



LIFE AGRISED, LIFE17 ENV/IT/000269

**"Use of dredged sediments for creating
innovative growing media and technosols for
plant nursery and soil rehabilitation"**

Linee guida

L'allevamento di piante in contenitore con substrati a base di compost



Sommario

Introduzione	5
Caratteristiche chimico-fisiche dei componenti per i substrati vivaistici	8
Principali componenti di un substrato per il vivaismo ornamentale	12
Torba.....	12
Cocco	14
Fibra di legno.....	17
Lolla di riso.....	18
Compost	19
Pomice	23
Implicazioni ambientali connesse all'utilizzo di substrati per l'allevamento di piante in contenitore.....	27
Esperienze di impiego di materiali compostati per allevamento di piante in contenitore.....	33
Humus derivato da letami bovini	33
Prodotto di scarto della filiera del caffè e dei funghi.....	41
Esperienze di coltivazione nel progetto LIFE – Agrised	47

Considerazioni finali sull'impiego di materiali compostati nei substrati vivaistici.....	54
Bibliografia.....	58

Introduzione

L'allevamento delle piante in contenitore è una tecnica ormai ampiamente diffusa nel vivaismo ornamentale da esterno (conifere, arbusti da fiore e sempreverdi, piante officinali e aromatiche, piccoli alberi), per specie da fiore e, nell'ambito del vivaismo frutticolo, nella produzione di agrumi e olivi. Questa tecnica presenta una serie di caratteristiche, la maggior parte delle quali positive, che lo differenziano sostanzialmente dal tradizionale allevamento in terra e che possono essere qui sinteticamente riassunte:

- si elimina una operazione delicata quale quella del trapianto che, anche se ben effettuato, determina comunque un certo shock per le piante.
- l'utilizzazione di substrati artificiali consente una maggiore uniformità e controllo della produzione.
- l'applicazione di tecniche di forzatura quali l'allevamento in coltura protetta e la fertirrigazione consentono di anticipare notevolmente (anche un anno) il ciclo di produzione delle piante.
- le operazioni colturali si prestano ad essere meccanizzate e le piante, ben maneggiabili, possono essere spostate nel vivaio, vendute o preparate per la spedizione in qualsiasi momento.

- c'è una maggiore possibilità di integrazione con le tecniche avanzate di propagazione (es. micropropagazione) che richiedono una fase di crescita in contenitore.
- le piante possono essere poste a dimora in un arco di tempo molto ampio (in pratica basta evitare i periodi più freddi e quelli caldi e siccitosi) liberando così il produttore e l'acquirente dal vincolo di rispettare rigidamente le epoche di trapianto o messa a dimora per le piante prodotte in terra (ancor più se a radice nuda).

A fronte di tutto questo, è necessario ricordare che le piante allevate in contenitore dispongono, come è ovvio, di un **ridotto volume di substrato** esplorabile dalle proprie radici, così come limitata risulta essere la disponibilità di acqua e di elementi nutritivi in grado di consentire una crescita soddisfacente. Questo aspetto fa sì che, ai vantaggi sopra elencati, si affianchino alcuni aspetti problematici che richiedono un attento monitoraggio da parti dei coltivatori vivaisti. Tra questi aspetti ricordiamo:

- l'organizzazione del vivaio deve essere strutturata per consentire interventi (irrigazioni, concimazioni) precisi e tempestivi. Soprattutto i sistemi irrigui richiedono oggi un livello da agricoltura di precisione.

- le rinvasature per riequilibrare almeno in parte il rapporto radici/substrato sono obbligatorie e frequenti (difficile andare oltre un ciclo di vegetazione)
- le piante sono maggiormente soggette agli eccessi termici (invernali e, soprattutto, estivi) a livello radicale, in quanto il vaso non riesce a fornire quell'effetto “volano” che il terreno può dare.

Ne deriva quindi che proprio il substrato diventa elemento centrale del processo produttivo: nel corso degli anni, partendo inizialmente da substrati molto grossolani (era stata impiegata anche la terra di campo), si è via via cercato di assemblare substrati che fossero sempre più idonei e calibrati per la crescita e lo sviluppo delle piante.

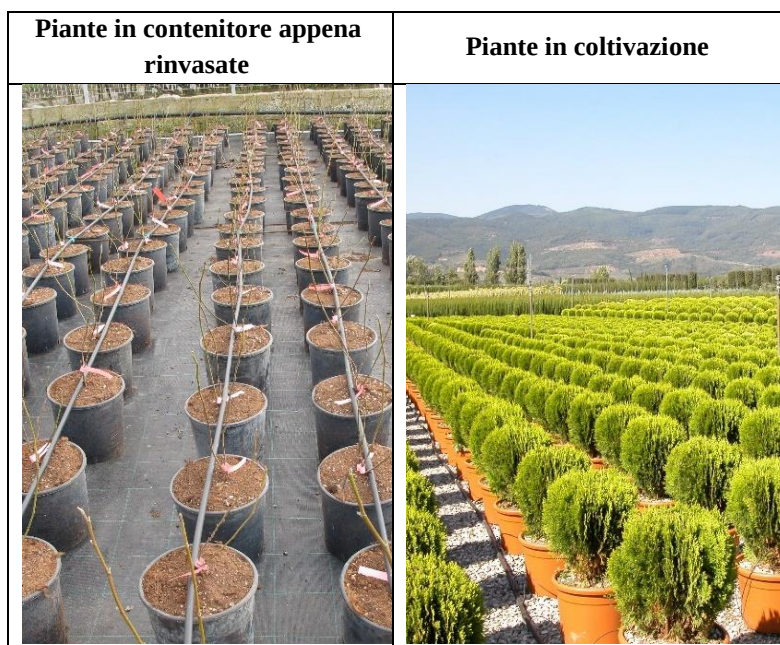
Caratteristiche chimico-fisiche dei componenti per i substrati vivaistici

Le caratteristiche fisiche di un substrato di coltivazione devono favorire il supporto e l'ancoraggio alle radici, trattenere l'acqua e renderla disponibile alla pianta, permettere lo scambio di gas tra le radici e l'atmosfera esterna al substrato, avere per quanto possibile potere isolante per contenere gli sbalzi termici, l'assenza di semi, di parassiti vegetali e animali, la struttura con una buona porosità, fino al 75% costituita dal 42% dalla fase liquida e dal 33% da quella gassosa (Nelson, 2003; Tesi, 2008). Secondo Aendekerk et al. (2000) la porosità totale dovrebbe essere compresa tra l'85 e il 95%. Le percentuali della porosità possono variare tra il 40-60% per la fase liquida e tra il 15-35% per quella gassosa (Pimpini, 2004). Altri autori indicano l'intervallo 10-20% come ideale per la porosità (Bunt, 1988; Jenkins e Jarrell, 1989). In aggiunta a questo la struttura deve essere stabile e mantenersi nel tempo, resistendo al compattamento, alla riduzione di volume (non superiore al 30% del volume) durante la fase di disidratazione, per evitare di provocare la rottura delle radici (Pimpini, 2004). Dalla porosità si può calcolare la densità apparente (o peso apparente) che

corrisponde al volume occupato dalle particelle solide del substrato più gli spazi vuoti: per facilitare la gestione del substrato la porosità apparente dovrebbe assumere valori bassi (Reed, 1996). Il peso apparente ottimale per la coltivazione in contenitore oscilla tra 60 e 250 kg/m³ (Pozzi e Valagussa, 2009). Questo fattore è di primaria importanza per le colture già adulte, mentre assume un'importanza secondaria nel caso di contenitori alveolati. L'elevata capacità di ritenzione idrica consiste nel mantenere un'adeguata umidità per la coltura, cosa che consente di ridurre gli interventi irrigui; non deve essere però eccessiva per non determinare problemi di asfissia radicale. Per evitare questa evenienza, soprattutto in contenitori alti, si devono aumentare i componenti drenanti del substrato (Pimpini, 2004). Dopo un'irrigazione il 10-20% del volume di substrato dovrebbe essere riempito d'aria. Il contenuto di acqua dovrebbe essere il più elevato possibile a condizione che la porosità e la densità del substrato siano adeguati (Nelson, 2003). Il potere isolante del substrato è in stretta relazione con la capacità di trattenuta dell'acqua, ma è influenzato anche dal colore e dalla conducibilità termica del materiale. I substrati organici di colore scuro, ad esempio, subiscono una minore escursione termica rispetto a quelli di natura sabbiosa (Pimpini, 2004). Le caratteristiche chimiche ideali di un

substrato sono le seguenti: essere una riserva di nutrienti (Nelson, 2003), possedere un'elevata capacità di scambio cationico, un pH adatto a un gran numero di specie, preferibilmente subacido, e un buon potere tampone. La capacità di scambio cationico (CSC) permette di conoscere la necessità di apportare sin dall'inizio della coltura tutti gli elementi nutritivi indispensabili alla pianta (Tesi, 2008). La CSC è definita dalla somma dei cationi scambiabili che il substrato può trattenere per unità di peso. Si esprime in milliequivalenti per 100 cm³. Un valore adatto è tra i 6-15 me/cm³.

Quadri di coltivazione nel vivaismo in coltivateore



Il pH, che è la misura degli idrogenioni presenti nel substrato, regola la disponibilità di tutti gli elementi nutritivi essenziali per la pianta (Reed, 1996). Il pH dovrebbe essere subacido con un minimo di 5,2 fino a 6,3 (Bunt, 1988). Il potere tampone permette di mantenere il pH costante e vicino all'optimum richiesto dalla pianta. Non avrebbe senso stabilire il pH all'inizio della coltivazione se poi questo varia a causa dell'irrigazione e della concimazione (Tesi, 2008). La formulazione di un corretto substrato di coltivazione si basa sulla scelta dei materiali che permettono di avere tutte queste caratteristiche. I materiali possono essere di origine organica o minerale, derivanti da scarti di lavorazione o da altre attività umane, e di origine industriale. La caratteristica che si cerca sempre di ottenere è la stabilità nel tempo del substrato. Qui di seguito viene svolta una breve rassegna dei principali componenti di un moderno substrato vivaistico.

Principali componenti di un substrato per il vivaismo ornamentale

Torba

La torba è stato ed è tuttora il più diffuso componente organico dei substrati. È un materiale fossile di origine vegetale che deriva dalla decomposizione di resti di piante erbacee che si sono stratificate dopo la loro morte in ambienti paludosi. La si può reperire in strati profondi anche diversi metri e; gli ambienti naturali tipici dove si trova la torba sono le zone fredde e umide dei Paesi del Nord ed Est Europa e del Nord America e del Canada (Pandini, 2004). L'area che presenta uno strato superficiale di torba accumulatosi nel tempo si chiama torbiera. Esistono vari tipi di torbiere: ci sono quelle tropicali diffuse in molte aree equatoriali e tropicali dove le intense precipitazioni unite allo scarso drenaggio favoriscono l'avvio dei processi di formazione della torba; ci sono poi quelle basse o di palude che si formano in zone basse o bacini lacustri, diffuse in tutto il mondo e che rappresentano i primi stadi di formazione delle torbiere alte; ci sono quelle di montagna che sono costituite da uno strato continuo che ricopre lo strato minerale sottostante. Abbiamo infine le torbiere alte che si sviluppano

su precedenti torbiere basse e formano dei depositi a profilo convesso che possono anche elevarsi rispetto al piano di campagna. Mentre le prime tre non vengono utilizzate per la preparazione dei substrati a causa delle loro caratteristiche non omogenee, dovute alla presenza di più specie vegetali che hanno concorso alla formazione della torbiera, le torbiere alte, essendo costituite quasi esclusivamente da sfagni, e con una elevata costanza di caratteristiche, rappresentano la miglior fonte per l'estrazione di torba per la costituzione di substrati di coltivazione (Cattivello e Zaccheo, 2009). Il pH delle torbiere alte è tra 3,0 e 3,5. Si possono dividere a livello commerciale in base al colore: le torbe brune o nere sono quelle maggiormente degradate, quelle bionde sono meno degradate e si trovano a un'altezza maggiore, più vicino alla superficie (Pandini, 2004). Nel vivaismo vengono impiegate quasi esclusivamente le torbe bionde, grazie alla loro buona stabilità strutturale con una porosità del 75-90%: ciò permette l'aerazione, l'elevata capacità di assorbimento dell'acqua e di ritenzione (Tesi, 2008). Il potere tampone della torba cresce con l'aumentare del grado di decomposizione. Può essere addizionata con diversi materiali per aumentare la capacità tampone, ma per scongiurare eccessive fluttuazioni del pH è necessario utilizzare torbe con una buona struttura fisica (Cattivello, 2010).

Cocco

Il cocco (coir o coir dust) è stato introdotto come componente di substrati per il vivaismo ornamentale in tempi relativamente recenti. In orticoltura e in floricoltura per la coltivazione fuori suolo; è molto diffusa, ad esempio, per la rosa da fiore reciso. Tale materiale viene utilizzato puro o in miscela e rappresenta una tra le più valide alternative all'utilizzo della torba, avendo caratteristiche fisico-chimiche molto simili (Tabella 1). La fibra di cocco è un materiale di scarto derivato dalla lavorazione della noce di cocco. Il processo produttivo prevede la raccolta, il trasporto allo stabilimento, la preparazione degli involucri e la successiva frantumazione dei mesocarpi in una sorta di mulino a martelli, a seguito della quale si ottengono una serie di sottoprodotti di lavorazione. Le fibre lunghe vengono eliminate e utilizzate per altri scopi, quali la fabbricazione di cordami e stuoie, mentre i residui, composti da fibre corte e medie ed altro materiale, subiscono un processo di setacciatura che ha lo scopo di separare dalla polvere la maggior parte della fibra residua. Si ottiene così un prodotto che viene generalmente indicato come “coir dust”, ossia fibra di cocco in polvere. Dopo la setacciatura, quest'ultima viene asciugata, confezionata in sacchi oppure compattata in mattonelle o in pani compressi.

Il prodotto finale è in taluni casi caratterizzato da un eccessivo contenuto di sali solubili dovuto alla coltivazione della palma da cocco in luoghi prossimi al mare. Il livello dei sali solubili è probabilmente il principale fattore limitante: una salinità troppo elevata ed in particolare una eccessiva concentrazione di cloruro di sodio possono infatti condurre ad insuccessi della coltivazione in relazione alla specie coltivata, allo stadio di sviluppo della pianta ed alla tecnica colturale impiegata. Diverse sono state le sperimentazioni condotte negli ultimi anni sulla fibra di cocco, allo scopo di caratterizzarne le proprietà fisico-chimiche e verificarne il comportamento in coltivazione.

In bibliografia si riscontrano risultati discordanti, a volte giustificati dall'eterogeneità del materiale, che assume proprietà differenti in relazione a fattori quali l'origine del prodotto e la dimensione delle fibre. Le esperienze condotte su arbusti ornamentali presso vari centri di ricerca pubblici hanno portato a risposte che incoraggiano l'utilizzo di tale materia prima, soprattutto in relazione alle sue eccellenti caratteristiche fisiche. È opportuno ricordare che i substrati basati sul cocco sono ormai per lo più ottenuti da combinazioni di mallo di noce triturato ("coir dust") citato sopra con percentuali variabili di fibra di cocco, aggiunta per

conferire un miglior drenaggio. Questo materiale ha una reazione abbastanza neutra e, se si esclude il caso delle piante acidofile, sostituisce abbastanza bene la torba nei substrati per le colture in contenitore.

Tabella 1 - Alcune caratteristiche fisiche e chimiche di materiali utilizzati per la preparazione di substrati di coltura.

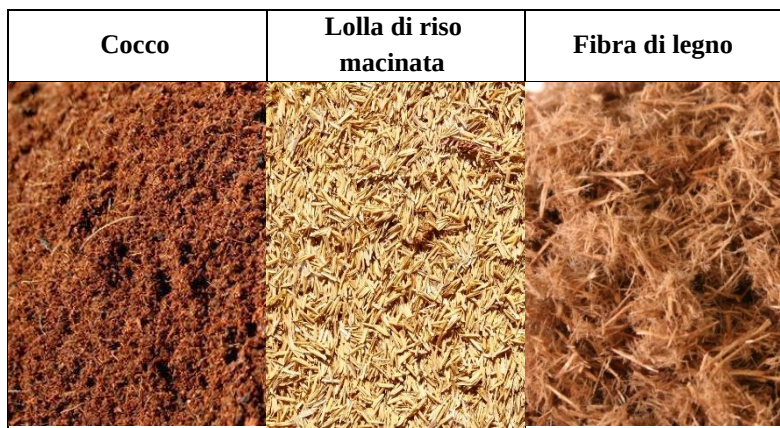
Parametro	Substrato ideale	Torba di sfagno	Compost	Derivati del legno	Fibra di cocco
Densità apparente (kg/L)	0,15 – 0,60	0,07– 0,30	0,30-0,40	0,12- 0,13	0,08 – 0,10
Porosità totale (% vol.)	>85	>90	>80	>90	>90
Capacità per l'aria (% vol.)	20-30	15 - 40	20 - 30	45 – 50	10 - 20
Acqua disponibile (% vol.)	25-40	25 – 30	10 - 20	15 - 20	20 - 25
pH	4,5-6,0	2,5 – 3,5	7,0 – 8,0	6,0 – 6,5	5,5 – 7,0
Conducibilità elettrica (mS/cm)	<2,0	0,20– 0,60	1,5 – 3,0	0,60- 0,80	0,20 – 0,50

Fibra di legno

Le fibre di legno sono materiali ligno-cellulosici ottenuti come sottoprodotto dell'industria del legno, che arriva a produrre fino al 50-70% di scarti legnosi. La produzione di fibra di legno richiede un processo meccanico (sfibratura) e termico (trattamento con vapore sotto pressione fino a alte temperature) che provoca una decomposizione del materiale di partenza. A seconda delle tecnologie utilizzate vengono poi aggiunti pigmenti naturali per colorare il substrato e/o elementi minerali per stimolare la degradazione microbica. A seguito di un processo di stabilizzazione e omogeneizzazione, si ottiene un prodotto che può essere utilizzato tal quale o in miscela (fino al 30-80%) con torba, fibra di cocco, ammendanti compostati, cortecce. Le fibre di legno sono caratterizzate da valori elevati della porosità e della capacità per l'aria, cosa che determina una ridotta ritenzione idrica; tali caratteristiche obbligano l'utilizzatore ad un maggiore frazionamento dell'irrigazione. Tra le proprietà chimiche più rilevanti troviamo il pH neutro o subacido, la ridotta dotazione in elementi minerali solubili e, di conseguenza, la bassa conducibilità elettrica (EC). Da sottolineare è anche l'elevato rapporto C/N della materia prima grezza, che può causare fenomeni di immobilizzazione dell'azoto da parte dei microrganismi presenti ed una

riduzione della disponibilità di questo elemento nutritivo per la pianta in coltivazione. Le industrie produttrici stabilizzano il prodotto commerciale con l'aggiunta di composti azotati.

Componenti organici di recupero per uso nei substrati vivaistici



Lolla di riso

La lolla è un sottoprodotto della lavorazione del riso, costituito dalle glumelle che avvolgono la cariosside del cereale. L'utilizzo in campo florovivaistico è stato sperimentato nella costituzione di miscele di materie prime differenti, previo un processo preliminare di sterilizzazione del prodotto grezzo. In genere la percentuale di lolla all'interno di un substrato dovrebbe essere intorno al 20-30% in volume. Questo residuo della lavorazione del riso per essere utilizzato deve essere prima compostato e

successivamente sterilizzato per eliminare eventuali parassiti (Pimpini, 2004). La sterilizzazione non è necessaria nel caso di lolla parboiled; il parboiling è un trattamento idrotermico che provoca trasformazioni fisico-chimiche del granello di riso e ne determina la sterilizzazione: si esegue ponendo in ammollo il risone, in seguito si cuoce a vapore e infine si essicca (Baldoni e Giardini, 2001). In seguito a questo processo essa può essere utilizzata tal quale per costituire dei substrati. Questo materiale garantisce una buona sofficità e un'elevata capacità per l'aria (Pandini, 2004).

Compost

Il compost è il prodotto di una trasformazione, detta bioconversione aerobica, attuabile tramite diversi procedimenti produttivi e promosso dai microrganismi presenti nei materiali da compostare (biomasse) che possono essere di diversa natura: rifiuti urbani, fanghi di depurazione, scarti industriali o agricoli. Proprio per questa estrema eterogeneità sia delle biomasse che dei processi produttivi impiegati, il termine compost comprende in genere prodotti molto diversi tra loro, con caratteristiche fisiche e chimiche assai variabili.

Per regolamentarne la produzione, il legislatore ha inquadrato nella normativa sui fertilizzanti (DL 75/2010) gli ammendanti compostati, riconducendoli all'interno di tre diverse categorie e definendo per ognuna di esse i parametri agronomici ed igienico-ambientali da verificare ed i rispettivi limiti di qualità:

- 1) ammendante compostato verde, cioè il prodotto ottenuto a seguito del processo controllato di trasformazione e stabilizzazione di residui organici verdi (scarti della manutenzione del verde ornamentale, residui colturali, materiale vegetale in genere);
- 2) ammendante compostato misto, cioè il prodotto ottenuto a partire non solo da scarti vegetali ma anche dalla frazione organica derivante da residui solidi urbani, rifiuti di origine animale, rifiuti di attività agroindustriali, reflui e fanghi;
- 3) ammendante torboso composto, cioè la miscela di torbe con ammendante compostato verde e/o misto.

Pur introducendo la fondamentale distinzione tra ammendante compostato verde e ammendante compostato misto, all'interno d'ogni singola categoria i prodotti finali possono mostrare caratteristiche differenti dal punto di vista agronomico. Questo fatto ha contribuito a diffondere una

cattiva reputazione del compost, poiché in certi casi non ha determinato un buon risultato di coltivazione, quando addirittura non è stato causa di gravi danni alle colture in contenitore su cui è stato impiegato; così, il suo utilizzo si limita per lo più a quello di ammendante organico del terreno.

Nelle colture florovivaistiche, soprattutto se in vaso, ove il volume di substrato in cui la pianta trascorre il suo intero ciclo colturale è estremamente ridotto, risulta dunque indispensabile approfondire la conoscenza delle caratteristiche fisico-chimiche del prodotto che si intende introdurre in azienda al fine di valutare correttamente l'effettiva possibilità di utilizzo, stabilire la percentuale (del prodotto) nella miscela e adeguare la tecnica di coltivazione in modo da ottimizzare le performance produttive. Inoltre, il compost utilizzato deve rispettare alcune caratteristiche e condizioni tali da non compromettere la sanità delle colture, quali l'assenza di fitotossicità e di semi vitali e la ridotta presenza di metalli pesanti.

Dal punto di vista chimico i compost possiedono in genere pH che varia dalla neutralità alla sub-alcalinità e una salinità compresa tra 1,5 e 3,0 mS/cm (Tabella 1); il contenuto in sostanza organica risulta generalmente inferiore a quello delle torbe. Il rispetto dei parametri di legge è garanzia di

qualità e di buoni risultati produttivi, se l'utilizzatore ne è a conoscenza ed è in grado di adeguare le tecniche di coltivazione alla tipologia del substrato utilizzato.

Relativamente alle proprietà fisiche risulta più complesso fissare delle caratteristiche comuni dei compost che dipendono in effetti dal tipo di materiale di scarto utilizzato, dalla sua provenienza e dal processo di vagliatura che il prodotto finale ha subito. In generale il compost ha un'elevata porosità ed una buona capacità di ritenzione idrica.

Negli ultimi anni si è andato affermando un nuovo tipo di compost, denominato di “qualità”, che ha delle caratteristiche interessanti ed anche una miglior riuscita nell'impiego vivaistico. Questo prodotto, ottenuto con biomasse selezionate alla fonte e attraverso un processo di bioconversione aerobica controllata, risponde agli standard stabiliti dalla legge. Le biomasse impiegate possono essere scarti “verdi” (potature, sfalci, fogliame) eventualmente integrati con altri materiali ligneo-cellulosici (trucioli, cassette, pancali) e/o matrici ad elevata fermentescibilità, come gli scarti di origine alimentare o di lavorazioni dell'agroindustria, i fanghi biologici o la frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU).

Pomice

Esistono in natura vari tipi di pomice che differiscono notevolmente per le proprietà chimiche e per l'utilità. Il biossido di silicio rappresenta comunque il componente principale. La pietra pomice può essere usata nel florovivaismo dato che, grazie alla sua particolare struttura, è in grado di migliorare il bilancio idrico del substrato di coltivazione, garantendo la circolazione dell'aria e l'ossigenazione. La pomice è una roccia magmatica effusiva che si forma prevalentemente tramite eruzioni di tipo esplosivo. Il rapido raffreddamento della roccia ha favorito la formazione di minerali alveolari espansi. Si tratta, quindi, di una roccia che presenta una elevatissima porosità grazie alla quale risulta essere leggerissima; per questo motivo è l'unica roccia che può galleggiare in acqua (con volumi superiori ai 5-7 centimetri cubi). Una delle componenti principali di questa roccia magmatica è la silice; altri minerali accessori possono essere calcite e zeolite; le pomici di colore più scuro contengono una buona dose di ferro. Grazie alle sue caratteristiche la pomice può essere utilizzata in agricoltura e nel florovivaismo come ingrediente nella composizione di terricci e substrati di coltivazione per via della notevole porosità ma anche di una certa ritenzione idrica e di un lento

rilascio dei liquidi. Si tratta di un prodotto assolutamente naturale ed ecologico (pH 7-8) che va a favorire lo sviluppo ed il benessere delle piante. Per via della particolare struttura la pomice non può essere completamente saturata, garantendo quindi la presenza di aria e di altri gas fondamentali. Porosità e permeabilità sono caratteristiche fondamentali per garantire lo scambio gassoso e la giusta presenza di acqua all'interno del substrato di coltivazione favorendo l'attività ottimale delle radici.

Componenti minerali da impiegare nei substrati vivaistici

Pomice grana grossa	Pomice grana fine	Lapillo
		

Può avere azione benefica anche in terreni pesanti permettendo ad acqua e aria di penetrare, e può essere aggiunta anche nel compost per migliorarne la trasformazione e le caratteristiche finali (2-3% circa sul

volume totale). Il compost, una volta trasformato, potrà anche essere setacciato per poi riutilizzare la pomice. La pomice che si viene a trovare all'interno del compost durante il processo di trasformazione e maturazione sarà ricca di batteri e microrganismi utili. In commercio esistono diverse tipologie di pomice a seconda dei vari usi, bisognerà quindi assicurarsi che si tratti di pomice destinata al florovivaismo. Vi sono diverse granulometrie: dalle sabbie (0-3 mm) alle graniglie (da 2-4 mm per le graniglie più fini a 12-25 mm per le graniglie di dimensioni maggiori). Può essere utilizzata in proporzioni variabili nei substrati di coltivazione o nella preparazione di terricci per semine, trapianti, coltivazioni in vaso e talee per migliorare il bilancio idrico o per alleggerire il substrato. Ottima anche in orticoltura, migliora le caratteristiche del substrato e favorisce condizioni aerobiche attorno all'apparato radicale. Trova anche applicazioni nei tappeti erbosi. Migliora il drenaggio nei casi di eccesso di umidità; a tal proposito può essere posizionata anche sul fondo dei vasi come base drenante (strato di 3-5 cm di spessore, a seconda della dimensione dei contenitori). E' molto resistente nel tempo, non può essere compattata e nemmeno dilavata, e può essere usata per la pacciamatura o come ammendante minerale nel terreno. Essendo composta in buona percentuale da silicio, apporta i benefici e i vantaggi

di questo elemento; se ben utilizzata può prevenire la formazione di muffe ed alghe indesiderate. Materiale molto simile è il lapillo, anch'essa roccia vulcanica impiegata nel florovivaismo. Lapilli e pomici hanno caratteristiche simili, con la differenza che i primi hanno avuto origine da un magma con un contenuto di silice minore ed un numero di cavità interne decisamente inferiore ma di dimensioni maggiori rispetto alle pomici. Ciò ne determina una maggiore macroporosità. Per questo il lapillo presenta una struttura più densa rispetto alla pomice, e grazie al tipo di magma da cui è stato generato può garantire la disponibilità di microelementi utili e utilizzabili dai vegetali.

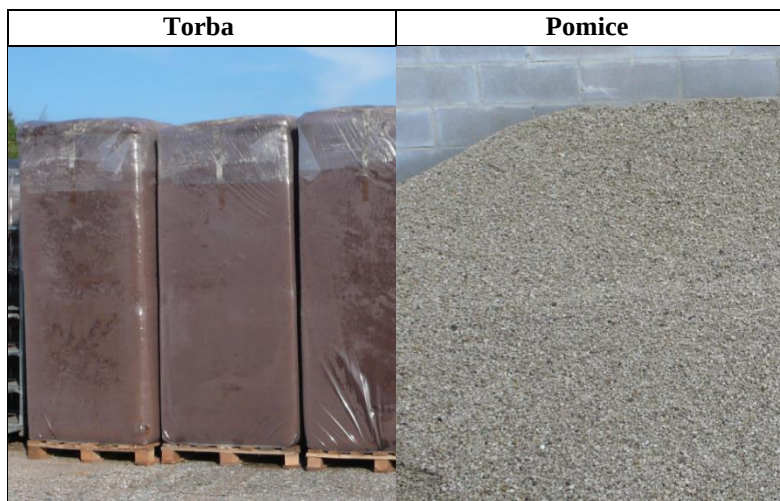
Implicazioni ambientali connesse all'utilizzo di substrati per l'allevamento di piante in contenitore

Negli ultimi anni si è assistito ad una crescente attenzione della nostra società a temi di natura ambientale. In effetti il rapporto tra impresa e ambiente si è andato progressivamente modificando, da una concezione nella quale l'ambiente è visto come un contenitore di risorse da sfruttare senza coglierne un intrinseco valore economicamente quantificabile, a una visione dell'ambiente come “fattore produttivo” vero e proprio. Inoltre, la crescita della sensibilità dell'opinione pubblica nei confronti della salvaguardia dell'ambiente sta orientando il sistema economico e quindi le singole imprese verso una gestione più sostenibile delle proprie attività. Questo nuovo scenario affida alle singole aziende un ruolo determinante nella individuazione delle proprie criticità ambientali relative a standard di processo e/o di prodotto. È, infatti, l'azienda che attraverso un processo di miglioramento continuo e di autocontrollo deve dimostrare alle cosiddette parti interessate o stakeholders (opinione pubblica, autorità pubbliche, clienti, fornitori) il proprio

impegno verso l'ambiente, sfruttandolo anche in termini comunicativi. Anche il settore florovivaistico non è sfuggito a questa logica, tenuto anche conto che per l'elevata intensità di coltivazione e per una gestione non sempre razionale delle risorse (in particolare per quanto riguarda acqua, fertilizzanti e fitofarmaci) e dei rifiuti aziendali (es. scarti di produzione), questo settore produttivo è ritenuto responsabile di un impatto ambientale non trascurabile, non sempre mitigato dagli indiscutibili effetti positivi prodotti, quali la riqualificazione del paesaggio e l'assorbimento di CO₂. In questa ottica va inquadrata la questione dei substrati per le colture in vaso. Queste, nate negli Stati Uniti nella seconda metà degli anni '50, dopo aver testato diversi componenti (tra cui lo stesso terreno agrario) per il rinvaso delle piante, sono arrivate ad individuare una combinazione di componenti risultati poi ottimali per il vivaismo ornamentale in contenitore. E' quindi per questo che sono stati largamente impiegati substrati costituiti, in linea generale, da una frazione minerale (molto spesso la pomice, talvolta il lapillo) e da una frazione organica, la torba. Proprio quest'ultima è stata per anni il componente principale dei substrati, avendo caratteristiche ideali per un substrato di coltivazione: è leggera, omogenea, molto porosa, relativamente stabile, sicura dal punto di vista fitopatologico, ha in genere un pH

acido, che però può essere facilmente aggiustato. Queste caratteristiche la hanno resa adatta in pratica alla coltivazione di quasi tutte le specie vegetali. Se prendiamo in considerazione quello che nel vivaismo ornamentale in contenitore è stato considerato per anni il più classico dei substrati, la miscela torba-pomice, e ne facciamo una analisi attenta delle implicazioni ambientali derivanti dall'impiego di queste componenti, ci possiamo rendere conto facilmente di quali sia l'entità del problema, soprattutto per ciò che concerne la torba.

Componenti base per il classico substrato vivaistico



Se partiamo dall'inizio, cioè dalla fase di produzione di torba, vediamo subito che l'estrazione dalle torbiere richiede

un notevole utilizzo di macchinari che contribuiscono alla emissione di CO₂; una volta estratta, questa deve poi essere trasportata a grandi distanze, dal luogo di origine fino alla zona di utilizzo (se consideriamo la Lituania come zona di produzione e Pistoia come bacino di impiego parliamo di un viaggio di circa 2000 km su camion). Infine, una volta giunta a destinazione la torba deve essere smistata, movimentata, lavorata, con un ulteriore aggravio di emissioni di CO₂ prima di finire dentro al contenitore. Va poi tenuto conto che la torba stessa una volta estratta va incontro a processi di tipo ossidativo che liberano nell'aria una ulteriore frazione di CO₂. Inoltre lo sfruttamento sempre maggiore delle torbiere, dovuto in gran parte all'incremento negli anni della domanda da parte del settore vivaistico per la produzione in contenitore, ha ormai evidenziato i suoi limiti in termini di disponibilità del prodotto. Come tutte le fonti energetiche non rinnovabili del nostro pianeta, infatti, anche le torbiere si stanno esaurendo. Questo sebbene avvenga più lentamente rispetto a quanto avviene per altri fonti di energia esauribili, comincia ad essere considerato un problema, al punto che vari Paesi (ad es. la Germania) hanno già da tempo messo in atto politiche di protezione di questi particolari ambienti, impedendone ulteriori sfruttamenti.

Discorso in parte analogo può essere fatto per la pomice, roccia vulcanica che viene estratta in cave localizzate tra la bassa Toscana e l'alto Lazio, e che poi vengono trasportate nelle zone di maggior richiesta, dopo essere state macinate alla granulometria richiesta. Quindi anche per la pomice esistono le stesse problematiche ambientali definite per la torba: una filiera che provoca emissione di CO₂ nella fase di estrazione, in quella di lavorazione e infine per la fase di trasporto; va comunque specificato che il livello di emissioni della filiera pomice risulta alquanto inferiore all'equivalente livello della filiera torba.

Dall'insieme delle considerazioni sopra riportate, è quindi emersa chiaramente l'esigenza di esplorare altre tipologie di materiali per valutare la loro "spendibilità" come componenti per substrati vivaistici; come è logico, dal momento che il tema centrale rimaneva la sostenibilità ambientale, la massima attenzione è stata rivolta a materiali che fossero scarti di lavorazione, della filiera vivaistica come di altre filiere produttive, o comunque materiali di recupero (ad es. sedimenti), in una logica generale di sostituzione di materiali di estrazione (torba, pomice) con materiali di ri-uso. In questa prospettiva, appare chiaro che l'introduzione della fibra di cocco sia stata il primo importante passo del settore vivaistico

verso quell'obiettivo di riduzione di impatto ambientale tanto auspicata, anche se è opportuno sottolineare che la lontana provenienza di questo materiale (ed il conseguente trasporto verso i nostri distretti produttivi), fanno di questo prodotto una “mezza soluzione” e non ancora una piena e totale risposta a quegli interrogativi che l'esigenza di un maggior rispetto ambientale richiede.

Esperienze di impiego di materiali compostati per allevamento di piante in contenitore

In questo capitolo verranno riportate esperienze svolte presso il nostro Dipartimento in un recente passato. Nell'ambito delle sperimentazioni svolte nel comparto vivaistico, la ricerca di substrati alternativi è, in effetti, sempre stata assolutamente centrale, producendo nel tempo una serie di dati ed esperienze di indubbio valore.

Humus derivato da letami bovini

Questa sperimentazione è stata svolta nel 2011, utilizzando un prodotto costituito da letami e materiali vegetali fermentati derivanti da filiera controllata, sottoposti a un periodo di compostaggio. Questo humus (così definito dalla ditta produttrice) è stato aggiunto al substrato in percentuali crescenti, andando a sostituire la frazione organica standard, cioè la torba. Nello schema sottostante sono state riassunte le tesi a confronto:

Substrato	Pomice	Torba	Humus
Controllo	50	50	
Humus 1	50	35	15
Humus 2	50	15	35
Humus 3	50	--	50

* i valori sono espressi in percentuale sul volume

Sono state impiegate giovani piante di un anno di età di fotinia (*Photinia x fraseri*) e di lentaggine (*Viburnum tinus*), specie molto diffuse nel panorama vivaistico locale, caratterizzate entrambe da una buona adattabilità a condizioni di sviluppo. All'avvio della sperimentazione, sono state rinvasate in un contenitore medio-piccolo (16 Ø) con i substrati preparati e arricchiti con un fertilizzante a rilascio controllato, in ragione di 2 g/l di substrato.

Dall'insieme dei risultati ottenuti, si è potuto rilevare che l'impiego di questo humus nel substrato per l'allevamento delle piante di Fotinia e Viburno avesse evidenziato alcune problematiche. Entrando nel dettaglio dei risultati si può rilevare che le differenze tra le tesi a confronto sono risultate

significative sin dal primo rilievo, ed hanno evidenziato in generale un buon adattamento del viburno alla presenza dell'humus fino alla soglia del 35% (tesi H2), mentre la tesi H3, caratterizzata da una frazione organica interamente attribuibile all'humus compostato, ha mostrato da subito performance di sviluppo significativamente inferiori. La fotinia, invece, è risultata più sensibile, con uno sviluppo significativamente inferiore di tutte le tesi dotate di humus (tesi H2-H3-H4) rispetto alla tesi di controllo (A)

Tabella 2 - Altezza massima rilevata in due date su un campione di 6 piante di Photinia x fraseri e di Viburnum tinus

	VIBURNUM TINUS				PHOTINIA x FRASERI			
Tesi	15-set		16-nov		15-set		16-nov	
A	44,50	a	46,83	a	91,00	a	107,00	a
H2	43,33	a	46,67	a	84,00	ab	89,67	b
H3	41,00	a	44,50	ab	67,17	b	88,67	b
H4	36,83	b	40,83	b	69,50	b	78,50	b

Per ciò che concerne invece lo sviluppo misurato in termini di sostanza secca prodotta, i risultati sono riportati nelle tabelle sottostanti. Il viburno ha confermato una buona adattabilità con livelli di humus del 15% (tesi H2), mentre i

valori di crescita sono risultati inferiori nelle tesi H3 e H4. Ancor più netto il risultato con la fotinia, dove le differenze tra la tesi di controllo e le altre è stata davvero rilevante, come si evince anche dal solo peso secco totale. E' comunque interessante notare che queste diverse performance di crescita non hanno chiamato in causa la ripartizione dell'accrescimento tra chioma e radici, o il grado di idratazione delle piante, entrambi sempre non significativi sia per il viburno che per la fotinia, cosa che porta a escludere uno squilibrio fisiologico delle piante nella sperimentazione.

Tabella 3 – Accumulo (g) e ripartizione della sostanza secca prodotta in piante di Viburnum tinus (6 piante)

Tesi	PF Tot		PS Fog		PS Rami		PS Radici		PS Tot		PS /PF tot		Chio/Rad	
A	155,19	a	26,18	a	15,85	a	22,40	ab	64,42	a	0,417	ns	1,889	ns
H2	153,42	a	25,88	a	15,60	a	22,89	a	64,36	a	0,426		1,841	
H3	103,92	b	19,35	b	9,75	b	14,90	c	44,00	b	0,428		1,985	
H4	119,94	b	23,66	a	12,55	a	18,00	bc	54,21	ab	0,453		2,034	

Tabella 4 – Accumulo (g) e ripartizione della sostanza secca prodotta in piante di Photinia x fraserii (6 piante)

Tesi	PF Tot		PS Fog		PS Rami		PS Radici		PS Tot		PS tot/PFtot		Chio/Rad	
A	184,94	a	28,70	a	44,85	a	22,10	a	95,65	a	0,518	ns	3,381	ns
B	107,66	b	19,49	b	27,05	b	13,53	b	60,07	ab	0,559		3,629	
C	79,76	b	14,77	b	18,21	c	9,51	b	42,49	c	0,533		3,500	
D	86,82	b	16,99	b	18,36	c	10,64	b	45,99	bc	0,537		3,415	

A corredo dei risultati si allegano delle foto (qui sotto) eseguite al termine della sperimentazione su entrambe le specie, che forniscono una conferma sia della buona adattabilità del Viburno a una concentrazione medio-bassa di humus (tesi H2), sia della sensibilità della fotinia, chiaramente più rigogliosa nella tesi di controllo.

Non è semplice fornire una chiave di lettura dei risultati ottenuti, che risultano chiaramente parziali, dato che fanno riferimento ad un unico anno di sperimentazione su due sole specie ornamentali. È ipotizzabile che l'aggiunta di questo humus, un prodotto a “granulometria” fine, in sostituzione della torba bionda, componente molto più grossolano da un punto di vista fisico, abbia alterato le

caratteristiche fisiche del substrato, contribuendo, nelle condizioni colturali applicate, in misura negativa al risultato finale. La brevità del ciclo di coltivazione (meno di 6 mesi), d'altra parte, potrebbe essere letta come un ulteriore motivo della mancata risposta (positiva) di questa matrice organica che, essendo un ammendante compostato arricchito con un consorzio microbico selezionato sulla componente microbiologica, dovrebbe svolgere un' azione attivante (fitostimolante) sui terreni e/o sui substrati, ma probabilmente in tempi più lunghi di quelli previsti da un ciclo di coltivazione in contenitore, che non supera mai, al più, gli 8-10 mesi.

*Figura. 1 – Piante di Viburnum Tinus delle tesi a confronto
al termine della sperimentazione (16/11)*



Figura. 2 – Piante di Photinia x fraserii delle tesi a confronto al termine della sperimentazione (16/11)



Prodotto di scarto della filiera del caffè e dei funghi

Nella ricerca di materiali alternativi ai classici componenti i substrati vivaistici, si è avuta l'opportunità di testare un materiale molto particolare, e cioè un prodotto compostato derivante da uno scarto di due precedenti filiere produttive. In particolare, si trattava di utilizzare un prodotto esausto usato come substrato per coltivazione di funghi, a sua volta ricavato da fondi di caffè utilizzati nei normali bar. A tale scopo, in collaborazione con una azienda vivaistica di Pistoia e con l'azienda Funghi Espresso, si è effettuata una comparazione tra il substrato "classico" a base di torba e pomice ed uno o più substrati, costituiti eventualmente anche da cocco, e aggiunti di un ammendante organico compostato della provenienza sopra descritta. Si è potuto quindi verificare gli effetti dell'aggiunta di questo ammendante in diversa proporzione al substrato, nell'ottica di valutarne le prestazioni, e di individuare una miscela di componenti di riciclo (cocco, ammendante) in grado di rappresentare una opzione alternativa, ecologicamente sostenibile, ai classici substrati vivaistici fondati sull'impiego di materiale di estrazione (torba, pomice).

Piante utilizzate nella sperimentazione



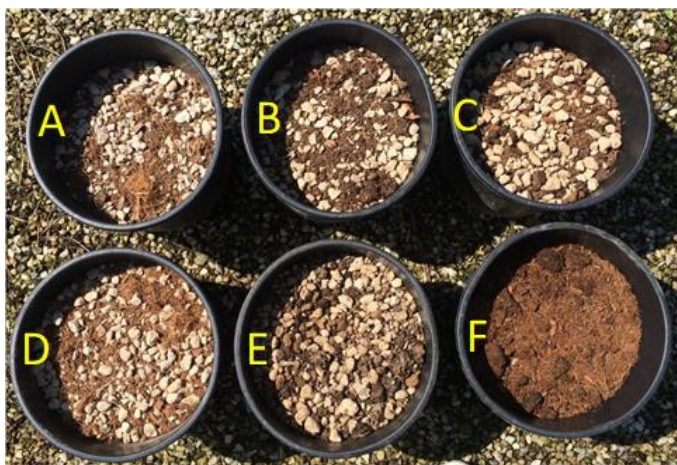
Si sono utilizzate piante di due specie ornamentali da esterno, *Photinia x fraseri* e *Prunus lusitanica*, entrambi di 2 anni di età allevate in vaso 16Ø. All'avvio della sperimentazione, sono state rinvasate in un contenitore medio (24Ø) con i substrati preparati secondo la tabella sotto riportata. I substrati sono stati arricchiti con un fertilizzante a rilascio controllato, aggiunto secondo le quantità indicate dai protocolli standard di impiego (Nutricote 5g/l). Per quanto riguarda il cocco, si è fatto ricorso ad una miscela di fibra e mallo di cocco, nella percentuale oggi comunemente usata nei vivai (70:30 fibra:mallo). Si prevede di utilizzare 15 piante per ogni tesi a confronto.

Tesi	Torba	Pomice	Cocco	Ammendante
A	50	50	--	--
B	30	50	--	20
C	--	50	30	20
D	--	50	50	--
E	--	50	--	50
F			50	50

** i valori sono espressi in percentuale sul volume*

Le piante, collocate nello spazio a loro dedicato in azienda secondo un disegno sperimentale a blocchi allo scopo di minimizzare eventuali errori sperimentali, sono state sottoposte a un monitoraggio continuo, con misure periodiche della crescita in altezza, ed analisi di crescita sulle piante in contenitore. Da un confronto visivo, le piante non hanno evidenziato differenze tra le varie tesi, osservazione rafforzata dai mesi di osservazioni continue in vivaio: il colpo d'occhio del quadro di piante ha messo in evidenza l'omogeneità delle stesse per tutta la durata della stagione. In particolar modo il *Prunus lusitanica* ha mostrato una capacità migliore di adattarsi alle percentuali crescenti del substrato di caffè, non solo sopportandole ma mostrando ad un esame visivo un certo beneficio dall'introduzione del terriccio in prova.

Substrati utilizzati nella sperimentazione



Relativamente alla crescita reale delle piante, valutata attraverso l'accumulo di sostanza secca, non si sono rilevate differenze statisticamente significative tra le tesi, sebbene una certa tendenza a un qualche stato di sofferenza nella tesi D sia stato rilevato nella fotinia. Il prunus ha fornito dati più "compatti", le varie tesi hanno infatti mostrato medie di crescita molto simili. Il rapporto PS/PF, che indica lo stato di idratazione delle piante, è risultato analogo tra le varie tesi in entrambe le specie, mentre l'unico segnale di un possibile effetto dovuto all'aggiunta di questo compost lo si ritrova nel rapporto Chioma/Radici (C/R), che nella fotinia è risultato più elevato nelle tesi a confronto rispetto al controllo, ad

indicare forse una condizione non ottimale per lo sviluppo radicale.

Photinia x fraseri	Media PS (g)	Media PS/PF	Media C/R
PS iniziale	63.41	0.4	1.2
A	625.2 ns	0.4	1.1
B	427.1	0.3	1.5
C	603.2	0.4	1.2
D	523.9	0.4	1.4
E	436.3	0.4	1.4
F	561.7	0.4	1.5

Prunus lusitanica	Media PS (g)	Media PS/PF	Media C/R
PS iniziale	119.2	0.4	0.7
A	441.9 ns	0.3	0.8
B	334.7	0.3	0.9
C	350.5	0.3	1.0
D	423.2	0.3	0.8
E	510.1	0.3	0.9
F	449.7	0.3	0.8

In conclusione, è possibile affermare che le matrici oggetto di indagine, alle concentrazioni da noi testate, hanno evidenziato una certa potenzialità se impiegate per la coltivazione di piante in contenitore. È doveroso sottolineare che la preparazione di questo prodotto a base di caffè è stata condotta a mano, cosa che ha reso complicato disassemblare i macroaggregati nella massa di prodotto. È probabile che una ulteriore raffinazione della matrice, con processi di compostaggio più lunghi e accurati, passaggi in macchine tritiatrici, possa determinare un prodotto con caratteristiche chimico-fisiche migliori. D'altra parte, la natura dello scarto utilizzato è molto particolare perché esso deriva dal riciclo di un substrato esausto della funghicoltura, a sua volta ottenuto da rifiuti della filiera del caffè. Il suo utilizzo in un ciclo di coltivazione rappresenta quindi la sua “terza vita” come fattore produttivo, e questo è senz'altro il suo principale punto di forza. Alcune applicazioni alternative, come ad esempio l'utilizzo quale ammendante in pieno campo potrebbero fornire sicuramente spunti per nuove ricerche. Allo stato attuale, se si vuole ripetere sperimentazioni di coltivazione in contenitore, è necessario ottenere un prodotto più lavorato oppure è possibile pensare un suo utilizzo in vasi di elevato volume, dove vengono di solito ricoltivate piante provenienti dalla piena terra.

Esperienze di coltivazione nel progetto LIFE – Agrised

Il progetto Agrised, avendo programmato una fase di sperimentazione in vivaio dei prodotti derivati dal co-compostaggio di scarti verdi e di sedimenti fluviali, ha rappresentato una occasione preziosa per ampliare il quadro delle conoscenze sulle prospettive di impiego di materiali di risulta nei substrati vivaistici. Prima di commentare i risultati tecnici della sperimentazione, un cenno sulle matrici impiegate.

Scarti Verdi - Le aziende vivaistiche, svolgendo la loro attività, producono naturalmente una serie di rifiuti, scarti e/o sottoprodotti che vengono gestiti in diversi modi. Una di queste categorie di scarti/sottoprodotti è rappresentata dagli “scarti vegetali”, definizione con la quale si intende una varietà di materiali, tra cui le piante seccate o non vendibili, le svasature e le potature. La prevalenza di uno o più di questi materiali è legata alla tipologia di azienda vivaistica (Recchia et al., 2013); infatti nelle aziende che hanno prevalentemente coltivazioni di pieno campo, la matrice degli scarti è rappresentata per lo più da piante secche e da potature, mentre per quelle in cui prevale la coltura in contenitore assumono grande rilevanza il terriccio e le svasature. In una

area produttiva delle dimensioni del Distretto vivaistico pistoiese, le dimensioni del problema possono essere quantificate intorno alle 20.000 tonnellate/anno di scarto prodotto (Marzialetti, 2008). Le aziende vivaistiche nei riguardi di questi materiali, si sono trovate di fronte alla prospettiva di una loro gestione alternativa allo smaltimento oneroso come rifiuti aziendali; è in questa ottica che è venuta maturando l'idea di ottenere un materiale compostato a partire da diverse matrici, riutilizzabile come componente di substrati nelle aziende, valutando nel contempo le implicazioni ambientali di detta operazione.

Sedimenti fluviali - Tra i componenti che potrebbero trovare un'applicazione nella costituzione di un compost idoneo alla coltivazione di piante in contenitore ci sono i sedimenti reperiti tramite il dragaggio dei fiumi, una risorsa poco o affatto utilizzata e in eccesso che, generalmente, viene conferita in discarica come rifiuto. In Europa, il dragaggio periodico dei tratti fluviali e dei porti, necessario per evitare fenomeni di inondazioni e dissesto idrogeologico, produce circa 200 milioni di m³ di sedimenti all'anno (Bortone et al. 2004). L'eventuale impiego come matrice compostabile per un substrato di coltivazione rappresenterebbe quindi un efficace metodo di smaltimento di questi dragati che, nel caso

contrario, sono destinati ad essere smaltiti come rifiuti, con i costi e gli impatti a questo legati. Il problema più grosso legato all'impiego di questi materiali può essere la contaminazione da varie sostanze che possono presentare, specie nel caso che il fango dragato provenga da canali navigabili, da porti o da località a questi vicine. In diversi studi sono infatti stati rilevati accumuli consistenti di metalli pesanti, specialmente zinco (Zn), rame (Cu) e piombo (Pb), seguiti da cromo (Cr), nichel (Ni) arsenico (Ar), ed altre molecole organiche (Hashim et al., 2018), malgrado il fatto che sia stato dimostrato come il processo di compostaggio possa concorrere per un certo grado alla fitorimediazione di questi sedimenti (Mattei et al., 2016).

La coltivazione in campo – I componenti descritti, scarti vegetali e sedimenti, sono stati miscelati in due diversi ambienti (a Pistoia e in Repubblica Ceca), fino a formare diversi mix come qui sotto riportato:

Tesi	Scarto verde	Sedimento dragato	Torba:Pomice
1	--	--	100
2	75	25	--
3	50	50	--
4	25	75	--
5	37,5	12,5	50
6	25	25	50
7	12,5	37,5	50

Al termine del processo di co-compostaggio, i mix ottenuti, addizionati di concime, sono stati impiegati come substrato di coltivazione sia tal quali (tesi 2, 3 e 4) sia ulteriormente miscelati con il classico substrato torba:pomice (1:1) di uso comune nei vivai ornamentali. Quest'ultima operazione è stata decisa dopo aver caratterizzato sotto il profilo fisico-chimico i 3 mix prodotti; ne è risultata una densità eccessiva, un pH subalcalino e una salinità abbastanza alta. In tutto sono state messe in prova sei miscele in Repubblica ceca (i tre compost concimati + i tre compost miscelati con torba/pomice); mentre a Pistoia sono stati nove (i tre compost concimati + tre compost miscelati con torba/pomice + tre compost miscelati con midollo/fibra di cocco). La prova di coltivazione si è basata su due specie molto comuni, usate spesso nelle nostre ricerche: *Viburnum Tinus*, *Photinia* × *Fraseri* “Red Robin”. Le piante sono state valutate in relazione sia ad una ricetta standard torba/pomice (50:50) sia ad una cocco midollo/cocco fibra (70:30). Le condizioni di coltivazione valutate sono quelle che normalmente esegue il vivaista. Ovvero rinvaso da un contenitore 3Lt ad un 9,5Lt, irrigazione a goccia, concime a lenta cessione 12 mesi nel substrato (4gr/LT), disposizione a scacchiera all'interno di un comune “quadro” di vasetteria. In Repubblica Ceca è stato eseguito solo un ciclo di coltivazione

con invasatura primaverile, mentre a Pistoia due: il primo con invasatura autunnale e il secondo in primavera.

Area di coltivazione con le piante di Fotinia e Viburno distribuite tra le varie tesi



Dall'insieme dei risultati ottenuti con questi 3 mix e con gli altri tagliati con torba/pomice o con cocco, emerge chiaramente una notevole potenzialità di questi substrati alternativi ad essere impiegati nel normale ciclo di produzione di arbusti ornamentali. Sin dal primo rinvaso autunnale, in ottobre, si è potuto notare che le piante, sia in Italia che in Repubblica Ceca, manifestavano, rispetto alle piante rinvasate nel substrato di controllo, una condizione molto buona, a prescindere dal mix impiegato. A testimonianza di quanto detto si può osservare qui sotto una foto dopo 4 mesi dal rinvaso a Pistoia nella quale si nota chiaramente una bella fioritura di tutte le piante di viburno.

*Fioritura delle piante di fotinia invase con mix a base di
compost*



Lo sviluppo delle piante di fotinia e viburno, nel corso della stagione, è stato sempre piuttosto omogeneo tra le varie tesi, le piante non hanno manifestato sintomi di sofferenza; questo è emerso chiaramente anche dai rilievi ecofisiologici svolti su di esse (fotosintesi, conduttanza stomatica, misura della clorofilla), che hanno evidenziato una condizione del tutto normale da parte delle piante delle varie tesi a confronto, senza alcun rilevante stato di stress. A fine stagione è stato effettuato un rilievo fotografico (vedi sotto), dopo di che le piante sono state misurate (altezza), e un campione di queste è stato sottoposto al calcolo della materia secca accumulata.

		Peso Fresco (kg)			Peso Secco (Kg)				
Tesi	Altezza	Chioma	Radici	Totale	Chioma	Radici	Totale	Chioma/Radici	Ps/Pf
1	150,67	1,42	0,44	1,86	0,71	0,16	0,88	3,27	0,47
2	128,67	1,08	0,37	1,45	0,53	0,17	0,70	2,89	0,48
3	136,00	1,17	0,35	1,52	0,59	0,19	0,78	3,36	0,51
4	140,67	1,12	0,28	1,40	0,57	0,16	0,73	3,97	0,52
5	124,00	1,11	0,34	1,45	0,55	0,18	0,73	3,32	0,51
6	131,00	1,71	0,39	2,11	0,85	0,18	1,03	4,35	0,49
7	136,00	1,01	0,24	1,25	0,55	0,14	0,69	4,18	0,55

		Peso Fresco (kg)			Peso Secco (Kg)				
Tesi	Altezza	Chioma	Radici	Totale	Chioma	Radici	Totale	Chioma/Radici	Ps/Pf
1	80,67	0,93	0,40	1,33	0,51	0,15	0,66	2,35	0,49
2	78,33	0,86	0,29	1,14	0,49	0,13	0,62	2,99	0,54
3	77,33	0,69	0,20	0,89	0,41	0,11	0,52	3,49	0,59
4	85,67	0,79	0,25	1,04	0,46	0,16	0,62	3,16	0,60
5	83,33	0,62	0,17	0,78	0,34	0,10	0,45	3,67	0,57
6	82,33	0,84	0,23	1,07	0,43	0,13	0,55	3,70	0,52
7	80,33	0,65	0,21	0,85	0,36	0,13	0,49	3,15	0,57

Considerazioni finali sull'impiego di materiali compostati nei substrati vivaistici

Dopo aver presentato la problematica generale dei substrati vivaistici, centrata sulla necessità di renderli maggiormente ecocompatibili, e aver passato in rassegna alcuni dei componenti più comuni ed altri che potrebbero essere introdotti per le finalità sopra dette, si sono illustrate alcune esperienze svolte in merito presso il nostro Dipartimento negli anni scorsi, per giungere infine a formulare una serie di considerazioni finali circa le potenzialità e le problematiche inerenti l'impiego di materiali compostati nel processo di produzione di piante in contenitore.

- La prima cosa da rilevare è che, a dispetto di una diffidenza diffusa tra gli addetti ai lavori, non sembrano esserci elementi tali da sconsigliare in assoluto l'utilizzo di queste matrici nei substrati vivaistici; al contrario, si sono viste delle potenzialità interessanti, che indicano chiaramente una loro applicabilità, particolarmente in determinate condizioni, qui sotto prese in considerazione.

- È molto importante che i componenti scelti per essere compostati siano ben preparati, e quindi sottoposti preventivamente a una adeguata macinazione e una eventuale vagliatura, in modo che il prodotto che ne derivi non alteri le caratteristiche fisiche del substrato, molto importanti per la riuscita della successiva fase di coltivazione.
- Il processo di compostaggio deve sicuramente essere messo a punto in relazione alle matrici utilizzate in ingresso. Nel caso di Agrised, ad esempio, per quanto si siano ottenuti risultati positivi nella degradazione delle sostanze inquinanti presenti all'interno dei sedimenti dragati, determinati valori, sia in un prodotto che nell'altro, hanno mostrato come tali processi debbano essere studiati e calibrati attentamente per poter rispettare in maniera esaustiva i valori limite imposti dalle legislazioni dei vari paesi e poter produrre compost di qualità impiegabile commercialmente oltre al di fuori della semplice sperimentazione.
- Il nodo centrale nella prospettiva di un possibile impiego di questi materiali resta la percentuale di impiego nei substrati utilizzati per la comune pratica di coltivazione. Le esperienze fatte in passato hanno generalmente individuato una soglia limite tra il 20 e il 30% a seconda

dei casi, ma le esperienze condotte in AGRISED, dove sono stati usati dei mix al 100% con risultati comunque interessanti, lasciano intravedere campi di applicazione ben più estesi di quanto finora prospettato.

- Un aspetto emerso in precedenti esperienze rispetto a AGRISED è quello delle dimensioni delle piante allevate con substrati caratterizzati dalla presenza di matrici compostate. In generale si ritiene opportuno evitare di allevare piante giovani, di piccole dimensioni, con queste tipologie di substrati, riservandoli alle piante di maggiori dimensioni e età che, a parità di altri fattori (specie, condizioni colturali), risultano in genere meno sensibili alle caratteristiche fisico-chimiche non sempre ottimali di questi materiali alternativi.
- Per quanto sopra detto sulle percentuali di impiego e sulla età delle piante in coltivazione, si potrebbe suggerire di evitare prodotti compostati nel primo anno di vita delle piante, per passare a un 10% nel secondo anno, al 20% nel terzo anno, e giungere al 30-40% per le grandi piante, quasi sempre piante cresciute in piena terra e poste in grandi contenitori solo nell'ultimo periodo di produzione, non molto prima della vendita.
- Ulteriore fattore che potrebbe suggerire l'impiego di queste matrici risiede nella semplice considerazione che

comunque la permanenza delle piante nei substrati di coltivazione copre un arco di tempo tutto sommato breve: si va dai 6-7 mesi di una stagione di crescita, fino ai 18-24 mesi nel caso che le piante restino nello stesso contenitore per due stagioni vegetative. Passati questi periodi, la gran parte delle piante, se non sono vendute, diventano scarto e quindi eliminate.

È evidente, per concludere, che la natura stessa delle matrici compostate (un sedimento fluviale e scarti vegetali), di provenienza variabile, rende complicato poter fornire protocolli di impiego esatti e ripetibili. Malgrado il corpo di conoscenze fin qui acquisite sia ormai piuttosto ampio e articolato, qualunque indicazione si possa dare sull'impiego commerciale di questi materiali compostati nel settore vivaistico non può prescindere da una fase preliminare di messa a punto dei principali passaggi precedenti il loro utilizzo nella fase di coltivazione: analisi delle matrici impiegate, lavorazione pre-compostaggio, monitoraggio del compostaggio stesso.

Bibliografia

- Aendekerk Th.G.L., Cevat H., Dolmans N., Van Elderen C., Kipp J.A., De Kreeij C., Sonneveld C., Verhagen J.B.G.M. e Wever G., 2000. International substrate manual - Elsevier International. Doetinchem The Netherlands
- Baldoni, R., Giardini, L., 2001. Coltivazioni erbacee – Cereali e proteaginose - Pàtron editore, Bologna.
- Pàtron editore, BolognaBortone G., E. Arevalo, I. Deibel, H. Detzner, L. DePropris, F. Elskens, A. Giordano, P. Hakstege, K. Hamer, J. Harmsen, A. Hauge, L. Palumbo, J. VanVeen, 2004. Synthesis of the sednet workpackage 4 outcomes. J. Soils Sediments, 4 , pp. 225-232.
- Bunt, A.C., 1988. Media and Mixes for Container Grown Plants: a Manual on the Preparation and Use of Growing Pot Plants - 2nd Ed. Unwin Hyman Ltd., London, UK
- Cattivello, C., 2010. Torbe: conoscerle bene per gestire meglio il pH - Il Floricoltore n.9 SETTEMBRE 2010 pag. 54.
- Cattivello, C., Zaccheo, P., 2009. I substrati di coltivazione - Edizioni Agricole de Il Sole 24 ORE, Bologna.

- Hashim, K. S., Al-Saati, N. H., Hussein, A. H., Al-Saati, Z. N., 2018. An investigation into the level of heavy metals leaching from canal-dredged sediment: a case study metal leaching from dredged sediment; international conference on materials engineering and science.
- Jenkins, J.R., Jarrell, W.M., 1989. Predicting physical and chemical properties of container mixtures - HortScience 24:292-295.
- Marzialetti P., 2008 – Riutilizzo degli scarti verdi dei vivai pistoiesi. Notiziario Ce.Spe.Vi., 161, marzo aprile 2008, pagg. 6-9.
- Mattei, P., Cincinelli, A., Martellini, T., Natalini, R., Pascale, E., Renella, G., 2016. Reclamation of river dredged sediments polluted by PAHs by co-composting with green waste; Science of total environment 566-567 (2016), pp. 567-574.
- Nelson, P.V., 2003. Greenhouse Operation & Management - Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey
- Pandini, F., 2004. Torbe e Substrati - Edizioni Franciacorta, Brescia.
- Pimpini, F., 2004 - Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo - Veneto Agricoltura.

- Pozzi, A., Valagussa, M., 2009. Caratterizzazione agronomica dei substrati di coltivazione: metodologie ed esperienze a confronto - *Fertilitas Agrorum* 3:50-55
- Reed, D. W., 1996. *Water, Media and Nutrition for Greenhouse Crops* – Ball Publishing, Batavia, Illinois USA
- Recchia L., Sarri D., Rimediotti M., Boccinelli P., Vieri M., Cini E., 2013. Environmental benefits from the use of the residual biomass in nurseries. *Resource, Conservation and Recycling* 81, 31-39.
- Tesi, R., 2008. *Colture protette - Ortoflorovivaismo in ambiente mediterraneo*. 6° Ed. Il Sole 24 Ore. Edagricole, Milano