la componente batteriche e successivamente identificata morfologicamente e molecolarmente con la collaborazione con la Unità del Prof. Ermanno Federici del dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie. Tra esse sono state identificate *Bacillus subtilis*, *B. pumilus*, *P. firmus*, *Pseudomonas chlororaphis*, *P. koreensis*, già riportate come specie benefiche ed antagoniste presenti nel suolo e nel compost.

5.8.1.2 Struttura della comunità fungina colture residente nei substrati di coltivazione

Per ciò che concerne il totale della frequenza dei funghi colonizzanti ciascun substrato, le tesi ammendate con compost hanno mostrato in media un numero maggiore di colonie (+ 106 %) rispetto ai substrati con sola torba. Sotto questo punto di vista, è apparsa cruciale anche l'influenza della concimazione minerale, che ha permesso un incremento medio delle UFC g_{ps}^{-1} del 47 % circa nelle tesi ammendate con compost e di circa il 95 % nei substrati con sola torba.

L'analisi della composizione specifica della microflora fungina colture consente di fare considerazioni dello stesso tipo anche per quanto concerne il dato di diversità. È interessante notare come, nelle tesi sperimentali concimate, all'aumentare della percentuale di ammendante impiegato in sostituzione della torba, tenda a ridursi progressivamente il totale delle UFC g_{ps}^{-1} (che si mantiene pur sempre molto maggiore rispetto al substrato standard), ma tenda di pari passo ad incrementare la diversità specifica riscontrabile (anche se da questo punto di vista la 33C e la 66C non risultano differenti). Nelle tesi sperimentali non concimate, invece, oltre che a ridursi nel caso del 66NC il numero di UFC g_{ps}^{-1} , tende a restringersi la stessa diversità specifica, non risultando tra

loro differenti la 33NC e la 66NC. Quanto osservato può trovare spiegazione nell'interazione positiva, che sembra così configurarsi, tra la maggior percentuale di compost (maggior diversità di specie in partenza) e la maggior disponibilità di nutrienti (incremento numerico delle UFC g_{ps}^{-1} a livello di singola specie), anche tenuto conto che la torba rappresenta, per funghi saprofiti, un substrato di crescita facilmente colonizzabile.

5.8.1.3. Caratterizzazione *in vitro* dell'attività antagonistica degli isolati fungini e dalla componente abiotica dei substrati di coltivazione nei confronti di *P. cactorum* e *S. sclerotiorum*

Per caratterizzare l'eventuale attività di antagonismo diretto espletata dalle specie componenti la microflora fungina colturabile, residente nell'ammendante compostato tal quale e nei substrati di coltivazione con questo costituiti (in purezza od in miscela con torba) sono stati allestiti una serie di test di antagonismo *in vitro* secondo la tecnica del co-sviluppo duale nei confronti di *P. cactorum* e *S. sclerotiorum*. Gli isolati fungini isolati da compost in forma diversa hanno dimostrato di possedere una capacità antagonistica *in vitro*.

L'analisi statistica (ANOVA ed il *post – hoc* test di Fischer per $P < 0,01$) evidenziano l'esistenza di livelli di antagonismo differenti tra le specie indicate nei confronti di entrambi i patogeni, presi in considerazione singolarmente.

Per quanto riguarda le specie fungine isolate dai substrati di coltivazione, la risposta di inibizione di *P. cactorum* è stata simile a quella indotta dagli antagonisti isolati da compost (-61,1 % e -65,5 %, rispettivamente). È risultata divergente invece la risposta a *S. sclerotiorum*. Le specie fungine isolate da compost hanno inibito in media per il 14,5 % in meno rispetto a quelle provenienti dai substrati (-33 % rispetto a -47,5 %).

In generale, comunque, la capacità di una specie antagonista di inibire *S. sclerotiorum* è apparsa positivamente correlata, in misura significativa, all'attività di inibizione nei confronti di *P. cactorum* ($r = 0,845$), sebbene il primo patogeno sia risultato inibito meno che proporzionalmente del secondo.

Tra le specie batteriche isolate da compost sansoil solo *Bacillus subtilis* ha determinato una inibizione consistente sia nei confronti di *S. sclerotiorum*, mentre sono risultate antagoniste con valori significativamente diversi *B. subtilis*, *B. pumilus* e *Pseudomonas chlororaptis* nei confronti di *P. cactorum*.

Per quanto riguarda il potenziale di inibizione della componente abiotica dei substrati di coltivazione nei confronti di funghi fitopatogeni, l'effetto della componente abiotica è blandamente repressivo (sempre inferiore al 20 % di inibizione) o persino leggermente stimolante lo sviluppo dei patogeni oggetto di studio, se si fa eccezione per il comportamento di *P. cactorum* sull'estratto microfiltrato della tesi 33NC e per quello di *S. sclerotiorum* sulla 33CA risultare forse più evidente è la forte variabilità denotata dalla risposta del patogeno anche nei confronti di terreni di coltura arricchiti con i medesimi estratti. Questo risultato conferma che la componente vivente (funghi, batteri ed attinomiceti) sono i responsabili della repressività di un ammendante compostato nei confronti dei patogeni tellurici.

I valori dell'indice di germinazione, tutti al di sopra del 60 %, permettono di escludere la possibilità di comparsa di sintomi di fitotossicità sulla pianta nel corso del ciclo di coltivazione.

5.8.2 valutazione della attività soppressiva del compost sansoil e dei substrati di coltivazione su *Photinia fraseri*

La presente attività è stata condotta per valutare il potere soppressivo del compost sansoil nei confronti di una delle specie introdotte nella sperimentazione. Tale aspetto è stato preceduto da una valutazione dell'accrescimento della pianta allevata sui diversi substrati allo scopo di evidenziare il

comportamento di photinia in molte sue componenti e rendere disponibili per la divulgazione dati produttivi utili al trasferimento tecnologico.

5.8.2.1 variazione nell'accrescimento di *Photinia fraseri* cv. "Red Robin" sui substrati contenenti compost sansoil

A questo scopo, su un campione di piante rappresentativo di ciascuna tesi, sono stati compiuti rilievi dei parametri biometrici di vegetazione in due momenti distinti, a circa due mesi di distanza l'uno dall'altro: all'inizio del ciclo di coltivazione, su piante appena invasate, ed a circa due mesi di distanza dal primo, un mese dopo l'avvio della ripresa vegetativa.

Per quanto riguarda l'incremento percentuale tra i valori rilevati al tempo zero e dopo due mesi di accrescimento, il substrato convenzionale non concimato è risultato come prevedibile non idoneo. Nei substrati contenenti sansoil e concimati gli incrementi di biomassa totale sono risultati significativamente maggiori, così come la lunghezza della parte aerea dove anche i substrati non concimati hanno prodotto accrescimenti significativi. Tale aspetto può essere messo in relazione con l'apporto di elementi nutritivi in forma costante e continuativa dovuta al processo di mineralizzazione della componente organica del compost.

Per quanto concerne il rapporto tra biomassa secca epigea e radicale (B.S.epi / B.S.rad), indice descrittivo dell'influenza della nutrizione sull'accrescimento ponderale della pianta, la presenza di compost ha determinato valori minori dell'indice rispetto al convenzionale concimato. Nelle tesi non concimate si è assistito ad un valore molto basso del convenzionale con torba, mentre all'aumentare della dose di compost il rapporto è aumentato in modo consistente, probabilmente in virtù dell'apporto nutrizionale derivante dalla mineralizzazione che promosso la maggiore sviluppo della parte aerea, rispetto all'apparato radicale. In caso di concimazione, tale andamento è risultato inverso con una maggiore espansione dell'apparato radicale

5.8.2.2 soppressività dei diversi substrati di coltivazione contenenti compost sansoil su *Photinia fraseri* cv. "Red Robin" nei confronti di *Sclerotinia sclerotiorum* e *Phytophthora cactorum*

Nell'ambito del progetto è stato anche valutato l'effetto dei diversi substrati sulla prevenzione di malattie di origine tellurica. I biosaggi *in vivo* per la determinazione dell'incidenza delle malattie sono stati condotti in vaso, su piante di *Photinia fraseri* 'Red Robin' inoculate con i due patogeni *P. cactorum* e *S. sclerotiorum*.

Nonostante le condizioni di inoculazione più favorevoli al patogeno rispetto a quelle della pianta si è assistito ad un moderato sviluppo dei sintomi. Per quanto riguarda *S. sclerotiorum*, sono risultate colpite le piante inoculate e cresciute nel substrato convenzionale con e senza concimazione. I sintomi sono risultati a carico del colletto con tacche brune e depresse. Le tesi contenenti compost sansoil non hanno manifestato in genere questi sintomi rimanendo sane per il decorso della crescita. Per quanto riguarda la prova di soppressività nei confronti di *P. cactorum*, non sono stati rilevati sintomi diretti a carico dell'apparato radicale. La presenza del patogeno ha influito sullo sviluppo delle radici. Come precedentemente osservato lo sviluppo delle radici è stato più rilevante nelle tesi concimate. Tuttavia la presenza del patogeno ha determinato generalmente una diminuzione del peso fresco radicale anche se con differenze fra le tesi non significative. L'altezza della pianta non ha subito generalmente conseguenze dalla inoculazione.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti nel quadro delle azioni 5.7 e 5.8 mettono in evidenza la buona attitudine all'impiego agronomico dell'ammendante compostato da sanse olearie testato in merito alle sue caratteristiche chimico fisiche e microbiologiche. L'abbondanza e diversità di specie fungine e batteriche colonizzanti il compost sansoil rendono questo un complemento per la costituzione di

substrati di crescita in vivaismo economico e di grande interesse agronomico e fitopatologico. Come si evince dai risultati riportati, la torba possiede una carica microbiologica trascurabile, mentre sia il compost sansoil che i substrati dove esso è stato utilizzato presentano una carica microbiologica significativamente maggiore. Questo aspetto si traduce in uno stimolo per la crescita della pianta. Su photinia lo sviluppo in assenza di concimazione minerale delle piante allevate sui diversi substrati addizionati con sansoil può difatti essere stato determinato non solo dall'apporto nutrizionale derivante dal processo di mineralizzazione, ma anche dallo stimolo alla crescita dei microrganismi presenti nel compost quali *A. fumigatus* e *B. subtilis* (Hayat et al., 2010 *Annals of Microbiology*, 60, 579-598; Bijender e Satyanarayana, 2011 *Physiology and Molecular Biology of Plants* 93-103).

Le prove di accrescimento di *P. fraseri* cv. "Red Robin", non hanno fatto riscontrare alcun effetto di fitotossicità delle matrici compostate, neppure quando presenti in misura esclusiva, rispetto alla torba. Al contrario, è stato accertato che i migliori risultati in termini di accrescimento vengono conseguiti a percentuali di sostituzione pari o superiori al 66 %, indipendentemente dal ricorso alla fertilizzazione minerale. Quest'ultima si è invece resa indispensabile in substrati a matrice organica esclusivamente torbosa, per via della dotazione propria di nutrienti notoriamente ridotta di questi materiali. I risultati ottenuti, specialmente riguardo alle *performance* di accrescimento e l'assenza di fitotossicità, sono state confermate dalle corrispondenti trial presso i vivai del progetto.

I risultati della soppressività *in vivo* dei diversi substrati contenenti compost sansoil indicano come in generale la presenza del compost si traduce in una maggiore tolleranza nei confronti di *S. sclerotiorum* e *P. cactorum*. Tuttavia non è stato possibile apprezzare una significativa differenza fra le tesi.

Ricadute economiche

Stima del vantaggio economico derivante dalla produzione ed impiego vivaistico del compost SANSOIL

Considerati: il consumo annuo di torba del Vivaio Sandro Bruschi, pari a 3500 m³, il prezzo reale di acquisto della torba, pari a 37€/m³, ed ammettendo una sostituzione della torba pari al 66% con il compost SANSOIL, emerge che il solo Vivaio Sandro Bruschi ha una potenzialità di risparmio nell'acquisto di torba pari a 2310 m³ che potrebbe determinare un potenziale mancato aggravio economico per il vivaio stesso pari a 85.470 €.

Tuttavia, per effettuare una stima ragionevole della convenienza economica del metodo SANSOIL è necessario considerare i costi di produzione del compost "maturo" SANSOIL; a tal proposito, si forniscono, nelle Tabelle 1 e 2, i parametri tecnico-economici essenziali necessari per una stima dei costi, quantificati con una ragionevole certezza grazie all'esperienza applicativa svolta, nell'ambito del progetto SANSOIL, presso il frantoio PAM.

Tabella 1. Metodo SANSOIL - parametri tecnico-economici utilizzati nella stima		
OLIVE MOLITE DAL FRANTOIO A DUE FASI	t	1.500
Sansa umida prodotta dal frantoio (85% olive molite)	t	1.275
Nocciolino prodotto (10% olive molite)	t	150
Sansa umida denocciolata prodotta	t	1.125
Acqua di vegetazione prodotta (10% olive molite)	t	150
REFLUO OLEARIO DA TRATTARE	t	1.275
paglia da acquistare (5% miscela)	t	75,0
cascami di lana da acquistare (5% miscela)	t	75,0
foglie e rametti recuperati in frantoio (5% miscela)	t	75,0
TOTALE SUBSTRATO FRESCO	t	1.500
TOTALE SUBSTRATO FRESCO (densità = 0,6 t/mc)	mc	2.500
Capacità operativa dell'impianto di miscelazione-triturazione	t/h	4
Tempo di lavoro dell'impianto di riciclaggio (8 h/giorno)	giorni	46,9
Numero di sacchi (Big Bag) da acquistare	#	2.500
Superficie totale di copertura per stoccaggio (1,6 volte l'area di base dei sacchi)	mq	4.000
TOTALE SUBSTRATO MATURO vendibile (90% substrato fresco)	mc	2.250
TOTALE SUBSTRATO MATURO vendibile (40% substrato fresco)	t	600
Investimento iniziale V ₀ (acquisto denocciolatrice + biotrituratore-miscelatore)	€	30.000,00
Valore residuo investimento (V _n , n = 15 anni)	€	0,00

Tabella 2. Metodo SANSOIL - Stima costi			
COSTI FISSI ANNUI			%
Ammortamento dell'investimento iniziale $((V_0 - V_n)/15)$	€	2.000,00	2,7
Interessi, manutenzione, assicurazione e ricovero (5 % V_0)	€	1.500,00	2,0
Costi stoccaggio (copertura e movimentazione sacchi) = 15,60 €/t	€	23.400,00	31,7
altro (10% costi fissi)	€	2.690,00	3,6
COSTI VARIABILI ANNUI			
Acquisto paglia (80€/t, compreso trasporto)	€	6.000,00	8,1
Acquisto cascami di lana (40€/t, compreso trasporto)	€	3.000,00	4,1
Acquisto sacchi (8 €/sacco) usato per due anni	€	10.000,00	13,5
Manodopera (15 €/h, due operai x 1,5 volte tempo lavoro impianto)	€	16.875,00	22,9
Energia (0,17 €/KWh), assorbimento 45 KWh complessivi	€	2.869,00	3,9
Mancato ricavo dalla vendita della sansa umida "denocciolata"	€	0,00	0,0
Imprevisti (8% COSTI TOTALI)	€	5.467,00	7,4
Costo totale annuo compost maturo	€	73.807,00	
Costo unitario compost maturo	€/m ³	32,80	

Dai calcoli emerge che per produrre 2250 m³ di compost SANSOIL "maturo", pari pressoché al fabbisogno annuo (2310 m³), del solo Vivaio Sandro Bruschi, il frantoio PAM che effettua la molitura di circa 1500 tonnellate di olive all'anno, dovrebbe spendere circa 73.807 €; è evidente che tale cifra risulta inferiore a quanto spenderebbe il vivaio stesso per l'acquisto dello stesso volume di torba (83.250 €), determinando un potenziale risparmio economico annuo di circa 10.000 € per il Vivaio, qualora fosse disponibile a coprire le intere spese sostenute per la produzione del compost SANSOIL.

Una volta coperti integralmente i costi di produzione del compost con il potenziale ricavo ottenuto dalla vendita al vivaio dell'ammendante, il frantoio PAM avrebbe poi un notevole ulteriore vantaggio economico dall'operazione di produzione del compost SANSOIL; infatti, oltre alla vendita del compost bisogna considerare il ricavo ulteriore che il frantoio otterrebbe dalla vendita del nocciolino, recuperato a monte del processo, pari a 22.500 € qualora si consideri un prezzo di mercato di 150 €/ton, nonché il vantaggio economico derivante dal mancato costo di smaltimento dei reflui oleari prodotti; per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, se si considera il quantitativo annuo di reflui prodotti dal frantoio PAM, pari a 1.275 m³ (Tabella 1) ed il costo medio da sostenere per lo spargimento sui suoli, pari a circa 15€/m³ (costo che può anche raddoppiarsi qualora il frantoio preveda il conferimento del refluo stesso al sistema di depurazione) si determinerebbe una mancata spesa (= ricavo) potenziale minima pari a i 19.125 €, cifra che sommata al ricavo derivante dalla vendita del nocciolino determinerebbe un aumento consistente della voce positiva del bilancio del frantoio, pari complessivamente a 41.625 €, cifra di tutto rispetto, considerato il fatturato medio annuo del frantoio stesso.

Inoltre, è da rimarcare che nei costi è stata inserita una spesa unitaria per lo stoccaggio abbastanza penalizzante, avendo immaginato la costruzione *ex novo* di una copertura apposita, il cui costo di realizzazione è stato stimato a *forfait* pari a 45€/m². Naturalmente, qualora il locale necessario per

lo stoccaggio fosse già disponibile, come è successo nel progetto SANSOIL, i relativi costi, che incidono per oltre il 30% del costo annuo complessivo, verrebbero notevolmente a ridursi, anche in considerazione del fatto che il locale per lo stoccaggio sarebbe in effetti impegnato per la maturazione del compost solo per circa 4-5 mesi/anno (approssimativamente nel periodo Dicembre-Aprile), rimanendo a disposizione per altri usi economici nella rimanente parte dell'anno.

E' presumibile dunque che in virtù di sinergie tra gli operatori del settore si possano ottenere vantaggi economici ancor più rilevanti dall'adozione della metodologia SANSOIL.

La dimostrazione concreta di buone performance agronomiche da parte dei terricci sperimentali a base di reflui oleari potrà generare anche ulteriori benefici economici diretti per i vivaisti legati alla riduzione di impiego di pesticidi e concimi chimici durante le coltivazioni.

CONCLUSIONI

L'indagine tecnico-economica riguardante il metodo per il riciclaggio a fini vivaistici dei reflui oleari, messo a punto nel progetto SANSOIL, ha dato risultati interessanti riguardo alle potenzialità applicative, facendone ragionevolmente prospettare una diffusione tra gli operatori del settore.

Il tutto naturalmente potrà verificarsi realmente solo se si riescano ad attivare a livello territoriale quelle sinergie necessarie tra le potenziali imprese da coinvolgere; solo cioè se nasce una reale domanda di compost maturo come surrogato della torba potrà innescarsi la conseguente offerta del prodotto realizzato con il metodo SANSOIL.

Il sistema SANSOIL, peraltro, incentiverebbe i moderni frantoi a lavorare a due fasi, con conseguenti benefici per l'ambiente legati al ridotto consumo di acqua di processo e di energia nell'estrazione dell'olio, esaltandone peraltro qualità organolettiche e nutrizionali.

Si determinerebbe, infine, un potenziale risparmio del consumo di torba, prodotto "non rinnovabile" e dunque ad elevato impatto ambientale, il cui consumo contribuisce all'incremento dei gas serra soprattutto per le attività di estrazione e trasporto. Per le ragioni esposte, si potrebbe concretizzare, in un imminente futuro, una proibizione dell'uso della torba, con ripercussioni sul settore vivaistico simili a quelle provocate recentemente dalla proibizione del bromuro di metile per la sterilizzazione del terreno; ragioni di ordine economico e di salvaguardia ambientale inducono dunque sempre più gli operatori del settore alla ricerca di materiali alternativi e ad utilizzare substrati *peat-free* maggiormente eco-compatibili.

In questo senso avere a disposizione una metodologia comprovata (SANSOIL) per la produzione di un prodotto alternativo alla torba, che sia stato ampiamente testato in campo, risulta strategico per il settore vivaistico.

Descrizione dettagliata dell'impatto ambientale dei risultati raggiunti con particolare riferimento alla promozione di un ecolabel e alla riduzione dell'impatto ambientale della filiera per le minori emissioni di gas serra legati al minor impiego di torba.

I risultati agronomici del progetto SANSOIL ci consentono di sostenere con ragionevole certezza che è possibile ridurre il quantitativo di torba di almeno il 50 % in volume nella realizzazione di terricci per numerose specie vivaistiche coltivate in vaso, surrogandola proficuamente con l'ammendante ottenuto a partire dagli scarti dei frantoi oleari compostato in modo innovativo.

Considerando che 10 kg di torba asportati dai siti di estrazione, sono destinati ad emettere, durante l'inevitabile mineralizzazione, circa 18 kg di CO₂, corrispondente a circa il quantitativo prodotto da un'automobile in 100 km di tragitto, è facile calcolare il beneficio immediato e diretto per l'ambiente derivante dall'adozione dell'innovazione SANSOIL, in termini di riduzione di rilascio nell'ambiente di gas con "effetto serra."

Ad esempio la sola Azienda Vivai Sandro Bruschi che consuma circa 700 tonnellate di torba all'anno consente di evitare l'emissione in atmosfera di circa 1300 tonnellate di CO₂.

Agendo secondo una logica di "filiera corta", la possibilità di produrre in loco ammendanti di qualità ad uso vivaistico alternativi alla torba consente, inoltre, di ridurre ulteriormente le emissioni di CO₂ legate ai lunghi trasporti necessari per l'approvvigionamento della torba stessa dai lontani siti estrazione, presenti tipicamente nelle regioni più fredde del globo terrestre.

L'esito positivo del progetto si spera sproni le aziende del settore a recuperare in modo proficuo dal punto di vista economico gli scarti dei frantoi oleari, che hanno dimostrato di essere un ottimo sottoprodotto da valorizzare piuttosto che uno scarto da smaltire; a tal proposito, il mancato smaltimento in campo dei reflui oleari, sistema al momento praticato dalla quasi totalità degli operatori del settore, oltre che un risparmio economico per il frantoiano determina anche una sensibile riduzione dei rischi di inquinamento delle acque superficiali e profonde legati ad uno scorretto spandimento sul suolo dei reflui oleari stessi.

Il progetto SANSOIL, risponde in modo proficuo anche alle emergenti esigenze del mercato vivaistico sempre più attento ad una produzione eco-sostenibile, fornendo soluzioni concrete e alternative all'uso della torba, nell'ottica dell'ottenimento di produzioni *peat-free*.

L'adozione della tecnologia SANSOIL, infine, oltre che alimentare il settore vivaistico, potrebbe anche soddisfare in modo proficuo le esigenze di aziende agricole di pieno campo, operanti nel settore del "Biologico" ; ciò contribuirebbe ad arricchire i suoli in sostanza organica umificata, contrastando il processo di "desertificazione" in corso soprattutto nell'ambiente "Mediterraneo", dove la produzione olearia peraltro è più diffusa.

Attività di trasferimento realizzate

Il trasferimento di tecnologie, ovvero l'utilizzo del terriccio San-Soil durante l'attività di coltivazione, è avvenuto nel corso degli ultimi mesi di progetto. Tale fase è stata realizzata iniziando a far maturare il nuovo terriccio in modo da averlo disponibile per la prossima stagione di invasatura.

In tale occasione sarà possibile non solo utilizzare il San Soil per le varietà oggetto di sperimentazione ma anche allargare l'impiego del nuovo terriccio a molte altre varietà, dando così un contributo importante al processo di sperimentazione.

Il trasferimento ha riguardato anche la diffusione del *know how* agli altri partecipanti indiretti al progetto San Soil. In questo modo si è data la possibilità di allargare la platea dei potenziali utilizzatori del San Soil contribuendo alla sua affermazione commerciale sul mercato. Infatti sarebbe auspicabile che il mercato esprimesse la domanda esplicita di avere piante coltivate ed invasate utilizzando il terriccio ottenuto riducendo la presenza della torba a vantaggio degli scarti oleari trasformati.

Descrizione dettagliata delle attività divulgative svolte sul territorio toscano e negli eventi internazionali corredata di immagini degli eventi e degli spazi dedicati al progetto nelle varie manifestazioni.

Pubblicazioni

Per sostenere l'attività di divulgazione sono state realizzate le seguenti pubblicazioni:

n.1000 copie del volume intitolato 'Il Nuovo terriccio San Soil della Vivai Sandro Bruschi' in lingua inglese ed italiano

n.3000 copie del depliant intitolato 'San Soil: a new artificial soil useful for all markets in the world' in lingua inglese, italiano, spagnolo, tedesco, francese

n.2000 copie del volume intitolato 'Cultivation with Olive waste in ornamental nursery: San Soil Project' in lingua italiano, inglese, francese, tedesco, russo, turco, portoghese, spagnolo.

Dette pubblicazioni sono state distribuite durante gli eventi e inviate per posta ai clienti principali ed agli opinion leaders.

PARTECIPAZIONE EVENTO IPM ESSEN 2013

Essen (Germania) 22-25/01/2013

Durante la fiera, in data 22/01/2013, è stato realizzato un evento finalizzato a comunicare ai clienti e ai partecipanti i risultati dell'attività di sperimentazione del Progetto San-Soil. L'evento, a cui erano stati invitati a partecipare oltre 700 aziende, prevedeva la esposizione di n.3 relazioni, da parte di tre funzionari della Vivai Sandro Bruschi, che sottolineavano l'importanza di disporre di un terriccio in cui la torba fosse sostituita in tutto od in parte con il recupero e la trasformazione di un rifiuto. Inoltre i partecipanti sono stati invitati a visitare il campo sperimentale allestito presso i nostri vivai. Durante l'evento è stato distribuito parte del materiale divulgativo realizzato all'interno del progetto (pubblicazioni, volumi e depliant) ed è stato offerto un buffet con i prodotti tipici toscani.

L'evento è stato realizzato all'interno del nostro stand allestito in fiera.



PARTECIPAZIONE EVENTO IBERFLORA 2012
Valencia (Spagna) 03-05/10/2012



Durante la fiera, in data 04/10/2012, è stato realizzato un evento finalizzato a comunicare ai clienti e ai partecipanti i risultati dell'attività di sperimentazione. Durante l'evento è stato distribuito parte del materiale divulgativo realizzato all'interno del progetto (pubblicazioni, volumi e depliant) ed è stato offerto un buffet con i prodotti tipici toscani. L'evento è stato realizzato all'interno del nostro stand allestito in fiera.

PARTECIPAZIONE EVENTO FOUR OAKS 2012
Birmingham (Inghilterra) 03-04/09/2012

Durante la fiera, in data 03/09/2012, è stato realizzato un evento finalizzato a comunicare ai clienti e ai partecipanti i risultati dell'attività di sperimentazione. L'evento, a cui erano stati invitati a partecipare oltre 200 aziende, prevedeva la esposizione di n.3 relazioni che sottolineavano l'importanza di disporre di un terriccio in cui la torba fosse sostituita in tutto od in parte con il recupero e la trasformazione di un rifiuto. Inoltre i partecipanti sono stati invitati a visitare il campo sperimentale allestito presso i nostri vivai. Durante l'evento è stato distribuito parte del materiale divulgativo realizzato all'interno del progetto (pubblicazioni, volumi e depliant) ed è stato offerto un buffet con i prodotti tipici toscani.

L'evento è stato realizzato all'interno del nostro stand allestito in fiera.



PARTECIPAZIONE EVENTO SALON DU VEGETAL 2014

Angers (Francia) – 18-20/02/2014

Durante la fiera, in data 19/02/2014, è stato realizzato un evento finalizzato a comunicare ai clienti e ai partecipanti i risultati dell'attività di sperimentazione. L'evento, a cui erano stati invitati a partecipare oltre 400 aziende, prevedeva la esposizione di n.3 relazioni che sottolineavano l'importanza di disporre di un terriccio in cui la torba fosse sostituita in tutto od in parte con il recupero e la trasformazione di un rifiuto. Inoltre i partecipanti sono stati invitati a visitare il campo sperimentale allestito presso i nostri vivai. Durante l'evento è stato distribuito parte del materiale divulgativo realizzato all'interno del progetto (pubblicazioni, volumi e depliant) ed è stato offerto un buffet con i prodotti tipici toscani.

L'evento è stato realizzato all'interno del nostro stand allestito in fiera.



REALIZZAZIONE PAGINE DIVULGATIVE SUL SITO DELLA VIVAI SANDRO BRUSCHI

L'attività divulgativa ha compreso anche la realizzazione di alcune pagine all'interno del sito www.vivaisandrobruschi.it.

Il sito, che è quotidianamente consultato dai nostri clienti internazionali, ha rappresentato un ottimo veicolo per far conoscere il progetto e sensibilizzare il mercato sulla necessità di disporre di terricci Peat Free. Tutto il materiale divulgativo prodotto e distribuito durante gli eventi, è stato inserito sul sito.

Divulgazione CNR-ISAFOM

- Partecipazione in data 14/12/2011 alla giornata di divulgazione inerente la presentazione dei progetti PIF Toscana ammessi a finanziamento per l'annualità 2011, tra cui il progetto SAN-SOIL, tenutasi a Pistoia presso il CE.SPE.VI, nell'ambito della assemblea distrettuale del distretto rurale vivaistico-ornamentale di Pistoia.

- Tutte le attività sperimentali svolte nell'ambito del progetto SANSOIL sono state riassunte in un breve video scaricabile dal sito: <http://www.mediafire.com/download.php?t2w745k20m5a7km>

- Ad Ottobre 2013 una delegazione del personale CNR-ISAFOM impegnata nel progetto SANSOIL ha partecipato ai lavori della conferenza internazionale: *Biochars, Composts and Digestates (BCD2013) - Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact* - che si è tenuta dal 17 al 20 Ottobre 2013 presso l'Università degli Studi di Bari.

In collaborazione con il partenariato SANSOIL sono stati presentati i seguenti contributi in forma di POSTER, lasciando agli atti (e-Proceedings) i rispettivi abstract prodotti in lingua inglese:

- Altieri R., Esposito A., Castellani F., Stanzione V., Federici E., Fidati L., Cenci G., Chilosi G., Aleandri M.P., Martignoni D., Dell'Unto D., Bruschi S., Spagnesi R., Lotti M., Giambi A., Frosini L., Baldacci R., Pretelli R., (2013), *San-soil project: new peat-free potting soil improvers from zero-miles olive mill waste recycling*, International Conference BCD 2013 Biochars, Composts, and Digestates: Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact, Bari, Italy, 17-20 October, e-proceedings
- Federici E., Fidati L., Esposito A., Castellani F., Stanzione V., Lotti M., Spagnesi R., Cenci G., Altieri R. (2013), *Agronomical and Microbiological Effects of Olive Mill Waste Compost Used as a Potting Substrate for Ornamental Plants*, International Conference BCD 2013 Biochars, Composts, and Digestates: Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact, Bari, Italy, 17-20 October, e-proceedings
- Altieri R., Esposito A., Castellani F., Stanzione V., Fidati L., Chilosi G., Federici E., (2013), *Static procedure for composting olive mill waste*, International Conference BCD 2013 Biochars, Composts, and Digestates: Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact, Bari, Italy, 17-20 October, e-proceedings
- Federici E., Fidati L., Cenci G., Esposito A., Altieri R. (2013) *Molecular Analyses of Bacterial Community Dynamics During the Static Composting of Olive Mill Waste*, International Conference BCD 2013 Biochars, Composts, and Digestates: Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact, Bari, Italy, 17-20 October, e-proceedings
- Chilosi G., Dell'Unto D., Martignoni D., Aleandri M.P., Reda R., Vannini A., Federici E., Fidati L., Altieri R., Esposito A., Spagnesi R., Lotti M. (2013), *Potential suppressiveness and effect on *Photinia fraseri* growth by a composted amendment from olive mill wastes*, International Conference BCD 2013 Biochars, Composts, and Digestates: Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact, Bari, Italy, 17-20 October, e-proceedings

- Partecipazione al Convegno Nazionale dal titolo: *Substrati derivanti da sottoprodotti di filiere agroalimentari nel florovivaismo*, tenutosi a Perugia il 9 dicembre 2013 presso l'aula magna della Facoltà di Agraria dell'Università di Perugia sita nel Complesso monumentale di San Pietro, Via Borgo XX Giugno, 74 - 06121 Perugia.

In tale ambito è stata presentata una nota scritta dal Dott. Roberto Altieri effettuata su espresso invito da parte del comitato organizzatore presieduto dal Prof. Primo Proietti. La nota è pubblicata negli atti del convegno curati da Primo Proietti e da Luigi Nasini dell'Università degli Studi di Perugia.

Convegno conclusivo

L'attività di divulgazione trova il suo punto centrale nella realizzazione di un convegno a cui sono invitati a partecipare tutte le aziende del settore vivaistico, durante il quale sono illustrati da parte dei principali attori le conclusioni raggiunte con l'attività di sperimentazione realizzata. La giornata, prevista per il 14 Ottobre 2014 presso il podere agrituristico 'Casale dell'Orso', avrà lo svolgimento come da programma allegato.

Attività collaterali

Nell'ambito del progetto San Soil è stata prodotta una parte fondamentale della Tesi di Dottorato della Dr.ssa Laura Fidati, già beneficiaria di una borsa di studio finanziata da SAN SOIL, dal titolo "*Riciclo e valorizzazione dei sottoprodotti dell'industria olearia: effetti sul microbiota del sistema suolo-pianta*".

Nell'ambito del progetto San Soil è stato inoltre possibile inserire due tesi :

- Tesi di laurea sperimentale magistrale in collaborazione con la Università degli Studi della Tuscia, dipartimento DAFNE – Corso di Laurea specialistica in Scienze e tecnologie agrarie dal titolo 'Utilizzo di un ammendante compostato da sanse olearie in sostituzione alla torba e suo potenziale soppressivo.' che è stata discussa dal candidato Davide dell'Unto.

- Tesi di laurea triennale in collaborazione con UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA FACOLTA' DI SCIENZE Matematiche Fisiche e Naturali – Corso di Laurea triennale in Biotecnologie dal titolo 'VALORIZZAZIONE DI SCARTI DELL'INDUSTRIA OLEARIA COME SUBSTRATI DA INVASATURA: EFFETTI SUL MICROBIOTA DEL SISTEMA SUOLO-PIANTA' che è stata discussa dalla candidata Maya Petricciuolo.

Infine si segnala che attività divulgativa è stata svolta in occasione della fiera IPM Essen 2014. Detta manifestazione, non essendo a suo tempo stata indicata nel progetto approvato, non è stata considerata ai fini della contribuzione.

Durante la fiera di Essen abbiamo ripetuto l'iniziativa promozionale realizzata nell'edizione 2013 riscuotendo un notevole interesse da parte delle aziende partecipanti in quanto è stato possibile comunicare i dati finali della sperimentazione.

Per completezza si segnala anche la partecipazione alla manifestazione 'Expo Rurale' che si è tenuta a Firenze nel settembre 2013 in cui sono stati esposti alcuni pannelli illustrativi del progetto.

Bibliografia

- Budge, S. P., J. M. Whipps, 1991. Glasshouse trials of *Coniothyrium minitans* and *Trichoderma* species for the biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* in celery and lettuce. *Plant Pathology* Volume 40, Issue 1, pages 59–66, March 1991
- Bijender Singh,, and T. Satyanarayana. "Microbial phytases in phosphorus acquisition and plant growth promotion." *Physiology and Molecular Biology of Plants* 17.2 (2011): 93-103.
- Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., & Ahmed, I., 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Annals of Microbiology*, 60(4), 579-598.
- Hirte, W.F., 1969. The use of dilution plate method for the determination of soil microflora. The qualitative demonstration of bacteria and actinomycetes. *Zentralblatt für Bakteriologie und Supplementum Infektionskrankheiten Hygiene* 123, 167–178.
- Rai B., D. B. Singh, 1980. Antagonistic activity of some leaf surface microfungi against *Alternaria Brassicae* and *Drechslera Graminea*. *Transactions of the British Mycological Society*, Volume 75, Issue 3, 1980, Pages 363–369.
- Suarez-Estrella, F., C. Vargas-Garcia, M.J. Lopez, C. Capel, J. Moreno, 2006. Antagonistic activity of bacteria and fungi from horticultural compost against *Fusarium oxysporum* f. sp. *Melonis*. *Crop Protection* 26 (2007) 46–53
- Zucconi, F., Monaco A, Forte, M., de Bertoldi, M., 1985. Phytotoxins during the stabilization of organic matter, in: Gasser, J.K.R. (Ed.), *Composting of agricultural and other wastes*,. Elsevier Applied Science Publishers, London, UK. pp.73-86.

14 OTTOBRE 2014

SEMINARIO CONCLUSIVO PROGETTO SAN SOIL

**CASALE DELL'ORSO
PISTOIA**

PROGRAMMA

ore 10.30 Saluti da parte del Rappresentante Coldiretti

ore 10.50 Intervento Roberto Altieri, CNR-ISAFOM Perugia

Tecnologia SANSOIL: valutazioni chimico-fisiche ed agronomiche del compost in relazione al suo impiego vivaistico come surrogato della torba nella produzione di terricci per colture in vaso.

ore 11.10 Intervento Ermanno Federici, Università degli studi di Perugia

Tecnologia SANSOIL: ruolo dei microrganismi nel processo di compostaggio e nella mediazione degli effetti sul sistema suolo pianta.

ore 11.30 Intervento Gabriele Chiosi Università degli studi della Tuscia

Gli effetti del San Soil sulla gestione aziendale e sull'ambiente

ore 11.50 Interventi da parte delle aziende partecipanti

ore 12.10 Conclusioni di Sandro Bruschi

ore 12.30 Pranzo