

Relazione finale coordinata
Pif Igan Eco Pot
Misura 124
Capofila Vivai Sandro Bruschi

Indice

Premessa

1. Partenariato

2. Durata del Progetto

3. Costo del Progetto per macrovoci

4. Innovazione oggetto del Progetto

5. Metodologia, tempistica, prodotti attesi e risultati conseguiti

6. Ricadute economiche e ricadute ambientali

7. Attività di trasferimento e divulgazione

8. Conclusioni

9. Documentazione fotografica

Premessa.

La presente Relazione costituisce una sintesi elaborata dal Capofila con lo scopo di fornire, coordinando i rapporti semestrali e finali trasmessi all'Ufficio regionale competente dai soggetti attuatori, una traccia che illustri con chiarezza, senza pretese esaustive, come il Progetto Eco Pot è stato realizzato.

Più esplicitamente la Vivai Sandro Bruschi ha condotto un'accurata ricognizione finale presso i soggetti che avevano l'onere di attuare, insieme al Capofila, il Progetto Eco Pot approvato ai sensi della Misura 124, raccogliendo le informazioni necessarie.

In questo modo si sono ulteriormente rafforzati quei rapporti di collaborazione tra i partecipanti al progetto Eco Pot, che hanno costituito la premessa essenziale per la riuscita del progetto stesso.

Preme evidenziare fin da subito le difficoltà operative incontrate, dipendenti in primo luogo dalla congiuntura negativa del vivaismo e dal forte connotato innovativo del vaso, che hanno reso ardua l'attuazione delle azioni previste dal Progetto.

D'altra parte i soggetti attuatori, grazie alla loro determinazione, alle loro competenze, alla capacità di lavorare insieme, sono riusciti a raggiungere il risultato apprezzabile di sperimentare un contenitore biodegradabile, che può rappresentare una svolta innovativa nell'attività di coltivazione e commercializzazione delle piante ornamentali.

1. Partenariato.

I partecipanti diretti impegnati nell'attuazione del progetto Eco Pot, approvato ai sensi della Misura 124 - PRS 2007-2013, sono complessivamente n. 7, di cui:

N. 3 Aziende agricole:

- Vivai Sandro Bruschi in qualità di Capofila;
- Vivai Piante Masetti Sabino s.s.a;
- Romiti F.lli Mario & Marco soc.agr.;

N. 1 Impresa di servizi:

- Impresa Verde Pistoia;

N. 3 Enti didattici e di ricerca:

- Dipartimento di Ingegneria civile ed industriale (DICI) dell'Università di Pisa (UNIFI);
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per i Sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo (CNR-ISAFoM);
- Dipartimento di Biologia Cellulare e Ambientale (DBCA) dell'Università degli Studi di Perugia (UNIPG).

2. Durata del Progetto

Le azioni per la realizzazione del progetto sono iniziate il **18 Giugno 2013** e si sono concluse in data **6 Luglio 2015**, nel rispetto del termine, due volte prorogato, del 15 luglio 2015.

3. Costo del Progetto per macrovoci.

Riepilogo delle varie posizioni

| Mis 124 - PIF ECO-POT Vivai Bruschi Sandro | Spesa Rendicontata (€) | Spesa assegnata in DUA (€) | Variazione (€) |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Missioni e trasferte | 0,00 | 1.500,00 | -1.500,00 |
| Spese generali | 0,00 | 5.000,00 | -5.000,00 |
| Investimenti immateriali | 0,00 | 4.000,00 | -4.000,00 |
| Beni di Consumo | 260.537,95 | 255.000,00 | 5.537,95 |
| Totale | 260.537,95 | 265.500,00 | -4.962,05 |

| Mis 124 - PIF ECO-POT Soc.Agr. Vivai Piante Masetti Sabino S.S. | Spesa Rendicontata (€) | Spesa assegnata in DUA (€) | Variazione (€) |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Spese generali | 3.500,00 | 3.500,00 | 0,00 |
| Investimenti immateriali | 2.250,00 | 2.980,00 | -730,00 |
| Beni di Consumo | 29.545,00 | 23.500,00 | 6.045,00 |
| Totale | 35.295,00 | 29.980,00 | 5.315,00 |

| Mis 124 - PIF ECO-POT Impresa Verde Pistoia SRL | Spesa Rendicontata (€) | Spesa assegnata in DUA (€) | Variazione (€) |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Personale | 9.880,29 | 10.000,00 | -119,71 |
| Investimenti immateriali | 10.047,46 | 19.800,00 | -9.752,54 |
| Totale | 19.927,75 | 29.800,00 | -9.872,25 |

| Mis 124 - PIF ECO-POT Soc.Agr. F.lli Romiti Mario e Marco S.S. | Spesa Rendicontata (€) | Spesa assegnata in DUA (€) | Variazione (€) |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Spese generali | 3.500,00 | 3.500,00 | 0,00 |
| Beni di Consumo | 28.060,00 | 26.400,00 | 1.660,00 |
| Totale | 31.560,00 | 29.900,00 | 1.660,00 |

| Mis 124 - PIF ECO-POT Consiglio Nazionale delle Ricerche | Spesa Rendicontata (€) | Spesa assegnata in DUA (€) | Variazione (€) |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Personale | 23.065,19 | 22.946,28 | 118,91 |
| Missioni e trasferte | 1.369,56 | 3.000,00 | -1.630,44 |
| Investimenti immateriali | 1.317,60 | 1.400,00 | -82,40 |
| Beni di Consumo | 11.733,46 | 18.200,00 | -6.466,54 |
| Noleggio | 32.940,00 | 27.000,00 | 5.940,00 |
| Totale | 70.425,81 | 72.546,28 | -2.120,47 |

| Mis 124 - PIF ECO-POT Università degli Studi di Perugia | Spesa Rendicontata (€) | Spesa assegnata in DUA (€) | Variazione (€) |
|--|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Personale | 33.421,23 | 35.988,17 | -2.566,94 |
| Missioni e trasferte | 1.170,28 | 500,00 | 670,28 |
| Investimenti immateriali | 2.866,99 | 4.990,00 | -2.123,01 |
| Beni di Consumo | 9.623,47 | 6.508,80 | 3.114,67 |
| Totale | 47.081,97 | 47.986,97 | -905,00 |

| Mis 124 - PIF ECO-POT Università di Pisa | Spesa Rendicontata (€) | Spesa assegnata in DUA (€) | Variazione (€) |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Personale | 26.999,97 | 27.000,00 | -0,03 |
| Missioni e trasferte | 761,61 | 12.000,00 | -11.238,39 |
| Spese generali | 1.810,85 | 2.136,00 | -325,15 |
| Investimenti immateriali | 12.200,00 | 15.000,00 | -2.800,00 |
| Noleggio | 15.372,00 | 12.600,00 | 2.772,00 |
| Totale | 57.144,43 | 68.736,00 | -11.591,57 |

Riepilogo investimenti Mis.124 PIF "IGAN ECO-POT"

| Mis 124 - PIF ECO-POT Riepilogo Generale | Spesa Rendicontata (€) | Spesa assegnata in DUA (€) | Variazione (€) |
|---|-----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Personale | 93.366,68 | 95.934,45 | -2.567,77 |
| Missioni e trasferte | 3.301,45 | 17.000,00 | -13.698,55 |
| Spese generali | 8.810,85 | 14.136,00 | -5.325,15 |
| Investimenti immateriali | 28.682,05 | 48.170,00 | -19.487,95 |
| Beni di consumo | 339.499,88 | 329.608,80 | 9.891,08 |
| Noleggio | 48.312,00 | 39.600,00 | 8.712,00 |
| Totale generale | 521.972,91 | 544.449,25 | -22.476,34 |

4. Innovazione oggetto del Progetto.

Il progetto Eco Pot si concentra sulla produzione e validazione in campo di un vaso biodegradabile.

L'idea di sperimentare un contenitore biodegradabile utile per le attività vivaistiche risponde pienamente alle esigenze del settore, in cui lo sviluppo tecnologico assume un ruolo da protagonista e costituisce un'occasione importante per ridurre i costi, aumentare la competitività e tutelare l'ambiente.

Il vaso biodegradabile elimina lo smaltimento della plastica, riduce le fasi del lavoro manuale, coadiuva la pianta per il superamento dello stress da reimpianto, determinando il miglioramento della produzione, del lavoro e delle condizioni ambientali.

In agricoltura i materiali plastici di sintesi sono molto utilizzati per la produzione di strumenti e manufatti, tra cui i vasi per la coltivazione di piante da fiore e da ornamento, film per la pacciamatura del terreno, ovvero per la lotta alle infestanti che si sviluppano in campo a spese delle colture agrarie, clips e lacci per il tutoraggio delle piante procombenti, o striscianti.

Non mancano impieghi molto particolari e diffusi, come, per esempio, le ali gocciolanti per l'irrigazione localizzata e i contenitori per il florovivaismo.

Le materie prime di sintesi più comuni sono: il Polietilene, con cui si realizzano i film di pacciamatura, il Polipropilene, con cui si realizzano i vasi per la floricoltura e il Polistirolo, utilizzato per la realizzazione di numerosi contenitori per la germinazione dei semi, o la radicazione delle giovani piante.

Le quantità di questi materiali utilizzati in agricoltura sono difficilmente quantificabili. Non esistono, infatti, stime ufficiali al riguardo, anche se è possibile, nel caso del consumo di vasi, in Italia, stimare in circa 440 milioni il consumo annuo di vasi in Polipropilene utilizzati nel settore florovivaistico. Questo valore è stato ricavato dal numero annuo di piante coltivate in vasi di diametro variabile da 8 a 45 cm riportato nel rapporto Indagine Florovivaismo (IFV) 2007 del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali (MIPAAF).

Il suddetto materiale di sintesi, dopo essere stato utilizzato per la coltivazione in campo, viene indirizzato assieme alla pianta ai mercati di vendita, sia nazionali, sia, più frequentemente, internazionali.

Al termine del suo uso, il vaso diviene un rifiuto, che impiega alcuni secoli per degradarsi, rappresentando, quindi, un grave problema per l'ambiente, soprattutto in molti Paesi emergenti dove il sistema dello smaltimento controllato non è ancora attivo.

In Italia, diverse aziende distribuite sul territorio accettano i rifiuti plastici (tra cui i vasi in PP) dei vivai per avviarli al riciclo ma ciò non toglie che il recupero di questi prodotti rappresenti un ulteriore costo ambientale, pur riducendo il consumo di risorse non rinnovabili. Inoltre ci sono alcune difficoltà logistiche legate all'attuale smaltimento: i riciclatori di materie plastiche spesso richiedono plastica pulita, il che significa che è necessario lavare i materiali prima di ammassarli per lo smaltimento. Le diverse tipologie di plastica devono essere separate correttamente per alcuni tipi di riciclaggio. Inoltre, molti riciclatori richiedono ai vivai di raccogliere una certa quantità minima di plastica prima di inviare un camion per ritirarla. Pertanto, i vivai più piccoli, avendo problemi a raggiungere tale limite, devono concordare lo smaltimento dei rifiuti di plastica con altri coltivatori della zona.

Oltre a ciò, i riciclatori non pagano alcun compenso per la plastica riciclata ma ne addebitano il costo di trasporto.

La sostituzione dei vasi in Polipropilene per floricoltura con analoghi manufatti a base di polimeri organici assume, pertanto, particolare importanza nell'ottica sia di ridurre l'attuale smaltimento di vasi in PP, sia di ridurre quello che si può definire "trasferimento dell'inquinamento".

In questo caso il problema riguarda la vendita delle piante in vaso sia nel mercato interno, sia, in caso di esportazione nei mercati internazionali.

Considerato che la maggior parte delle piante in vaso prodotte a Pistoia, sono destinate all'esportazione, si comprende come il commercio di queste piante corrisponda ad un conseguente trasporto di vasi in polipropilene che, al termine dell'uso presso il consumatore finale, rappresenta un rifiuto da smaltire.

L'introduzione sul mercato di vasi biodegradabili di medie e grandi dimensioni (come quelli sperimentati con il Progetto Eco Pot: da 26 a 40 cm di diametro, da 10 a 30 Lt di volume) con un buon rapporto qualità prezzo, con adeguate proprietà meccaniche e con tempi di biodegradazione controllati potrà rappresentare un'innovazione di prodotto senza precedenti.

Questo manufatto consentirà, infatti, la coltivazione delle piante, già dalle loro prime fasi di sviluppo in campo, così come normalmente fa l'agricoltore, sia in pieno campo sia in ambiente protetto.

Come previsto dal Progetto, durante il normale periodo di coltivazione delle piante ornamentali, il vaso biodegradabile non deve manifestare segni visibili di degradazione e deve mantenere le originarie proprietà meccaniche (resistenza alla deformazione laterale e allo schiacciamento) dopodiché, una volta interrato, l'aggressione dei microrganismi del suolo ne

determina la progressiva degradazione e la sua completa distruzione nel giro di poco tempo. Mentre, nel caso in cui non venga interrato, il vaso, dopo l'uso, potrà essere avviato, assieme ai residui della vegetazione e al substrato di coltivazione, al compostaggio durante il quale avverrà la biodegradazione.

5. Metodologia, tempistica, prodotti attesi e risultati conseguiti.

Il Progetto è suddiviso in n. 5 fasi composte da più azioni progettuali. La realizzazione di ogni azione è affidata ad un singolo soggetto attuatore.

La Fase progettuale n. 1 si articola in n.5 azioni, attribuite nel modo seguente:

Azione 1.0 Capofila Vivai Sandro Bruschi

Azioni 1.1, 1.2, 1.3 Partner DICI-UNIFI

Azione 1.4 Partner DBCA-UNIPG

La Fase progettuale n. 2 si articola in n.2 azioni, attribuite nel modo seguente:

Azione 2.1 Partner DICI-UNIFI

Azioni 2.2 Partner DICI-UNIFI

La Fase progettuale n. 3 si articola in n.7 azioni, attribuite nel modo seguente:

Azione 3.1,3.2, 3.3 Partner CNR-ISAFOM

Azioni 3.4 Partner DBCA-UNIPG

Azione 3.5 Partner CNR-ISAFOM

Azione 3.6 Partner DICI-UNIFI

Azione 3.7 Partner DBCA-UNIPG

La Fase progettuale n. 4 si articola in n.5 azioni, attribuite nel modo seguente:

Azione 4.1 Capofila Vivai Sandro Bruschi

Azioni 4.2 Partner Vivai Piante Masetti Sabino s.s.a

Azione 4.3 Partner Romiti Flli Mario & Marco soc.agr.

Azione 4.4 Partner CNR-ISAFOM

Azione 4.5 Partner DBCA-UNIPG

La Fase progettuale n. 5 si articola in n.6 azioni, attribuite nel modo seguente:

Azione 5.1 Partner DICI-UNIFI

Azioni 5.2 Partner CNR-ISAFOM

Azione 5.3 Partner DBCA-UNIPG

Azione 5.4 Capofila Vivai Sandro Bruschi

Azione 5.5 Partner Vivai Piante Masetti Sabino s.s.a

Azione 5.6 Partner Impresa Verde Pistoia

Di seguito illustriamo una breve sintesi dei lavori svolti, mettendo in evidenza il metodo seguito, i tempi di attuazione, i prodotti attesi ed i reali risultati conseguiti con la realizzazione del Progetto, rinviando ogni ulteriore approfondimento ai rapporti semestrali e finali a suo trasmessi dai soggetti attuatori all'Ufficio regionale competente.

FASE 1

Azione 1.0 Capofila Vivai Sandro Bruschi

La Vivai Sandro Bruschi, in qualità di Capofila, oltre a redigere l'Accordo di cooperazione, ha svolto una intensa attività di coordinamento delle attività degli altri 6 partecipanti al Progetto.

Detta attività si è esplicitata nel dare indicazioni operative e favorire il continuo scambio di informazioni, tramite l'invio a tutti partecipanti di molteplici comunicazioni e nella convocazione e direzione di periodiche riunioni in cui sono stati messi a confronto le analisi ed i risultati raggiunti dai singoli soggetti.

Gli incontri hanno consentito di favorire la reciproca conoscenza e collaborazione tra i soggetti ed in particolare far comprendere agli enti di ricerca e didattici le specifiche esigenze delle aziende vivaistiche rispetto alle caratteristiche fisico-meccaniche dei vasi biodegradabili. Inoltre, la Vivai Sandro Bruschi si è adoprata per rimuovere ogni ostacolo incontrato dai soggetti durante la attuazione del progetto, fornendo utili indicazioni alle altre 2 aziende vivaistiche nella fase di utilizzo (invasatura) e sperimentazione dei vasi biodegradabili e, affiancando, laddove possibile, il partner DICI-UNUPI durante il complesso processo di individuazione e approvvigionamento dei materiali selezionati e successiva realizzazione dei vasi.

Queste operazioni, come si avrà modo di illustrare di seguito, ha, infatti, incontrato molte difficoltà attuative, in gran parte dovute al portato fortemente innovativo del vaso biodegradabile, che, grazie anche all'impegno continuo ed energico di coordinamento della Vivai Sandro Bruschi, sono state positivamente superate, sia pure richiedendo un grande impegno di tempo.

L'attività di coordinamento è stata svolta dal Capofila Vivai Sandro Bruschi per tutta la durata del progetto, cioè per circa 25 mesi (Giugno 2013- Luglio 2015)

Azioni 1.1 Partner DICI-UNIFI

Durante la prima fase del Progetto (Luglio 2013-Gennaio 2014) DICI-UNIFI ha provveduto ad individuare i materiali polimerici e le cariche per la preparazione delle formulazioni da testare e utilizzare per la produzione dei vasi. Come carica è stato scelto un sottoprodotto organico azotato derivante dal processo conciarario, fornito in polvere, e, come matrici polimeriche, due matrici polimeriche biodegradabili commerciali caratterizzate da basse temperature di fusione, e quindi di estrusione, in relazione alle temperature relativamente basse (circa 120°C) a cui inizia la degradazione della carica organica selezionata. Tale criterio di scelta è stato dettato dalla necessità di processare le miscele risultanti mediante estrusione.

A causa delle difficoltà incontrate nel reperimento dei materiali polimerici costituenti le matrici delle formulazioni individuate e testate nella prima fase del Progetto e nell'individuazione di un'azienda di stampaggio, in sostituzione dell'azienda IDEL srl (azienda di stampaggio inizialmente prevista nel progetto), i tempi a disposizione per lo stampaggio dei 10000 vasi e la loro validazione in vivaio si sono drasticamente ridotti. Inoltre, tenuto conto che la messa a punto delle condizioni operative per la produzione industriale delle formulazioni in pellets e loro successivo stampaggio, non essendo queste mai state testate per lo stampaggio ad iniezione su presse industriali, avrebbe richiesto un'intensa campagna di prove, nella riunione del 10.06.2014, tenutasi a Pisa presso il DICI-UNIFI, i responsabili dei partner del Progetto hanno deciso congiuntamente di procedere alle attività di stampaggio dei vasi utilizzando matrici polimeriche commerciali, certificate compostabili e dichiarate, dai fornitori, stampabili su presse ad iniezione. Questo ha consentito di proseguire il Progetto rispettandone gli obiettivi prefissi vale a dire produrre vasi di vario litraggio in numero statisticamente rappresentativo, utilizzando materiali compostabili e validarli nei diversi ambienti presenti in vivaio. Il DICI-UNIFI ha avuto il compito di svolgere un'approfondita ricerca di mercato al fine di individuare le matrici polimeriche dotate di certificazione di compostabilità secondo lo standard europeo EN 13432, adeguata fluidità (melt flow rate, MFR) per lo stampaggio ad iniezione ed elevato contenuto di materia rinnovabile (> 70%) per una maggiore eco-sostenibilità del vaso.

A fronte di tale indagine sono stati individuati nel Giugno 2014 ed acquistati tra il Luglio e l'Ottobre 2014 (vedi fatture, rendicontate dalla Vivai Sandro Bruschi, Biotech del 29/07/14,

Reschem Italia del 29/8/14 e Pierucci del 31/10/14) i seguenti 4 materiali polimerici certificati compostabili (EN 13432) con caratteristiche di processabilità potenzialmente idonee allo scopo:

- Ecovio® IS 1335 (BASF, SE)
- Capa™ 6800 (Perstorp, UK)
- Mater-Bi® DI02A (Novamont, IT)
- Bioplast® GS 2189 (Biotec, D).

A Dicembre 2014 il DICI-UNIFI ha preso contatto con l'azienda Nuova Pasquini & Bini di Altopascio (LU) per effettuare prove preliminari di stampaggio, propedeutiche all'individuazione delle condizioni operative da adottare per lo stampaggio dei vasi dei litraggi richiesti dai vivaisti (≥ 10 L). L'azienda Nuova Pasquini & Bini si è resa disponibile mettendo a disposizione in data 12.01.2015 una pressa ad iniezione per vasi da 3 L e spessore 1 mm.

In questo modo, utilizzando i 4 diversi tipi di polimeri organici selezionati, è stato possibile realizzare i primi campioni di volume pari a 3 litri, che, pur non essendo stati previsti nel progetto, hanno rappresentato un utile test di fattibilità. I campioni sono stati forniti gratuitamente alla Vivai Sandro Bruschi, a Masetti ed a Romiti che, sfruttando la disponibilità di questi primi pochi campioni, hanno potuto iniziare già nel Gennaio 2015, come si dirà meglio nella successiva analisi delle azioni 4.1, 4.2 e 4.3, a fare le prime prove empiriche in vivaio, mediante l'analisi visiva e prestazionale.

A fronte dei risultati ottenuti con i test condotti da DICI-UNIFI, il Bioplast® GS 2189, un materiale termoplastico privo di plastificanti contenente circa 60% in peso di PLA (acido polilattico), 20% di Ecoflex (copoliestere alifatico-aromatico della BASF) e 20% di carbonato di calcio, è risultato il materiale più facilmente stampabile che ha portato ad ottenere vasi con flessibilità adeguata al suo impiego nel settore vivaistico. Gli altri materiali hanno, invece, mostrato problemi di stampabilità (difficoltà a riempire lo stampo e/o a estrarre il vaso dallo stampo) e/o portato ad ottenere vasi con scarsa flessibilità.

Pertanto, congiuntamente con i partner scientifici e il capofila, è stato deciso di utilizzare il Bioplast® GS 2189 per lo stampaggio industriale dei 10000 vasi nei diversi litraggi richiesti dai vivaisti (10, 12, 18, 25 e 30 Lt.). Nel frattempo, alcuni vasi da 3 Lt. prodotti con Bioplast GS 2189 sono stati forniti ai partner aziendali (Vivai Sandro Bruschi, Masetti e Romiti) per le verifiche in vivaio ed al partner ISAFOM-CNR per avviare i test di compostaggio, i cui risultati sono riportati nella loro relazione finale.

Azione 1.2 Partner DICI-UNIFI

Nella prima fase del Progetto (Luglio 2013-Gennaio 2014) le formulazioni individuate nel corso dell'Azione 1.1 sono state prodotte in forma di bobine di filo a partire dal materiale fuso (melt blending) in un estrusore bivate, modello Thermo PRISM TSE 16/28mmTC, disponibile presso il Polo Tecnologico Conciario (PO.TE.CO.), Castelfranco di Sotto (PI). L'estrusore bivate impiegato è dotato di un unico ugello di uscita del polimero da cui fuoriesce il prodotto estruso, denominato filo. Tale prodotto viene raffreddato mediante un sistema di raffreddamento ad aria lungo il percorso che lo porta ad un avvolgitore, grazie al quale viene stoccato sotto forma di bobine di filo. Le bobine di filo sono state successivamente impiegate per lo stampaggio dei primi prototipi (vasi di piccoli diametri) mediante stampante 3D. Mentre, una parte del filo, così prodotto, è stata successivamente ridotta in pellets (granuli), grazie all'utilizzo di un sistema di taglio, utilizzati per le successive prove reologiche. Le procedure seguite per l'estrusione delle formulazioni individuate (miscele di matrice polimerica e carica a diversa composizione) e per le prove di filatura assieme ai risultati ottenuti sono riportati in dettaglio nelle relazioni intermedie e finali. Alla fase di produzione delle formulazioni è seguita la loro caratterizzazione mediante analisi termo gravimetrica, calorimetrica, reologica, meccanica e morfologica. Le procedure seguite per le diverse analisi condotte sulle formulazioni inizialmente prodotte ed i relativi risultati sono riportati nelle relazioni intermedie e finali. Di seguito si riporta una breve sintesi di tale caratterizzazione.

L'analisi termogravimetrica (TGA), condotta sulle miscele matrice polimerica/carica, ha consentito di valutarne la stabilità termica alle alte temperature. I risultati mostrano che le miscele iniziano a decomporsi termicamente a circa 160-170°C, imputabile alla carica organica in esse contenuta. L'analisi calorimetrica ha mostrato che la presenza della carica organica non influenza in maniera significativa la temperatura di fusione delle miscele che si attesta attorno ai 70°C (temperatura di fusione delle matrici polimeriche utilizzate) ma ne ostacola la riorganizzazione delle catene polimeriche in fase di estrusione riducendo il calore necessario per la fusione. Ciò è evidenziato dalla riduzione dell'indice di cristallinità del polimero in presenza della carica. Le prove reologiche sono state condotte sulle miscele, prodotte per estrusione, mediante un reometro a capillare allo scopo di determinare le corrette condizioni operative per processare tali materiali nella successiva fase di stampaggio industriale ad iniezione. Tali prove hanno consentito di valutarne le proprietà di scorrimento allo stato fuso in funzione della temperatura. Dai risultati ottenuti si osserva un

comportamento tipicamente pseudo plastico per le miscele prodotte che tende ad avvicinarsi ad un comportamento più newtoniano all'aumentare della presenza della carica. A parità di gradiente di velocità e temperatura, la miscela mostra viscosità inferiori rispetto alla matrice polimerica pura mostrando l'effetto plastificante della carica stessa. Tale effetto risulta positivo per il successivo stampaggio ad iniezione delle miscele contenenti la carica.

Alle prove reologiche sono seguite le caratterizzazioni meccaniche e morfologiche dei provini (film di spessore di circa 400 μm) prodotti a partire dai pellets delle miscele tramite pressofusione. Le prove di trazione sono state effettuate secondo la normativa ASTM D882-12 (Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting) relativa ai metodi per i test di proprietà tensili di film plastici sottili. Dalle prove a trazione sono stati determinati i valori del modulo elastico (E), del carico e deformazione a snervamento (σ_s , ϵ_s) e del carico e deformazione a rottura (σ_r , ϵ_r). I risultati hanno mostrato che introducendo la carica, il valore del modulo elastico della matrice polimerica diminuisce, mostrando un effetto plastificante della carica stessa. Tale risultato è risultato in accordo con quanto già osservato nelle prove reologiche.

Nel caso di compositi costituiti da matrici polimeriche e cariche si può avere separazione di fase per immiscibilità o scarsa compatibilità tra i componenti, con formazione di aggregati di grosse dimensioni e proprietà finali scadenti. Al fine di valutare, per le nostre formulazioni, la presenza di tali fenomeni è stata condotta sui film ottenuti per pressofusione anche l'analisi morfologica mediante Microscopio Elettronico a Scansione (SEM) accoppiato a microsonda a Dispersione di Energia (SEM-EDS). Dall'analisi morfologica delle miscele è stato possibile individuare due fasi: una fase dall'aspetto più liscio/compatto, attribuibile alla carica, e una dall'aspetto a "buccia d'arancia", attribuibile alla matrice polimerica. Le due fasi hanno mostrato una buona adesione interfacciale indice di una buona compatibilità tra i componenti. A seguito della decisione, presa congiuntamente con gli altri partner del Progetto, di utilizzare altri materiali in sostituzione delle miscele prodotte e testate durante la prima fase del Progetto, si è resa necessaria nella seconda fase del Progetto la caratterizzazione termica e meccanica anche dei materiali termoplastici quali Bioplast GS 2189 e Bioplast GF 106/02, utilizzati nello stampaggio dei 10000 vasi previsti. La caratterizzazione termica ha riguardato l'analisi termogravimetrica e calorimetrica. I risultati mostrano che il Bioplast GS 2189 inizia a degradare termicamente verso i 220°C e il Bioplast GF 106/02 verso 240°C. Dalla calorimetria differenziale a scansione, il Bioplast GS 2189 mostra una temperatura di transizione vetrosa, T_g , a 57.6 °C, prossima a quella del PLA, una ricristallizzazione nel range

110-135°C con picco a 123°C e a seguire la fusione nel range 135-163°C con picco a 155°C, imputabile alla fusione del PLA e dell'Ecoflex presenti. Il GF 106/02 mostra una Tg a 54.5 °C e un picco di fusione a circa 131°C. A conclusione di tale analisi termica, la miscela GS 2189 e GF 106/02 (95.5%/4.5% in peso), utilizzata per lo stampaggio dei 10000 vasi, ha mostrato un intervallo di temperatura di fusione compreso tra 125 e 170°C ed una temperatura di inizio di decomposizione termica a circa 220°C. Pertanto nella fase di stampaggio, descritta di seguito, si è deciso di operare a temperature $> 170^{\circ}\text{C}$ al fine di avere la completa fusione della miscela ed una adeguata viscosità del fuso ma $\leq 210^{\circ}\text{C}$ al fine di evitare l'inizio di fenomeni di degradazione termica del materiale.

Per la caratterizzazione meccanica della miscela GS 2189 e GF 106/02 (95.5%/4.5% in peso), utilizzata per lo stampaggio dei vasi previsti, sono state eseguite prove di trazione su provini standard (osso di cane) preparati a partire dalla suddetta miscela mediante un micro-compoundatore bivate accoppiato con una mini-prensa ad iniezione. Le prove di trazione sono state effettuate a temperatura ambiente secondo la normativa ASTM D 638 (Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics) relativa ai metodi per i test di proprietà tensili di materiali plastici. Dalle prove a trazione sono stati determinati i valori del modulo elastico (E), del carico e deformazione a snervamento (σ_s , ϵ_s) e del carico e deformazione a rottura (σ_r , ϵ_r).

Le proprietà tensili della miscela, quali il modulo elastico, E, di 2.4 GPa e il carico massimo, corrispondente in questo caso al carico di snervamento σ_s , di 34 MPa, sono in pieno accordo con quelle riportate sulla scheda tecnica del Bioplast GS 2189, fornitaci dalla Biotec, data la piccola percentuale presente del Bioplast GF 106/02. L'unica differenza riscontrata riguarda la deformazione a rottura: nel nostro caso è risultata sui 10 provini testati pari a circa 2.2 % contro il 16 % riportato sulla scheda tecnica. Tale differenza è imputabile al diverso spessore del provino da noi utilizzato, 1.6 mm, ben superiore a quello previsto nel metodo EN ISO 527-3 (< 1 mm) ma più rappresentativo dello spessore di un vaso.

Azione 1.3 Partner DICI-UNIFI

Al fine di testare la biodegradabilità in terreno e in ambiente acquoso delle formulazioni, inizialmente prodotte, è stato predisposto nel periodo Luglio 2013-Gennaio 2014 su scala di laboratorio un allestimento. L'entità del processo degradativo del campione in esame doveva essere valutata misurando la quantità di anidride carbonica, CO₂, sviluppatasi durante i processi degradativi che avevano luogo in terreno.

A seguito della decisione di utilizzare altri materiali in sostituzione delle miscele prodotte e testate durante la prima fase del Progetto, le prove di biodegradabilità inizialmente previste su tali materiali non si sono rese più necessarie e pertanto sono state interrotte. Inoltre, anche il test di biodegradabilità in terreno su film realizzati con la miscela Bioplast GS 2189 e GF 106/02 non si è reso necessario in quanto entrambi i materiali, prodotti dalla Biotec, sono dichiarati compostabili secondo lo standard EN 13432 ed EN 14995 e certificati tali da Vinçotte, la principale autorità di certificazione europea che concede il logo “OK compost”. In base al loro spessore, i prodotti realizzati con le resine Bioplast (tra i quali anche Bioplast GS 2189 e GF 106/02) si degradano al 100% in acqua, anidride carbonica e biomassa in meno di 180 giorni. Tutte le biomasse residue sono assolutamente non tossiche per l’ambiente. Nel caso dei film utilizzati nel packaging, realizzati con miscele di Bioplast GF 106/02 e Bioplast GS 2189, anche per uso alimentare la biodegradabilità in meno di 180 giorni è garantita dati i piccoli spessori (< 0.221 mm), mentre per spessori superiori, quali quelli dei vasi, non lo è nel tempo previsto dalla normativa EN 13432, come testato e riportato anche dal partner ISAFOM-CNR nella sua relazione finale.

Pertanto, il tempo e le risorse di personale, previsti per tale attività, sono stati dedicati alle attività, non previste inizialmente, di selezione di materiali termoplastici compostabili, presenti in commercio, da utilizzare per lo stampaggio dei vasi e alla loro caratterizzazione termica e meccanica, come riportato precedentemente nelle Azioni 1.1 e 1.2.

Azione 1.4 Partner DBCA-UNIPG

Nella prima parte di questa azione sono stati allestiti dei microcosmi su scala di laboratorio mettendo in contatto concentrazioni crescenti dei due polimeri sperimentali V101 e V102 con un suolo modello. Inoltre, poiché nel corso del progetto è stato deciso di utilizzare il materiale Bioplast per realizzare i vasi nelle dimensioni finali previste per i test agronomici, la sperimentazione è stata ripetuta anche utilizzando il Bioplast. Ad intervalli regolari durante l’incubazione sono stati prelevati dei campioni da ciascun microcosmo da cui è estratto il DNA metagenomico su cui sono state condotte le analisi molecolari per il monitoraggio delle modificazioni delle comunità batteriche e fungine, sia in termine di composizione che di abbondanza, causate dal contatto prolungato con i bio-polimeri.

Queste prime attività sperimentali condotte su scala di laboratorio hanno indicato chiaramente che i bio-polimeri utilizzati per la formulazione dei vasi biodegradabili, in particolare il V101 e V102 scelti originariamente nel progetto ma anche, seppur in misura minore, il materiale

Bioplast, possono interagire con le comunità microbiche del suolo portando a modificazioni della loro composizione in termini di popolazioni batteriche e fungine. Queste modificazioni non implicano, però, un effetto negativo in quanto anche i microcosmi contenenti i biopolimeri presentavano un'alta biodiversità e una normale crescita microbica, caratteristiche che garantiscono che le funzioni del suolo non siano compromesse. Al contrario, può essere lecito supporre che la stimolazione osservata delle popolazioni microbiche presenti nel sistema suolo-pianta, possa portare ad un beneficio per la crescita delle piante in vaso.

FASE 2

Azione 2.1 Partner DICI-UNIFI

Al fine di poter disporre, già nelle prime fasi del Progetto (Luglio 2013-Gennaio 2014), di prototipi di vasi a base delle diverse miscele (matrice polimerica/carica) prodotte per estrusione, è stato messo a punto un sistema di prototipazione rapida di tali contenitori mediante stampante 3D. Ciò ha permesso di fornire i primi prototipi di vasi, anche se di piccole dimensioni ma con spessori analoghi ai vasi reali, agli altri partner scientifici (ISAFOM-CNR e DBCA-UNIPG) del Progetto per iniziare i test biologici e di compostaggio di loro competenza. I prototipi ottenuti sono risultati omogenei e flessibili con colorazione giallo paglierino, più intensa all'aumentare della carica presente. A Dicembre 2013 è iniziato il monitoraggio visivo di alcuni prototipi (vasi) con e senza terriccio al loro interno, sottoposti all'azione degli agenti atmosferici esterni quali irraggiamento solare, pioggia e variazioni di temperatura. I vasi dopo 20 giorni hanno assunto una colorazione più chiara dovuta al dilavamento superficiale della carica presente, ad opera della pioggia. A Luglio 2015 (dopo 19 mesi) i vasi, sia quelli vuoti sia quelli riempiti con terriccio, continuano ad essere integri e a mantenere la loro flessibilità.

A Dicembre 2013 sono state effettuate n. 2 visite presso l'azienda IDEL srl di Larciano (PT), contattata a suo tempo dal Capofila Vivai Sandro Bruschi e resasi disponibile alla realizzazione dei vasi per stampaggio a iniezione. Tali visite sono servite a reperire informazioni necessarie per avviare le prove di stampaggio con le miscele inizialmente prodotte e testate.

Come si diceva, illustrando la precedente azione 1.1, nel Dicembre 2014 il DICI-UNIFI ha preso contatto con l'azienda Nuova Pasquini & Bini di Altopascio (LU) per effettuare le prove preliminari di stampaggio. A valle di tali prove è stato scelto il Bioplast GS 2189 per lo stampaggio dei previsti n.10.000 vasi. Il Capofila Sandro Bruschi ha prestato attiva

collaborazione, facendo pervenire il Bioplast alla Pasquini e Bini. A fronte di tali prove, sono state evidenziate difficoltà sia di riempimento dello stampo e, soprattutto, di estrazione del vaso dallo stampo, come riferitoci dalla Pasquini e Bini. Al fine di risolvere soprattutto quest'ultima problematica è stato suggerito dal Dott. Giovanni Salcuni (Direttore Commerciale & Marketing della Biotec in Italia), contattato dal capofila Vivai Sandro Bruschi, di aggiungere una piccola quantità di Bioplast GF 106/02, materiale a base di PLA e amido di patata, dotato di maggiore viscosità: MFR (190°C, 5 kg) di 3.7 g/10 min. Purtroppo, dopo tali prove la Nuova Pasquini & Bini non si è resa più disponibile a proseguire con lo stampaggio dei vasi di litraggi uguali e superiori ai 10 Lt.

Dati i tempi ridotti a disposizione, il DICI- UNUPI si è attivato nel trovare una nuova azienda di stampaggio di vasi. Venendo a conoscenza che la IDEL srl di Larciano (PT), l'azienda inizialmente prevista nel Progetto Ecopot, aveva già stampato in passato vasi con Bioplast GS 2189, il DICI-UNUPI ha preso nuovamente contatto con l'azienda che si è resa disponibile a riprendere la collaborazione. Presso la IDEL, utilizzando il Bioplast GS 2189, siamo venuti a conoscenza che sarebbe stato possibile stampare non vasi da vivaio, ma solo coprivasi (cioè complementi d'arredo con spessore e peso molto maggiori dei vasi normalmente usati) da 9, 11, 13.5 e 33 Lt a causa dei problemi di riempimento dello stampo e di estrazione del vaso dallo stesso. Dato il maggiore peso del vaso, dovuto al maggiore spessore dello stampo per coprivasi, e la tipologia che non rientra tra quella dei vasi del progetto, il Capofila Vivai Sandro Bruschi ha deciso di non procedere con lo stampaggio presso la IDEL. Parallelamente alle prove condotte presso la IDEL, il Capofila Vivai Sandro Bruschi, al fine di risolvere positivamente l'impasse che si era venuto a creare, ha autonomamente preso contatto con un'altra azienda di stampaggio, la Dolfi Franco srl di Montagnana Pistoiese (PT), ottenendo l'impegno a stampare i n.10.000 vasi di progetto, utilizzando Bioplast GS 2189 con aggiunta di circa il 5 % in peso di Bioplast GF 106/02 sulla miscela totale, al fine di garantire una maggiore consistenza al fuso e facilitare così l'estrazione del vaso dallo stampo.

Il DICI-UNUPI ha preso parte alle attività di stampaggio di parte dei 10.000 vasi previsti presso la Dolfi Franco, intervenendo direttamente nei giorni 11/6/15 e 15/6/15.

In data 29/06/2015 il Capofila Vivai Sandro Bruschi ha ricordato a tutti i partner scientifici (DICI-UNUPI, ISAFOM-CNR e DBCA-UNIPG) che l'operazione di invaso delle n. 10.000 piante previste dal progetto era già stato completato e che n.8.000 piante erano state dislocate in ambienti diversi presso il vivaio Sandro Bruschi, n.1.000 piante presso Vivai Piante F.lli Romiti e le restanti n.1.000 presso il vivaio Masetti Sabino.

Azione 2.2 Partner DICI-UNIFI

La metodologia LCA rappresenta *“un procedimento oggettivo di valutazione di carichi energetici ed ambientali relativi ad un processo o un’attività, effettuato attraverso l’identificazione dell’energia e dei materiali usati e dei rifiuti rilasciati nell’ambiente. La valutazione include l’intero ciclo di vita del processo o attività, comprendendo l’estrazione e il trattamento delle materie prime, la fabbricazione, il trasporto, la distribuzione, il riuso, il riciclo e lo smaltimento finale”* (SETAC, Society of Environmental Toxicology and Chemistry). Il sistema analizzato ha riguardato l’insieme dei processi attribuiti al ciclo di vita di un vaso standard da 18 Lt. prodotto presso uno stampatore di Pistoia. I confini del sistema hanno compreso le fasi di produzione dei chemicals e dei polimeri, le fasi di trasformazione dei polimeri, le fasi di trasporto dei materiali nonché i consumi energetici e le emissioni associate a tutti le unità di processo considerate.

L’obiettivo dello studio LCA è stato il confronto degli impatti ambientali associati alla produzione di un vaso convenzionale in polipropilene (PP) e un vaso stampato impiegando il Bioplast® GS 2189 (Bp). L’unità funzionale dello studio, ovvero l’unità di riferimento utile a quantificare i flussi in ingresso e in uscita dai confini del sistema assunti per il processo di produzione del vaso, è costituita da un vaso standard da 18 Lt. Nel caso del Bioplast è stata considerata la seguente composizione (% in massa): 60% PLA, 20% carbonato di calcio (CaCO₃), 20% plasticizzante. Per il plasticizzante è stata considerata la seguente composizione (% in massa): 50% 1,4-butandiolo, 25% acido adipico e 25% acido tereftalico.

Considerando una massa pari a 0.5 kg per un vaso in polipropilene e una densità di 946 kg/m³ per il PP e di 1350 kg/m³ per il Bioplast, la quantità di Bp necessaria a produrre un vaso da 18 L risulta pari a 0.71 kg. Per la modellazione dei processi sono stati utilizzati dati tratti dal database Ecoinvent 3 contenuto nel codice SimaPro 8.0.3, il software impiegato per svolgere tale analisi. L’uso di tali dati è stato ritenuto congruente con lo scopo dello studio, in mancanza di dati primari, poiché rappresentativi di produzioni europee e, in particolare, per il processo produttivo del PLA i dati sono stati forniti dalla NatureWorks (il produttore mondiale del PLA da cui Biotec acquista il polimero per la produzione delle resine Bioplast, compreso il Bioplast GS 2189).

Riguardo ai consumi energetici elettrici relativi alla produzione presso l’impianto di Emmerich (Germania) del compound Bioplast a partire dai vari componenti, questi sono stati forniti in forma aggregata direttamente dalla Biotec. L’energia utilizzata presso il suddetto

impianto di produzione è da fonte rinnovabile (biomassa e idro) al 100% come certificato dall'ente TÜV.

Il sito produttivo è direttamente connesso con la ferrovia, quindi, i materiali viaggiano su containers via treno fino al punto di smistamento più vicino alla destinazione finale per poi proseguire su camion. Nel caso di Pistoia quale punto di destinazione, si è considerato Firenze quale punto di smistamento.

L'analisi degli impatti è stata realizzata impiegando sia il metodo *ReCiPe Midpoint (H)*, un metodo orientato al problema ambientale sia il metodo *ReCiPe Endpoint (H)*, un metodo orientato al danno. La descrizione della metodologia LCA, della procedura seguita per tale studio e i risultati ottenuti sono riportati in dettaglio nella relazione finale.

In sintesi, dall'analisi di contributo del processo di produzione del vaso in Bp è possibile notare che il maggior contributo all'impatto ambientale potenziale è riconducibile alla produzione del materiale Bioplast. Andando quindi ad eseguire la valutazione degli impatti del processo di produzione del Bioplast è possibile evidenziare che il processo produttivo del PLA contribuisce in maggior misura agli impatti ad esso associati. Tale risultato è in accordo con analoghi studi sul ciclo di vita di sacchetti biodegradabili prodotti con biopolimeri quali il PLA (Khoo HH, Tan RBH, Chng KWL, Environmental impacts of conventional plastic and bio-based carrier bags, Int J Life Cycle Assess (2010) 15: 284-293). Confrontando gli impatti ambientali del ciclo di vita di un vaso da 18 L prodotto in PP e un vaso prodotto con il Bioplast si nota che i carichi ambientali sono paragonabili avendo ottenuto per tutte le categorie d'impatto valori con ordini di grandezza simili. Dalla comparazione risulta comunque che il carico ambientale associato al vaso in PP è lievemente inferiore rispetto al vaso prodotto in Bp. Si ritiene opportuno considerare che per produrre il vaso da 18 L in Bp impiegando lo stesso stampo usato per il PP viene impiegata una maggiore quantità di Bp per ottenere lo stesso vaso data la sua maggiore densità. Nella prospettiva di utilizzare stampi per la produzione del vaso in Bp con spessori più ridotti, al fine di favorirne anche la compostabilità e la biodegradabilità in terreno una volta interrati, pur mantenendo le necessarie prestazioni meccaniche, è stata effettuata un'ulteriore valutazione degli impatti ambientali considerando di impiegare la stessa quantità di materiale per realizzare il vaso da 18 Lt. In questo caso, i risultati dell'analisi mostrano che è possibile conseguire un miglioramento delle performance ambientali del vaso in Bp in varie categorie d'impatto tra cui, *Climate change*, *Ozone depletion*, *Fossil depletion*, rimanendo invece ancora maggiore il carico ambientale per categorie quali *Agricultural land occupation* in relazione all'attuale

processo di produzione del PLA (il componente principale del Bioplast GS 2189). Inoltre, considerando ancora di impiegare la stessa quantità di materiale per produrre un vaso da 18 L, impiegando il metodo *ReCiPe Endpoint (H)* si evidenzia che i cicli di vita del vaso in PP e in Bp presentano impatti paragonabili per le categorie *Human Health* e *Ecosystems* e si ottiene un miglioramento delle prestazioni ambientali del prodotto in Bp per la categoria *Resources* con una riduzione del 20% dell'impatto rispetto al vaso in PP. A fronte della presente valutazione, pur preliminare, il Bioplast può rappresentare una valida alternativa al PP per la produzione di vasi da destinare al settore vivaistico sia da un punto di vista tecnico che da un punto di vista di impatto ambientale.

FASE 3

Azioni 3.1 e 3.2 Partner ISAFOM-CNR

Sono stati eseguiti i test biologici necessari a valutare l'eventuale fitotossicità del materiale impiegato per la realizzazione del vaso biodegradabile; in particolare sono stati effettuati test tendenti a valutare l'indice di germinazione di semi di *Lepidium sativum* e l'indice di accrescimento di piante spia a ciclo breve (*Lactuca sativa*), in accordo a metodiche di riferimento riportate in letteratura (vedi nota 1 e nota 2).

In particolare, il test di germinazione, particolarmente sensibile nella valutazione della presenza di eventuali sostanze fitotossiche, è stato ripetuto su tutti i materiali progressivamente messi a disposizione di ISAFOM-CNR dai partner incaricati alla realizzazione del vaso (V101, V102, F102, Ecovio IS1335, Capa 6800, Materbi DI02A, Bioplast GS2189) affinché si potesse fare lo screening necessario per poi scegliere il più idoneo per la realizzazione del vaso ECOPOT.

Azione 3.3 Partner ISAFOM-CNR

Le prove di rilascio in acqua sono state eseguite andando a ricercare non solo l'azoto (come da programma) ma anche gli altri importanti macro e micro elementi della nutrizione vegetale (K, P, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, etc) nonché l'eventuale presenza di inquinanti inorganici (metalli pesanti). Anche in questo caso sono stati presi a riferimento metodi standard ampiamente

¹ Zucconi, F., Forte, M., Monaco, A., de Bertoldi, M., 1981. Biological evaluation of compost maturity. *BioCycle* 22/4, 27-29

² DI.VA.P.R.A. (Dipartimento di Valorizzazione e Protezione delle Risorse Agro-forestali, Sez. Chimica Agraria, Università di Torino) e I.P.L.A. (Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente), 1992, "Metodi di analisi dei compost - Determinazioni chimiche, fisiche, biologiche. Analisi merceologica dei rifiuti", Assessorato all'Ambiente Regione Piemonte - Collana Ambiente, 170 pagine.

descritti in letteratura (nota 3), utilizzando per la preparazione dei campioni e per la successiva analisi, sia apparecchiature scientifiche già disponibili presso ISAFOM (mineralizzatore Milestone, distillatore di NH₃ in corrente di vapore VELP, CHNS analyser Elementar), sia attrezzature prese appositamente a noleggio (ICP ottico).

Azione 3.4 Partner DBCA-UNIPG

Avvalendosi della prova sperimentale allestita dal Partner CNR-ISAFOM con l'obiettivo di verificare se il fenomeno di biodegradazione dei due bio-polimeri V101 e V102 innescato dal contatto con il terriccio di coltivazione potesse avere effetti fitotossici o promoter sull'accrescimento delle piante modello *Lactuca sativa* cv Canasta, è stato possibile ottenere dati importanti sugli effetti dei materiali bio-degradabili sulle popolazioni microbiche del sistema suolo-pianta. Alla fine della prova sono stati prelevati i campioni di suolo prossimo alle radici (rizosfera) in quanto i microrganismi ivi presenti sono tra quelli che possono maggiormente influenzare il benessere e la crescita della pianta.

Le comunità microbiche rizosferiche delle piante ammendate con i bio-polimeri presentavano differenze importanti con il controllo, senza però mostrare un calo della biodiversità o della crescita batterica che sottintenda effetti di inibizione o tossici. Inoltre, le analisi qPCR di crescita dei batteri, in particolare quelli coinvolti nel metabolismo dell'azoto, hanno indicato come la presenza dei bio-polimeri stimoli una generale, seppur limitata, crescita batterica totale e non vada a causare uno squilibrio nella crescita delle popolazioni batteriche nitrificanti e denitrificanti. Questo risultato è particolarmente rilevante alla luce dell'elevato contenuto in azoto dei due bio-polimeri V101 e V102 che portava a temere che l'utilizzo di questi materiali potesse avere un effetto negativo sui microorganismi che mediano il ciclo dell'azoto e, in ultima analisi, sullo status nutrizionale della pianta. In questa azione sono anche stati condotte analisi molecolari basate su i sequenziamenti dei geni ribosomiali che forniscono una precisa identificazione tassonomica delle popolazioni batteriche presenti nei campioni di suolo analizzati. I dati ottenuti hanno indicato un'alta biodiversità batterica nel suolo rizosferico delle piante trattate con i bio-polimeri. Inoltre, la possibilità data dalla metodica dei sequenziamenti di identificare le popolazioni presenti conferma che i biopolimeri vanno a stimolare batteri tipici del suolo che hanno un ruolo chiave sull'accrescimento e stato di salute della pianta.

³ MIPAF - Ministero delle politiche agricole e forestali (2001) - Metodi di analisi delle acque per uso agricolo e zootecnico (Coordinatore G. Mecella). Franco Angeli Editore, Roma.

I risultati di questa azione hanno confermato quanto già osservato nella sperimentazione con i microcosmi condotta nell'azione 1.4: i bio-polimeri interagiscono anche con i batteri rizosferici presenti in prossimità della pianta, stimolando dei cambiamenti in termini di popolazioni presenti che, potenzialmente, possono rappresentare un beneficio per la crescita delle piante in vaso.

Grazie alle prove condotte su microcosmo con suoli modello (azione 1.4) e a quelle basate sull'accrescimento di piante modello (azione 3.4) è stato possibile valutare i possibili effetti dei bio-polimeri su cui sono basati i contenitori sperimentali (vasi ECOPOT) sia sui microrganismi del suolo che sulle popolazioni microbiche del sistema suolo-pianta. In particolare, è stato messo in evidenza come i bio-polimeri utilizzati per la formulazione dei vasi biodegradabili non hanno un effetto negativo sui microrganismi del suolo e della rizosfera. Al contrario, i materiali il V101 e V102 scelti originariamente nel progetto ma anche, seppur in misura minore, il materiale Bioplast, interagiscono con le comunità microbiche del suolo portando a modificazioni della loro composizione in termini un'alta biodiversità e una normale crescita microbica, caratteristiche che garantiscono che le funzioni del suolo non siano compromesse. Questi bio-polimeri, inoltre, sembrano influenzare i batteri rizosferici presenti in prossimità della pianta, stimolando dei cambiamenti in termini di popolazioni presenti che, potenzialmente, possono rappresentare un beneficio per la crescita delle piante in vaso

Le evidenze ottenute su scala di laboratorio sono state anche confermate grazie alla validazione microbiologica degli effetti del vaso sul sistema suolo-pianta durante prove agronomiche condotte in vivaio (azione 4.5). In questo frangente è stato dimostrato come i vasi biodegradabili ECOPOT prodotti con il materiale Bioplast non abbiano effetti negativi sulla biodiversità e la crescita microbica nel substrato da invasatura e nella rizosfera delle piante invasate, garantendo quindi che la corretta funzionalità del sistema suolo-pianta sia mantenuta. Questa indicazione è in accordo con quanto osservato circa il regolare accrescimento delle piante invasate nei vasi sperimentali.

Infine, sono state caratterizzate le dinamiche delle popolazioni microbiche che svolgono un ruolo predominante nella trasformazione della sostanza organica durante il compostaggio e la biodegradazione ultima di vasi sperimentali. I dati microbiologici ottenuti durante i processi di biodegradazione controllata, insieme a quelli prodotti dal partner CNR-ISAFO, hanno contribuito all'ottimizzazione del processo di compostaggio e hanno permesso una completa valutazione della biodegradabilità e compostabilità dei bio-polimeri presi in esame e dei

manufatti prodotti, con particolare riferimento al materiale Bioplast con il quale sono stati formulati i vasi sperimentali.

Azione 3.5 Partner ISAFOM-CNR

Le prove di compostaggio dei vari vasi "prototipo" via via realizzati durante il progetto ECOPOT sono state condotte utilizzando inizialmente una classica "prova in cumulo" per poi indagare mediante un'apparecchiatura sofisticata da laboratorio allestita *ad hoc* capace di garantire il "compostaggio statico con areazione forzata" della massa. Tale apparecchiatura fa uso di bio-reattori adiabatici della capacità di circa 30 litri all'interno dei quali si svolge il processo di compostaggio del manufatto assieme ad altre matrici organiche di supporto, garantendo al contempo il controllo dei parametri chiave del processo (umidità e temperatura della massa, portata del flusso di aria in ingresso, concentrazione di O₂ e CO₂ nell'aria esausta che fuoriesce dal bio-reattore). Le indagini sulla "compostabilità" del vaso ECOPOT sono state anche affiancate da ulteriori specifici test standard (inizialmente non previsti nel progetto) tendenti a valutare l'effettiva "biodegradabilità ultima" delle materie prime impiegate per la costruzione del vaso ECOPOT; i test sono stati condotti in accordo a standard europei (nota 4), utilizzando un'apparecchiatura complessa (BIODEG analyser) appositamente costruita e validata da ISAFOM-CNR per il progetto ECOPOT(nota5).

Azione 3.6 Partner DICI-UNIFI

A valle delle prove di compostaggio in cumulo effettuate da ISAFOM-CNR sui primi prototipi (vasetti) realizzati con la stampante 3D utilizzando le formulazioni iniziali (matrice sintetica/carica organica), non è stata rilevata alcuna traccia residua dei vasetti sperimentali dopo appena 1 mese di compostaggio. Pertanto, in questo caso, in assenza di residuo non è stato possibile effettuare alcuna caratterizzazione chimica-fisica.

D'altro canto, le prove di "compostaggio statico con areazione forzata" della massa condotte da ISAFOM-CNR sui vasi da 3 L realizzati in Bioplast GS 2189, prodotti nella seconda parte del Progetto, hanno mostrato che il manufatto testato non si è né biodegradato né frantumato nel periodo di tempo in cui è stato sottoposto al processo di compostaggio: il vaso è rimasto integro evidenziando solo, come riportato da ISAFOM-CNR, deformazioni dovute

⁴ Metodi UNI EN 13432 e UNI EN 14855-1.

⁵ Castellani F., Esposito A., Stanzone V., Altieri R., (2014), Design and validation of an automated multiunit equipment for assessing the ultimate biodegradability (ISO 14855-1) of bio-plastics, in e-Proceedings Ecomondo 2014, Convegno BIOBASED INDUSTRY: "La ricerca e l'innovazione nelle bioraffinerie integrate", a cura di: CTS Ecomondo, MISE, MIUR, Il Cluster Chimica Verde, SusChem Italy, Federchimica, 6 Novembre 2014, Rimini, Italy.

probabilmente al riscaldamento della massa avvenuto durante il compostaggio. Pertanto, in questo caso, è risultata non necessaria la caratterizzazione del residuo ottenuto a valle delle prove di compostaggio in quanto corrispondente al materiale di partenza, già ampiamente caratterizzato nell'azione 1.3.

Preme ricordare che per tale azione non era stata prevista alcuna voce di costo.

Il partner DICI-UNIFI si rende disponibile ad approfondire le proprie analisi complessive sulla sperimentazione condotta in vivaio con i vasi ECOBOT, anche dopo la fine del Progetto (15 Luglio 2015) e ad integrare i propri dati con quelli di carattere agronomico raccolti ed analizzati dagli altri partner in modo da trarre ulteriori indicazioni applicative.

Azione 3.7 Partner DBCA-UNIPG

In aggiunta alle evidenze fornite dal partner CNR-ISAFO nel'azione 3.5, in questa azione sono state condotte analisi microbiologiche sia durante il processo di compostaggio in cumulo dei bio-polimeri sia durante i test di "biodegradabilità ultima".

I risultati relativi al monitoraggio della carica microbica (conte vitali su piastra e qPCR) hanno indicato che il cumulo con i bio-polimeri seguiva il profilo tipico del processo di compostaggio, ovvero un calo della quantità dei microrganismi mesofili durante la fase attiva del processo e un aumento di questa durante la fase di raffreddamento che indica la fine del processo e la stabilizzazione del cumulo di compostaggio.

In questa azione si è anche proceduto con la caratterizzazione delle popolazioni batteriche e fungine presenti grazie ad analisi molecolari dei geni ribosomiali, mettendo in evidenza un'alta biodiversità batterica e fungina nei compost inoculati con i materiali biodegradabili e la presenza di specifiche popolazioni microbiche che degradano i diversi materiali. La presenza dei diversi materiali bio-plastici va, infatti, ad influenzare la struttura delle comunità microbica, in particolare quella batterica, operando una sorta di selezione delle popolazioni in grado di interagire con i materiali stessi e di portare alla loro biodegradazione. Per approfondire ulteriormente questa evidenza è stata utilizzata la metodica dei sequenziamenti dei geni ribosomiali, in modo da ottenere la precisa identificazione tassonomica delle popolazioni batteriche presenti nei campioni di compost inoculato con il materiale Bioplast. I dati relativi alle popolazioni batteriche, identificate a livello tassonomico di genere, presenti nel compost inoculato con il materiale Bioplast raccolto alla fine del processo di biodegradazione, mostravano la presenza di diversi microrganismi noti per essere coinvolti nel processo di trasformazione e degradazione della materia organica tipico del processo di

compostaggio. Si confermava quindi l'effettiva biodegradabilità ultima del Bioplast riportata dal partner CNR-ISAFOM.

FASE 4

Azione 4.1 Vivai Sandro Bruschi

Azione 4.2 Vivai Piante Masetti Sabino s.s.a.

Azione 4.3 Romiti F.lli Mario & Marco soc.agr.

Per comodità di sintesi, si trattano queste n. 3 azioni in modo congiunto sebbene siano affidate rispettivamente a n. 3 soggetti attuatori diversi, in quanto si tratta della stessa attività sperimentale svolta secondo lo stesso metodo e tempistica, che si differenzia solo per le quantità di piante coinvolte: n. 8.000 per la Vivai Sandro Bruschi; n. 1.000 sia per la Masetti che per Romiti, per un totale complessivo di n. 10.000.

Il Progetto prevede che, con le azioni in questione, le n. 3 Aziende vivaistiche procedano al monitoraggio delle prestazioni dei prototipi dei vasi, valutando, mediante analisi visiva e prestazionale, sia la funzionalità dei vasi sia gli effetti che il processo di decomposizione dei vasi può avere sulle relative piante, differenziate per varietà e per età. I vasi sono pertanto testati sia fuori dalla terra, verificando il loro grado di funzionalità durante le varie fasi della coltivazione, del confezionamento e della commercializzazione, proprie dell'attività vivaistica, sia interrati, al fine di rilevare gli effetti prodotti sulle fasi evolutive della pianta dal processo di decomposizione del contenitore.

In sintesi, si può affermare che l'attività è costituita dalla sperimentazione di n.10.000 vasi biodegradabili che devono essere testati utilizzandoli nelle varie lavorazioni vivaistiche e posizionandoli, interrati e non, in aree del vivaio caratterizzate da condizioni ambientali differenziate, per apprezzarne il comportamento nel tempo.

Preme evidenziare che le n. 3 aziende vivaistiche hanno acquistato e messo a disposizione le piante prescelte per la sperimentazione molto per tempo, in stretto accordo con il cronoprogramma di progetto (vedi fatture di acquisto piante dall'azienda Arbopianta di Padova, di cui, la prima, di piccola entità, è del 23 ottobre 2013 mentre tutto il resto degli acquisti è compreso tra il 27 gennaio 2014 ed il 27 febbraio 2014).

Considerati i tempi con cui è stato realizzato il vaso biodegradabile, come vedremo di seguito, questa scelta, peraltro obbligata dalla tempistica di progetto, ha creato molti disagi alle tre aziende vivaistiche in quanto ha voluto dire l'occupazione di una parte del vivaio per più

tempo del previsto, maggiori spese per il mantenimento più a lungo delle piante, molte operazioni in più di spostamento e gestione delle piante, etc.

Tutto questo in presenza, purtroppo, di ripetute avversità atmosferiche, costituite da nubifragi ed in particolare da una terribile tempesta di vento (marzo 2015), che hanno creato a tutte le aziende vivaistiche di Pistoia, ed in particolare alla capofila Vivai Sandro Bruschi ed agli altri due partner vivaistici, danni ingentissimi.

Passando ad analizzare le azioni precedenti, nel Giugno 2014, DICI-UNIFI ha selezionato n.4 diversi tipi di materiali polimerici (Bioplast GS 2189, Capa, Materbi, Ecovio), che sono stati acquistati, tra il Luglio e l'Ottobre 2014, dalla Capofila Vivai Sandro Bruschi e che sono stati utilizzati per realizzare i primi campioni.

Per rendere più agevole lo stampaggio dei vasi da parte della Ditta Pasquini e Bini di Altopascio Lucca (vedi Azione 2.1), sono stati realizzati in un primo momento, utilizzando i 4 polimeri, contenitori piccoli, di volume pari a 3 litri, che, pur non essendo stati previsti nel progetto, hanno rappresentato un utile test di fattibilità e che sono stati forniti gratuitamente alla Vivai Sandro Bruschi, che ha provveduto a distribuirne alcuni anche agli altri 2 partner vivaistici, Romiti e Masetti.

Questi contenitori sono stati consegnati dal DICI-UNIFI nel mese di Gennaio 2015 e, quindi, sfruttando la disponibilità di questi primi pochi campioni, è stato possibile, da parte delle 3 Aziende vivaistiche, iniziare a fare le prime prove empiriche in vivaio, mediante l'analisi visiva e prestazionale.

Successivamente (vedi analisi azioni precedenti) è stato selezionato da parte degli enti didattici e di ricerca il materiale ritenuto più idoneo (Bioplast GS 2189), a cui, in fase di lavorazione, è stato aggiunto in percentuali diverse, un ulteriore polimero organico (Bioplast GF106/02) e, superando varie difficoltà produttive, sono stati prodotti i vasi nei litraggi previsti dal progetto.

Inizialmente è stata realizzata una certa quantità di vasi di prova per mettere a punto le macchine e definire il processo produttivo.

Nel Marzo 2014 (vedi successiva analisi Azione 4.4, in particolare, visita del 16 Aprile 2015 alla Vivai Sandro Bruschi da parte del partner ISAFOM-CNR con raccolta dati da piante invase nei nuovi contenitori biodegradabili) questi campioni (alcune decine di unità) sono stati forniti gratuitamente, via via che erano prodotti, al Capogruppo Vivai Sandro Bruschi, che in parte li ha utilizzati in proprio ed in parte li ha distribuiti alle altre 2 imprese vivaistiche perché li usassero per il previsto monitoraggio.

Successivamente, un altro produttore di vasi (Ditta Dolfi di Montagnana, Pistoia) ha proseguito e completato, nella prima metà di Giugno 2015 (vedi precedente analisi Azione 2.1) la produzione, riuscendo a stampare tutti i n. 10.000 vasi previsti, da 10, 12 ,18 , 25 e, quelli più complessi, da 30 Lt.

Pertanto, l'attività di monitoraggio svolta dalle 3 Aziende vivaistiche, se si prendono in considerazione le prove empiriche, fuori terra, che è stato possibile effettuare fin da subito sfruttando la disponibilità dei primissimi campioni, ha avuto una durata di circa 6 mesi (da Gennaio 2015 a 15 Luglio 2015, data di scadenza del Progetto, invece dei 10 mesi originariamente previsti nel cronoprogramma), mentre, se si prende come data di riferimento, il giorno in cui tutte le piante risultavano invase nei nuovi contenitori biodegradabili e posizionate, fuori terra e non, all'interno delle zone vivaistiche caratterizzate da microclimi e suoli (caratteristiche pedologiche) diversi, il tempo entro la data di scadenza del Progetto si riduce a solo 1 mese circa (da metà giugno a metà luglio 2015) .

In ogni caso si può affermare che, mano a mano che la produzione dei vasi procedeva, i contenitori biodegradabili erano messi a disposizione dei 3 partner vivastici, che hanno potuto in questo modo effettuare la seguenti operazioni:

- distribuzione dei vasi, nel numero e nei litraggi previsti dal progetto ed idonei per le piante messe a disposizione per la sperimentazione, da parte della Capofila Vivai Sandro Bruschi alle altre 2 Aziende (Romiti e Masetti) per consentire loro lo svolgimento delle rispettive attività di invasatura e monitoraggio;
- utilizzo dei vasi per invasare le n. 10.000 piante previste;
- collocazione e mantenimento in loco di n. 9.500 vasi contenenti le relative piante nei diversi ambienti del vivaio (dove anche adesso si trovano) al fine di verificarne la reale funzionalità;
- interrimento di n.500 vasi contenenti le relative piante al fine di verificare i tempi e le modalità del previsto processo di biodegradazione ed i relativi effetti sulle piante. Il campione, pari al 5% del totale di n. 10.000 piante invase, è tuttora interrato ed è stato scelto in modo da essere rappresentativo sia delle diverse misure dei vasi che delle diverse varietà ed età delle piante;
- monitoraggio della performance dei vasi con le piante ,interrati e non, mediante analisi visiva e prestazionale.

Queste operazioni nel loro complesso hanno consentito di sperimentare l'effettiva idoneità dei contenitori biodegradabili alle consuete attività vivaistiche.

In primo luogo, ancora prima di procedere all'invasatura, è stato possibile verificare la tenuta dei vasi impilati all'interno del magazzino e quindi in carenza di luce ed aria.

E' stata questa una verifica importante in quanto è necessario che il processo di degradazione dei vasi avvenga solo una volta che sono stati interrati e non certo durante il loro stoccaggio.

Successivamente i vasi, con le relative piante, sono stati collocati in ambienti a diverso grado di umidità del vivaio, dove cioè l'irrigazione è programmata con tempistiche e quantità differenti, ed hanno mostrato di avere una buona resistenza all'acqua.

In uguale misura, sono stati posizionati sul piazzale di carico e quindi esposti al soleggiamento ed a forti escursioni termiche ed ugualmente hanno dato prova di ottima resistenza.

Anche le operazioni di carico e movimentazione hanno dimostrato la buona maneggevolezza e funzionalità dei vasi, analoga a quella dei contenitori tradizionali di plastica.

L'interramento dei vasi ha rivelato che il processo di degradazione previsto per la decomposizione dei polimeri organici richiede tempi lunghi ancora non facilmente prevedibili. La durata del processo di biodegradazione, e soprattutto il suo ritardato avvio, può rappresentare una criticità dell'innovazione in quanto l'integrità del vaso, che perdura nel tempo, può contrastare il processo di crescita dell'apparato radicale, nonché favorire un ristagno di acqua, deleterio per la pianta.

Pertanto, da un punto di vista empirico, il rapporto tra il vaso e la terra non risulta essere ancora soddisfacente ed è tale che potrebbe determinare cambiamenti strutturali nel vaso. Infatti, l'impressione non è che sia stato poco il tempo fino ad ora trascorso di permanenza dei vasi interrati (certo, più tempo potrebbe comunque consentirci di acquisire maggiori informazioni e conoscere meglio l'evoluzione del processo), ma piuttosto che sia necessario intervenire per rettificare alcune scelte progettuali (impiego di altri componenti organici, riduzione degli spessori tramite utilizzo di prototipi di stampi, etc.).

Al contrario il rapporto tra il vaso e la pianta, così come è stato possibile rilevare direttamente, si è rivelato positivo in quanto non si sono manifestate particolari anomalie o fitopatologie né ritardi nella crescita delle piante. E questo non solo facendo riferimento al breve periodo (1 mese, circa), in cui la totalità delle piante era stata invasata ed allocata, fuori terra e non, nei vari ambiti delle 3 aziende vivaistiche, ma verificando il comportamento delle piante sin dall'impiego dei primi prototipi di vasi (da Gennaio a 15 Luglio 2015 e, quindi, in parte, per 3 stagioni, Inverno, Primavera, Estate). Non solo: a tutt'oggi (10 Settembre 2015) le

piante continuano ad essere coltivate nei vasi biodegradabili, senza che questo rappresenti un impedimento alla salute o alla crescita della pianta.

Su quanto sopra, si possono fare due considerazioni:

1. le varietà di piante utilizzate (Bambusa, Cupressocyparis, Photinia, etc.) , estremamente sensibili ai cambiamenti delle metodiche colturali, e quindi anche al cambio del contenitore, e l'esperienza e la professionalità dei vivaisti pistoiesi fanno sì che possa bastare anche poco tempo (settimane, a volte pochi giorni) per percepire eventuali anomalie della piante e quindi comprendere la eventuale non idoneità del nuovo vaso. E' per questo che ci sentiamo di affermare che il tempo a disposizione del monitoraggio, ancorchè minimo, è stato comunque sufficiente ed ha consentito di portare a termine da parte dei vivaisti le azioni in questione;
2. disporre di maggior tempo per il monitoraggio può comunque rivelarsi utile in quanto consente di raccogliere maggior informazioni e dati. Le piante in vaso biodegradabile continuano ancora adesso, dopo quasi 2 mesi che il Progetto è chiuso (15 Luglio- 10 Settembre 2015), ad essere monitorate e lo saranno fino al giorno in cui saranno distrutte, in quanto beni di consumo. Ciò consentirà, non solo alle Aziende vivaistiche, ma anche ai partner scientifici, di fare ulteriori analisi visive e prestazionali. Pertanto, così come si sono dichiarati disponibili gli altri partner del Progetto, anche la Capofila Vivai Sandro Bruschi ed i partner Masetti e Romiti si dichiarano disponibili, a proprie cure e spese, con un costo non indifferente, **a continuare il monitoraggio fino al 15 Novembre 2015**, aggiungendo così anche l'Autunno alle altre 3 stagioni durante le quali i vasi sono stati testati in campo.

In definitiva si può dire che il lavoro di valutazione e comparazione dei vasi biodegradabili con quelli tradizionali è stato completato ed ha rivelato:

- per quanto riguarda la resistenza all'acqua, all'insolazione, all'escursione termica, alla carenza di aria e luce, caratteristiche fisico-meccaniche assolutamente analoghe a quelle dei contenitori tradizionali in plastica;
- per quanto riguarda il comportamento dei vasi interrati, il processo di degradazione si è rivelato lento e non facilmente temporizzabile;
- per quanto riguarda la funzionalità e la idoneità dei contenitori per le attività di coltivazione, confezionamento , trasporto e commercializzazione delle piante, prestazioni analoghe, se non superiori, a quelle dei contenitori tradizionali in plastica;

- per quanto riguarda, invece, il peso, il costo di produzione e la resilienza è possibile evidenziare il seguente prospetto comparativo:

| Vasi litraggi (Lt) | VST P(Kg) | VBD P(Kg) | VST C(Euro) | VBD C(Euro) | VST R(%) | VBD R(%) |
|--------------------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|-------------|-------------|
| 10 | 0.290 | 0.432 | 0.39 | 1.31 | 100 | 70 |
| 12 | 0.410 | 0.620 | 0.48 | 1.85 | 100 | 70 |
| 18 | 0.485 | 0.735 | 0.62 | 2.18 | 100 | 70 |
| 25 | 0.850 | 1.285 | 0.84 | 3.76 | 100 | 70 |
| 30 | 0.950 | 1.435 | 1,00 | 4.20 | 100 | 70 |

Legenda:

VST: vaso standard tradizionalePP

VBD: vaso biodegradabile

P(Kg): peso in kg

C(Euro): costo di produzione in Euro

R(%): resilienza in percentuale. Dato empirico (derivato dall'esperienza diretta in vivaio).

Dalla suddetta tabella risulta che mediamente il peso dei vasi biodegradabili è superiore del 50% a quello dei vasi tradizionali di uguale litraggio, mentre la resilienza, cioè la capacità di un materiale di assorbire un urto senza rompersi, è generalmente inferiore del 30% a quella dei vasi in PP.

Il dato della resilienza relativa è stato rilevato in modo empirico, sottoponendo a uguali stress traumatici, peraltro ricorrenti durante l'attività vivaistica, vasi di uguale dimensione di PP e vasi biodegradabili.

Per quanto riguarda il costo di produzione, questo risulta essere circa 4 volte superiore a quello dei contenitori tradizionali e questo a causa dell'alto costo dei materiali utilizzati edella loro maggiore densità, nonché della fase sperimentale in cui si è operato (piccole quantità prodotte, perdite di tempo, mancata ingegnerizzazione del processo,etc.). D'altra parte, si devono tenere in debita considerazione, non solo l'evidente basso impatto ambientale, ma anche i risparmi determinati dalla mancata spesa per lo smaltimento dei vasi usati, in quanto i vasi biodegradabili non sono rifiuti speciali, come, invece, i contenitori tradizionali.

Inoltre, la crescente sensibilità ambientale dei consumatori dei paesi più evoluti rappresenta una domanda che può giustificare costi di produzione più alti.

Azione 4.4 Partner ISAFOM-CNR

Riguardo alla realizzazione di test in campo per la valutazione delle performance agronomiche del vaso ECOPOT è stato possibile, nei termini tecnici del progetto, solo avviare le prove in campo che richiedono un maggiore tempo di quello disponibile, ridotto a causa dei lunghi tempi che sono stati necessari per attuare le precedenti fasi progettuali, per trarne eventuali utili indicazioni ai fini applicativi.

L'ISAFOM-CNR, fornendo le indicazioni necessarie ha contribuito all'avvio dei test agronomici sui vasi ECOPOT (Giugno 2015), tuttora in corso; ha inoltre svolto indagini preliminari su tali aspetti, partecipando a due missioni a Pistoia con raccolta dati ed osservazioni in campo, sui vasi resi disponibili presso il Capofila Vivai Sandro Bruschi, fin dalla metà di Aprile 2015. Da tali osservazioni, che hanno riguardato la valutazione della crescita delle piante fuori suolo, non sono emerse particolari anomalie da segnalare.

Il partner ISAFOM-CNR si rende quindi disponibile ad approfondire le proprie analisi sulla sperimentazione condotta in vivaio con i vasi ECOPOT, anche dopo la fine del Progetto (15 Luglio 2015) e ad integrare i propri dati con quelli di carattere agronomico raccolti ed analizzati dagli altri partner del progetto in modo da trarre ulteriori indicazioni applicative.

Azione 4.5 Partner DBCA-UNIPG

In questa azione sono stati approfonditi gli effetti del vaso biodegradabile sulle popolazioni microbiche presenti all'interfaccia del sistema suolo-pianta durante le sperimentazioni condotte dai vivai partner del progetto ECOPOT (azioni della fase progettuale 4) sui vasi sperimentali prodotti con il materiale Bioplast (azioni della fase progettuale 2) e messi a disposizione dal partner Vivai Sandro Bruschi. Come previsto dal progetto, sono stati presi in esame gli effetti su alcune specie di piante testimone (Bambù, Photinia, Cipresso). Tali piante sono state sacrificate per raccogliere campioni di suolo rizosferico da sottoporre alle analisi microbiologiche, dopo 60 giorni dall'invasatura. Nonostante il cronoprogramma previsto nel progetto prevedesse una sperimentazione più lunga, il Partner DCBB ha ritenuto, sulla base

delle proprie competenze scientifiche e grazie all'implementazione di metodi di analisi molecolari che prevedono tempi rapidi di risposta, che tale tempo di contatto tra pianta e vaso fosse sufficiente per il raggiungimento dell'obiettivo della presente azione. I risultati ottenuti hanno, infatti, indicato come i vasi prodotti con il Bioplast non avessero un effetto negativo sulla comunità microbica del suolo. La ricchezza in specie del suolo rizosferico delle piante invase nei vasi sperimentali non è, infatti, compromessa. Questo dato viene anche confermato dalla quantificazione qPCR dell'abbondanza batterica che ha indicato variazioni solo marginali. Inoltre, la modificazione della struttura della comunità batterica del suolo indotta dal vaso in Bioplast è molto limitata (80% di similarità rispetto al suolo nei vasi controllo), suggerendo una limitata influenza del materiale Bioplast nei confronti del suolo rizosferico.

I dati microbiologici ottenuti durante la sperimentazione condotta in questa azione del progetto confermano quanto già osservato nelle azioni 1.4 e 3.4, ovvero come i bio-polimeri utilizzati per la formulazione dei vasi biodegradabili, in particolare il Bioplast, non abbiano effetti negativi sulla biodiversità e la crescita microbica, garantendo quindi che la corretta funzionalità del sistema suolo-pianta sia mantenuta. Questa indicazione è in accordo con quanto osservato dal partner CNR-ISAFOM che ha riportato un regolare accrescimento delle piante invase nei vasi sperimentali.

Anche il partner DBCA-UNIPG si rende comunque disponibile ad approfondire le proprie analisi microbiologiche sulla sperimentazione condotta in vivaio con i vasi Eco Pot, anche dopo la fine del Progetto (15 Luglio 2015) e ad integrare i propri dati con quelli di carattere agronomico raccolti ed analizzati dagli altri partner del Progetto in modo da trarre ulteriori indicazioni applicative.

FASE 5

Azione 5.1 Partner DICI-UNIFI

Il DICI-UNIFI ha realizzato il poster del progetto ECOPOT presentato, assieme al partenariato, alla manifestazione EXPO-RURALE 2013, organizzata dalla Regione Toscana a Firenze in data 13/09/2013; ha contribuito alla realizzazione del sito web IGAN ECOPOT (www.eco-pot.it) con specifici contenuti e alla stesura del poster presentato nell'ambito della Fiera ECOMONDO 2014.

Il DICI-UNIFI dichiara la propria disponibilità a partecipare, in qualità di relatore scientifico, al convegno finale, in cui verranno esposti i risultati del Progetto, organizzato a Pistoia dal Capofila Vivai Sandro Bruschi per il giorno 21 Settembre 2015.

Azione 5.2 Partner ISAFOM-CNR

Riguardo alle attività divulgative, il CNR-ISAFOM ha contribuito con specifici contenuti alla realizzazione del sito web IGAN ECOPOT (www.eco-pot.it); ha partecipato alla manifestazione EXPO Rurale tenutasi a Firenze nel Settembre 2013 presentando, assieme al partenariato, un contributo sotto forma di poster di presentazione del progetto ECOPOT6 (Allegato 1 pag. 37); inoltre, sempre in accordo con il partenariato ECOPOT, ha partecipato a due convegni internazionali tenutisi a Rimini ed organizzati nell'ambito della Fiera ECOMONDO 2014; in particolare, in tale contesto sono stati presentati due contributi inerenti il progetto ECOPOT5,7 (Allegato 2 e Allegato 3 pagg. 38 e 39).

ISAFOM-CNR dichiara la propria disponibilità a partecipare, in qualità di relatore scientifico, al convegno finale, in cui verranno esposti i risultati del Progetto organizzato a Pistoia dal Capofila Vivai Sandro Bruschi per il giorno 21 Settembre 2015.

⁶ Poster di presentazione del "Progetto ECOPOT Valorizzazione del settore vivaistico incentrata sulla tutela ambientale attuata tramite l'impiego di un prodotto innovativo costituito da un contenitore (vaso) biodegradabile", EXPO Rurale, 12-15 Settembre 2013, Fortezza da Basso, Firenze.

⁷ Spagnesi R., Lotti M., Seggiani M., Puccini M., Vitolo S., Altieri R., Esposito A., Castellani F., Stanzione V., Federici E., Fidati L., Montalbani E., Prete R., Masetti G., Tropiano V., Bellandi M., Romiti M., (2014), IGAN ECO-POT project, in e-Proceedings Ecomondo 2014, Convegno: "Soluzioni eco-innovative per i rifiuti e i reflui Mediterranei", a cura di IAMAW (International Association of Mediterranean Agro-industrial Waste), 8 Novembre 2014, Rimini, Italy.

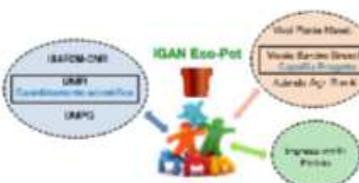


Misure 124 del PSR 2007-2013 - Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nel settore agricolo e alimentare e in quello forestale
Bando POF fase 2 - Misura 124 - Filiere Rinnovabili



Progetto IGAN ECO-POT

Valorizzazione del settore vivaistico incentrata sulla tutela ambientale attuata tramite l'impiego di un prodotto innovativo costituito da un contenitore (vaso) biodegradabile.



PARTNER

- Vinea Società Agricola - Pienza (Cappella)
- Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale (DICI) - Università degli Studi di Pisa (UNIPIS)
- Consiglio Nazionale delle Ricerche - SANORA, Pisa
- Dipartimento di Chimica, Fisica e Astronomia (CFPA) - Università degli Studi di Pisa
- Vinea Piano Modulo Sistemi S.p.A. Pienza
- Impresa Verde Agraria, Pienza
- Istituto Sperimentale di Scienze Agrarie, Pienza

In agricoltura i materiali plastici di sintesi sono molto utilizzati per la produzione di strumenti e manufatti tra cui vasi per la coltivazione di piante ornamentali, in Italia si consumano circa 440 milioni di vasi in Polipropilene (PP). Al termine del suo uso, il vaso in PP diventa un rifiuto che impiega alcuni secoli per degradarsi.

Obiettivi del progetto IGAN Eco-Pot

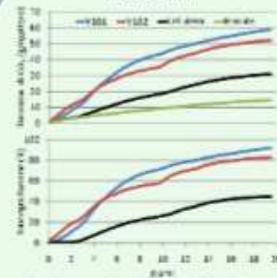
- produrre un vaso biodegradabile a costi contenuti con adeguate proprietà meccaniche e tempi di biodegradazione controllati;
- innescare la pianta con tutto il vaso per mitigare lo stress da trapianto e al contempo ridurre i tempi per avere piante commercializzabili;
- sfruttare l'eventuale azione benefica sulla crescita della pianta derivante dalla biodegradazione del vaso;
- avviare al compostaggio ambientale lo scarto dei vasi non utilizzati insieme ai residui della vegetazione e del substrato di coltivazione;
- ridurre la produzione di rifiuti all'interno dei vasi e, conseguentemente, i relativi costi di smaltimento.

Azioni previste dal progetto IGAN Eco-Pot

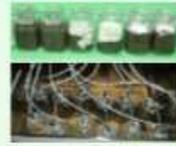
Si prevede l'impiego di diverse bio-plastiche per la realizzazione di vasi di diverse misure utilizzati dai vasi per nei del progetto in una vasta sperimentazione agronomica comprendente 10 specie, per un numero complessivo di 20.000 piante. La biodegradabilità e la compostabilità delle bio-plastiche viene attestata attraverso test standard (UNI EN 13432, ISO 14855-1, ISO 17088).



RISULTATI



Emissioni cumulative di CO₂ e biodegradazione ultime % di due delle bio-plastiche testate



Apparenza delle radici per la prova della biodegradabilità ultime delle bio-plastiche (metodo UNI EN 14855-1)



Stempe 30 di prototipi di vasi ECO-POT



Test UNI EN 14045 per la valutazione della compostabilità (biodegradabilità) dei prototipi ECO-POT

Le analisi microbiologiche associate ai test effettuati dimostrano un'ottima potenzialità delle matrici analizzate, i test agronomici in vaso sono in corso

Per informazioni contatti: www.igano.com
roberto.alfanelli@igano.com

Eco Innovative Solutions for Mediterranean States and Westwestern, Istanbul conference, settembre 2014, 5-8 Nov., Rimini (Italy)

ECONOMONDO

Azione 5.3 Partner DBCA-UNIPG ..

Il partner DCBB-UNIPG il CNR-ISAFOM ha contribuito con specifici contenuti alla realizzazione del sito web IGAN ECOPOT (www.eco-pot.it). Inoltre, ha contribuito al materiale presentato durante la manifestazione EXPO Rurale tenutasi a Firenze e il convegno scientifico nel quadro della Fiera ECOMONDO 2014. Nell'ambito dell'attività di divulgazione tenuta dal partner DCBB-UNIPG va anche sottolineato che parte delle attività sperimentali hanno contribuito alla redazione di una tesi di Laurea Magistrale in Scienze Biomolecolari Applicate dal titolo "IL RUOLO DEI MICRORGANISMI NELLA BIODEGRADAZIONE DI VASI ECOCOMPATIBILI PER IL SETTORE FLOROVIVAISTICO", ottenuta dalla Dr.ssa Roberta Prete presso l'Università degli Studi di Perugia. Il partner DCBB-UNIPG si impegna, inoltre, a partecipare attivamente a tutte le ulteriori attività a carattere divulgativo intermedie che il capofila riterrà opportuno organizzare per dare giusto risalto al progetto.

Il DBCA-UNIPG dichiara, inoltre, la propria disponibilità a partecipare, in qualità di relatore scientifico, al convegno finale, in cui verranno esposti i risultati del Progetto, organizzato a Pistoia dal Capofila Vivai Sandro Bruschi per il giorno 21 Settembre 2015.

Azione 5.4 Capofila Vivai Sandro Bruschi

La Vivai Sandro Bruschi ha svolto un'intensa attività di comunicazione tramite interviste sulla stampa nazionale e locale (ultimo in ordine di tempo, l'articolo apparso il 1° Luglio 2015 sulla cronaca di Pistoia de La Nazione) e partecipazione ad incontri e fiere di settore, quali ad esempio la Fiera IPM di Essen Gennaio 2015. Inoltre ha contribuito alla realizzazione del sito web IGAN ECOPOT (www.eco-pot.it) con specifici contenuti e alla stesura del poster presentato nell'ambito della Fiera ECOMONDO 2014.

Il Capofila Vivai Sandro Bruschi ha organizzato il convegno finale, in cui verranno esposti i risultati del Progetto, che si terrà a Pistoia il giorno 21 Settembre 2015.

Per documentare l'attività di comunicazione della Vivai Sandro Bruschi e, più in particolare, l'azione di divulgazione dei risultati della sperimentazione effettuata, si rinvia ai materiali ed al sito internet prodotti da Impresa Verde.

Azione 5.5 Partner Vivai Piante Masetti

La Vivai Piante Masetti ha svolto un'intensa attività di comunicazione tramite interviste sulla stampa nazionale e locale (ultimo in ordine di tempo, l'articolo apparso il 1° Luglio 2015 sulla cronaca di Pistoia de La Nazione) e partecipazione ad incontri e fiere di settore.

Inoltre ha contribuito alla realizzazione del sito web IGAN ECOPOT (www.eco-pot.it).

Per documentare l'attività di comunicazione della Vivai Piante Masetti e, più in particolare, l'azione di divulgazione dei risultati della sperimentazione effettuata, si rinvia ai materiali ed al sito internet prodotti da Impresa Verde.

Azione 5.6 Partner Impresa Verde Pistoia

Impresa Verde Pistoia ha interagito con i partecipanti per renderli partecipi delle varie fasi progettuali e dei risultati raggiunti; svolgendo un'azione di collegamento tra i partecipanti realizzata tramite incontri (inviti, solleciti telefonici, preparazione del materiale, preparazione degli interventi) sia tra le imprese che con i soggetti scientifici.

L'inizio dell'attività decorre dal 11/02/2013 e si è concluso con la chiusura del progetto stesso in data 15/07/2015.

Da una verifica delle date delle fatture dei fornitori si può considerare che l'attività di Impresa Verde Pistoia si è conclusa prima, ma occorre spiegare che ad esempio il materiale cartaceo è stato acquistato con unica fornitura e poi utilizzato in un arco di tempo che racchiude l'intero periodo concesso dalla Regione.

Inoltre, come già detto, le fasi del progetto nell'annualità 2015 sono state seguite da personale interno di Impresa Verde i cui costi non sono stati conteggiati e sui quali non viene richiesto nessun contributo.

Il personale impiegato nel progetto PIF IGAN ECO-POT è stato individuato tra alcuni collaboratori esterni alla struttura stipulando uno specifico contratto di collaborazione coordinata a progetto, senza andare a definire uno specifico orario di lavoro, come prevede la normativa, ma verificando i risultati raggiunti .

Ai due collaboratori si sono affiancati anche altre persone in particolare il referente del progetto, senza alcun compenso, per facilitare lo svolgimento del progetto stesso in base alla ricerca dei risultati.

Pertanto una prima parte di lavoro svolto nel primo anno di attività (2013) dove sono state svolte alcune riunioni non è stato ritenuto opportuno rendicontare i costi del personale in quanto l'attività di Impresa Verde si è focalizzata nel secondo anno di attività 2014 e per queste operazioni è stato rendicontato i costi del materiale utilizzato.

Essendo l'anno conclusivo del progetto ed alla luce degli incontri e della crescente necessità di comunicare con i partecipanti e tenere unito il gruppo di aziende partecipanti diretti, proprio per garantire gli effetti della filiera allargando le problematiche legate alla realizzazione del vaso biodegradabile tra tutte le imprese coinvolte in modo da avere una ricaduta a 360° dell'effetto vaso è stato dato incarico specifico per avere personale dedicato completamente al progetto.

Si è proceduto a dare una cadenza fissa all'attività di sportello presso i due uffici di Pistoia e Quarrata presenti sul territorio interessato al progetto all'interno del Distretto vivaistico; il personale ha potuto dedicarsi preparando gli incontri tra le imprese e fornendo informazioni alle richieste del territorio, ha preparato degli articoli per poter divulgare sui media sui giornali l'attività del progetto stesso, è stato dato incarico della realizzazione del sito internet dedicato e di un video che potesse illustrare visivamente il progetto stesso, per cui c'è stata la necessità di seguire i tecnici specializzati all'interno delle imprese e delle sedi universitarie per coordinare i lavori, azione di controllo sul materiale prodotto, verifica del sito, cura successiva ed inserimento di materiale realizzato come le descrizioni delle singoli partecipanti diretti ed indiretti dopo averli preparati e verificati, gli articoli pubblicati, relazioni sugli incontri effettuati ed altro ancora, in modo da avere un sito vivo così da fornire indicazioni in tempo reale.

Al tempo stesso sono state seguiti le prove di laboratorio, di verifica dei materiali per la realizzazione del vaso per poter arrivare alla produzione degli stessi. Il percorso ha avuto notevoli difficoltà legate alla scelta iniziale dei prodotti e alle successive variazioni.

Il progetto dovendo concludersi al 13/12/2014 la società Impresa Verde Pistoia aveva preventivato di svolgere la propria attività, prevalentemente nella seconda annualità. Questo non vuol dire che nella fase di proroga anno 2015 non abbia dato il proprio contributo, che è stato svolto da personale interno alla società stessa e non è stato rendicontato. Gli impegni assunti sono proseguiti come previsto nel progetto divulgando i dati ricevuti e mantenendo in aggiornamento il sito internet e continuando a svolgere quell'importante azione di collegamento e controllo tra i vari partecipanti per la realizzazione del progetto stesso.

6. Ricadute economiche e ricadute ambientali.

Riteniamo opportuno sviluppare l'argomento in questione facendo riferimento alle ricadute economiche e ambientali strettamente conseguenti all'attuazione del progetto mentre, per quanto riguarda gli effetti complessivi che la futura produzione e diffusione di un vaso

biodegradabile potrebbero avere, si rinvia agli elaborati di progetto allegati alla domanda di aiuto.

L'attuazione del Progetto ha determinato una serie di ricadute economiche ed ambientali che di fatto anticipano, in misura più ridotta, gli effetti di grande portata che la produzione industriale e l'affermazione su vasta scala di un vaso biodegradabile potrebbe determinare.

L'attuale impiego di materiali plastici non biodegradabili nel settore agricolo, e nel florovivaismo in particolare, rappresenta un problema economico ed ambientale significativo, strettamente correlato alle tematiche relative alla gestione e smaltimento dei rifiuti.

Gli effetti economici prodotti dalla realizzazione del Progetto Eco Pot sono riconducibili ad un vantaggio competitivo rappresentato dal rafforzamento di immagine sui mercati da parte dei 3 partner vivaisti (effetto che spesso l'impresa ottiene quando investe in innovazione). Infatti, il trasferimento dei risultati del progetto a livello nazionale ed internazionale, attraverso azioni promozionali mirate sull'uso di vasi biodegradabili nel settore florovivaistico, porteranno le aziende coinvolte nel progetto a conquistare nuove fette di mercato dedicate ai consumatori "responsabili" che fanno attenzione all'eco-compatibilità dei loro acquisti. Essendo questo tipo di clientela in aumento, avere un prodotto a loro dedicato rappresenterà un'opportunità di espansione per le aziende che utilizzeranno tali prodotti con evidenti ricadute economiche ed occupazionali nel settore florovivaistico.

D'altra parte, la realizzazione di n. 10.000 vasi biodegradabili ha in una qualche misura ridotto la produzione dei rifiuti all'interno dei vivai e, conseguentemente, i costi da sostenere per il loro smaltimento.

Più in generale, si può affermare che la realizzazione del Progetto ha dato un proprio contributo al rilancio economico del distretto vivaistico pistoiense, favorendo l'attività di innovazione e la collaborazione tra le imprese della filiera, essenziali per diffondere nel settore una necessaria "cultura dell'innovazione".

Le ricadute ambientali determinate dalla attuazione del Progetto sostanzialmente sono correlate alla produzione ed utilizzo dei n. 10.000 vasi biodegradabili che hanno determinato una riduzione del "trasferimento dell'inquinamento" – rappresentato dal trasporto del propilene usato per i vasi – ed una affermazione di un nuovo modello sostenibile di approccio alla gestione dei rifiuti e al loro smaltimento. Tali ricadute ambientali sono state quantificate (vedi Azione 2.2) mediante l'analisi LCA (Life Cycle Analysis) del prodotto (vaso) sviluppato in termini di effetti di impatto ambientale riconducibili a tre grandi aree: esaurimento di risorse di energia e di materiali, effetti sulla salute e sulla sicurezza dell'uomo,

effetti sull'ecosistema. La performance ambientale, così valutata, del vaso biodegradabile è stata confrontata con quella del vaso commerciale in polipropilene.

Infine il Progetto ha avuto l'indiscusso merito di contribuire alla diffusione nel settore di una crescente sensibilità ambientale.

7. Attività di trasferimento e divulgazione

L'attività di trasferimento e divulgazione dei risultati della sperimentazione è stata fatta dai n. 3 partner scientifici (ISAFOM-CNR, DBCA-UNIPG, DICI-UNIFI) e dai n. 2 partner aziendali (capofila Vivai Sandro Bruschi e Vivai Piante Masetti), attuando le Azioni 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 e 5.5, alle cui precedenti analisi si rinvia, nonché è stata attività precipua, esercitata in modo continuo e coordinato, del partner Impresa Verde Pistoia (vedi Azione 5.6).

Tuttavia, l'attività di trasferimento e divulgazione avrà una continuazione anche dopo la ultimazione del Progetto, dato l'alto interesse che ha suscitato non solo tra addetti ai lavori la sperimentazione del vaso biodegradabile.

Saranno pertanto attuate azioni di disseminazione, quali:

- rilascio di interviste e/o stesura di articoli da pubblicare su riviste di settore nazionali e internazionali;
- attività promo-pubblicitaria durante fiere nazionali ed internazionali del vivaismo.

Inoltre, il trasferimento dei risultati sarà attuato secondo schemi già collaudati.

L'attività da privilegiare potrebbe essere quella di orientare il trasferimento delle conoscenze internamente al settore vivaistico, organizzando eventi con visite presso le realtà aziendali che ospitano le sperimentazioni.

La partecipazione al progetto di Impresa Verde Pistoia, società di servizi dell'Associazione di categoria Coldiretti, permetterà di raggiungere un ampio numero di imprese che saranno informate sui risultati ottenuti dall'attività sperimentale attraverso la creazione ed il funzionamento di un apposito sportello di servizi.

Inoltre, Impresa Verde Pistoia si è dichiarata disponibile a realizzare a proprie spese una pubblicazione finalizzata alla diffusione dei risultati del Progetto.

Infine, si segnala che Capofila Vivai Sandro Bruschi, rispondendo ad una richiesta proveniente da più parti, ha organizzato a Pistoia un Convegno, che si terrà il 14 Settembre 2015, aperto a tutti gli addetti ai lavori in cui saranno illustrati i risultati conclusivi del Progetto.

8. Conclusioni.

Dalle analisi sin qui descritte risulta che dai n. 7 partner sono state affrontate e realizzate tutte le fasi del Progetto, pur tuttavia con alcune differenze, che è possibile così sintetizzare:

Fase 1.

Tutte le azioni sono state completamente realizzate e sono stati superati, anche se questo ha richiesto più tempo del previsto, tutti gli ostacoli che si sono presentati, compreso quello, molto rilevante, di aver dovuto cambiare i materiali scelti originariamente (V1, V2) come componenti per la realizzazione del vaso a vantaggio dei materiali polimerici e, quindi, del Bioplast GS 2189 e Bioplast GF 106/02.

Da segnalare, in questa fase, l'intensa attività di coordinamento del capofila che ha contribuito a formare nel gruppo uno spirito di cooperazione, che si è rivelato essenziale per superare le problematiche sorte nel processo di attuazione del Progetto.

Fase 2.

E' stata questa la fase di Progetto più problematica in quanto tutte le azioni sono state affrontate e realizzate, ma la loro attuazione ha ulteriormente ritardato il passaggio alla fase successiva. Come illustrato nella relazione, n. 2 passaggi sono stati particolarmente problematici ed hanno richiesto un tempo molto più lungo rispetto a quanto previsto dal cronoprogramma di Progetto:

- individuazione e fornitura dei materiali polimerici scelti;
- stampaggio dei vasi nella quantità e soprattutto nelle dimensioni prestabilite (a quanto ci risulta, siamo i primi, almeno in Italia, a stampare vasi di grandi dimensioni con volume di 25 e 30 Lt.) usando polimeri biodegradabili.

In ogni caso, grazie alla tenacia ed alla competenza del DIC I, siamo riusciti a completare tutte le azioni ed è stato possibile recuperare parte dei ritardi lavorando in progress, cioè iniziando le azioni successive (monitoraggio dei vasi in laboratorio ed in campo) senza aspettare la completa conclusione della fase 2 (stampaggio della totalità dei vasi) ma utilizzando i prototipi via via che erano prodotti.

Fase 3.

Tutte le azioni sono state realizzate. Questa è stata sicuramente la fase meno problematica, salvo aver dovuto testare in laboratorio, prima i due materiali originariamente prescelti (V1 e V2) e poi i polimeri in seguito utilizzati. Di conseguenza si è avuto un raddoppio di lavoro

(non di tempo, in quanto l'esecuzione di questa fase si è sovrapposta ai tempi di realizzazione delle altre) con un incremento di costi non preventivato.

Fase 4.

E' stata questa la fase più sofferta, che ha messo a dura prova la fattibilità del Progetto. Come più volte si è affermato, tutte le azioni di questa fase sono state realizzate ed il tempo per il monitoraggio, che è stato minimo, si può comunque considerare sufficiente.

Sono stati portati a termine tutti i compiti previsti (cioè, utilizzare i n. 10.000 vasi biodegradabili per invasare le piante, posizionarli, interrati e non, nei diversi ambiti del vivaio e valutarne la funzionalità e gli effetti sulle piante, mediante analisi visiva e prestazionale) ed è stato possibile tirare le prime conclusioni sul vaso prodotto, che si è rivelato estremamente funzionale per le attività vivaistiche di coltivazione, confezionamento e commercializzazione, ma la cui decomposizione è ancora indefinita nei tempi e nei modi.

E' per tale ragione e per l'interesse suscitato in tutti gli operatori di settore che chiediamo che il Progetto sia dichiarato concluso, ma che, extra Progetto, invece di procedere subito alla distruzione dei vasi e delle piante, in quanto beni di consumo, sia concesso di rinviare la fase della distruzione al 15 novembre 2015 (e per questo scopo tutti i n. 7 partner si sono dichiarati disponibili ad operare a proprie spese), al fine di avere a disposizione ancora alcuni mesi per acquisire dati.

I 4 mesi di tempo richiesti, oltre la conclusione del Progetto del 15 Luglio 2015, ci consentiranno, inoltre, di aggiungere anche l'Autunno al periodo di osservazione, che in questo modo risulterà prolungato a tutte e 4 le stagioni.

Fase 5.

Anche le azioni di questa fase sono state tutte realizzate facendo comunicazione e trasferendo conoscenza non solamente al termine del Progetto ma durante tutti e 25 i mesi di realizzazione del Progetto stesso.

In conclusione, si può affermare che è stato un grande impegno portare a termine il Progetto Eco Pot e siamo giustamente orgogliosi del nostro lavoro.

Si confida che adesso la nostra richiesta di disporre di ulteriori 4 mesi per il monitoraggio sia intesa come espressione del particolare interesse suscitato in tutti dal

vaso prodotto e quindi ci sia consentito, extra Progetto, di raccogliere dati fino al 15 novembre 2015, senza che questo incida sul contributo.

D'altra parte, sono stati molti gli oneri imprevisti sostenuti per la realizzazione del Progetto dai partner ed in particolare dalle 3 aziende vivaistiche (si pensi solo all'acquisto delle piante di Progetto fin dall'inizio del 2014), in un periodo caratterizzato da una crisi di settore e da ripetute avversità atmosferiche, che hanno determinato danni ingentissimi a tutte le aziende vivaistiche di Pistoia.

Pistoia, 8 Settembre 2015.

Sandro Bruschi

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sandro Bruschi', with a stylized flourish at the end.

9.Documentazione fotografica

N.B. :I vasi prodotti sono quelli di colore bianco.



































