UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente
(DAFNAE)

Tesi di laurea triennale in Paesaggio, Parchi e Giardini

Prove di coltivazione di Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) con substrati e vasi ecosostenibili

Relatore: **Ch.mo Prof. Giorgio Ponchia**

Correlatore: **Dott. Giampaolo Zanin**
Dott.ssa Lucia Coletto

Laureando: **Tiziano Vanetto**
(matricola n. 572002)

Anno Accademico 2011-2012

INDICE

1. RIASSUNTO 3
2. ABSTRACT 5
3. INTRODUZIONE 7
3.1. Note botaniche e tecnica colturale 7
3. 2. I substrati 12
3.2.1 Caratteristiche fisiche e chimiche dei substrati 12
3.2.2. Caratteristiche dei Principali componenti organici dei substrati: 16
3.2.3. Caratteristiche di alcuni componenti inorganici dei substrati 24
3.3. Scopo della prova 27
4. MATERIALI E METODI 29
4.1. La prova 29
4.2. Rilievi eseguiti 33
4.3. Elaborazione statistica 34
5. RISULTATI 35
5.1. Prova nell'Azienda Vettoretto 35
5.2. Prova nell'Azienda Ballan 39
6. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI 43
7. BIBLIOGRAFIA 47
FIGURE E FOTO 51

1. RIASSUNTO

L'*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch è nota nel nostro paese anche con il nome di Poinsettia o Stella di Natale ed è una pianta ornamentale che ha il periodo di commercializzazione in prossimità delle festività natalizie, da cui il nome volgare. La sua coltivazione avviene in vaso di plastica di varie dimensioni e la torba è il substrato comunemente utilizzato. In questi ultimi anni il costo crescente della torba, e la maggiore sensibilità ambientale per la tutela di questi importanti siti di biodiversità di flora e fauna, ha portato ad una ricerca di materiali alternativi, con prezzi inferiori, in grado di sostituire almeno in parte la torba. Inoltre la necessità di un minor impiego della plastica ha indotto a ricercare contenitori costituiti da materiale biodegradabile, come i vasi di lolla.

Scopo del lavoro è stato quello di valutare la possibilità di impiego della lolla di riso (materiale di scarto ricavato dalla sbramatura del risone) e di digestato di borlanda di frutta (ricavato dalla digestione anaerobica dei resti delle polpe usate per la distillazione di alcool) come costituenti parziali del substrato e utilizzare vasi alternativi alla plastica come i contenitori biodegradabili in lolla di riso.

La prova si è svolta in due aziende florovivaistiche e la coltivazione di *Euphorbia* è avvenuta in due tipi di vasi (lolla e plastica) su substrati colturali a base di torba bionda. In una azienda sono stati confrontati quattro substrati contenenti dose crescenti di lolla (0, 10, 30 e 50%), e nell'altra azienda tre substrati (0, 10 e 30% di lolla di riso). In entrambe le aziende il numero di substrati valutati si è raddoppiato in quanto ciascuno di quelli indicati è stato valutati senza o con aggiunta di digestato (20% in volume). Al termine della prova sono stati rilevati i più importanti parametri biometrici e successivamente si è proceduto alla distruzione delle piante contando foglie, brattee e fusti; determinandone i pesi freschi e secchi di foglie, brattee, fusti, ciazi e radici.

Nelle due aziende c'è stata una risposta diversa della pianta in funzione del contenuto di lolla nel substrato con dosi maggiori del 10% che ha portato riduzioni dei principali parametri vegetativi rilevati quali valore SPAD, il peso fresco delle foglie, dei fusti e totale delle piante e in una azienda anche il peso fresco e secco degli apparati radicali. Anche il digestato ha influito negativamente sull'accrescimento e su altri parametri e l'impiego dei vasi in lolla non ha prodotto sempre effetti apprezzabili. Nella coltivazione

di *Euphorbia* pulcherrima 'Cosmo Red', la lolla di riso può sostituire fino al 10 % di torba e il vaso di lolla può costituire una alternativa a quello di plastica ottenendo piante di buona qualità e nel contempo rispettando l'ambiente.

2. ABSTRACT

Cultivation of Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) adopting sustainable substrates and pots

Euphorbia pulcherrima Willd. ex Klotzsch is a very important ornamental plant, marketed before Christmas time. The cultivation, as for many other ornamental species, is on plastic pot filled with peat which has good chemical and physical characteristics and it provides good crop performance. However, the exploitation of this resource presents problems for the economic and environmental costs linked to exploitation of peat land.

The objective of this work was to investigate the possibility of using rice hulls and anaerobic digestion residues as substitute of peat in media and rice hulls container in *Euphorbia* cultivation.

The trials was carried out on two farms, were *Euphorbia pulcherrima* 'Cosmo Red' was used. Plants were cultivated in substrates containing 0, 10, 30 and 50% rice hulls and peat, or 0%, 10% and 30%, rice hulls and peat, in the two farms respectively, with the addition or not of anaerobic digestion residues at the rate of 20% by volume and planted on plastic or rice hulls pots.

At the end of cultivation the following parameters were measured: height and diameter of plant, chlorophyll concentration by means of a SPAD-meter; pluss the number of leaves, bracts, and shoots were counted. Fresh and dry weight of shoots, leaves, bracts, flowers and roots was determined and dry matter was calculated.

The results obtained in both farms showed that the addition of rice hulls over 10% reduced all the dimensional parameters of *Euphorbia* plants such as SPAD value, fresh weight of leaves shoots, total of plant and, in one farm, fresh and dry weight of roots. The addition of anaerobic digestion residues limited the growth of plants. The use of rice hulls pots rarely affected the vegetative parameters.

In conclusion, in the cultivation of *Euphorbia* pulcherrima 'Cosmo Red', rice hulls can be adopted up to 10% as substitute of peat, and rice hulls pot as alternative in the plastic one, obtaining good quality plants with the respect of the environment.

3. INTRODUZIONE

L'*Euphorbia pulcherrima* Willd ex Klotzsch, conosciuta anche come Poinsettia è una pianta che viene venduta nel periodo natalizio e per questo è comunemente chiamata Stella di Natale. È stata introdotta nel nostro paese nel 1960 ma è a partire dal 1965 che si è assistito a un incremento della vendita di tale pianta, grazie al miglioramento genetico, che ha apportato nuovi ibridi a crescita compatta e di notevole resistenza sia al trasporto sia alle condizioni sfavorevoli degli appartamenti, dove viene tenuta, con epoche di fioritura distribuite da metà novembre a dicembre, oltre a nuove varietà con brattee di colore diverso dal classico colore rosso che vanno dal rosa, al giallo, al bianco e variegate.

La coltivazione in Europa tuttavia risale al 1930, ma solo con l'introduzione nel 1964 della varietà "Paul Mikkelsen" è iniziata la produzione del vaso fiorito su scala commerciale, in quanto varietà con steli robusti e con foglie e brattee durature anche in casa. Nel 1968 invece si ha il consolidamento sul mercato con la varietà "Annette Hegg". Negli anni seguenti sono state introdotte ad opera degli ibridatori europei altre varietà che hanno contribuito alla diffusione della coltivazione su larga scala. Infine è solo nel 1990 con la varietà "Freedom", che la Poinsettia acquista importanza a livello commerciale, in tutto il mondo (Rampinini, 2002).

Attualmente in Europa si producono e vendono circa 100.000.000 Stelle di Natale.

La prima per produzione e vendita è l'Olanda, al secondo posto l'Italia al terzo la Germania e al quarto la Francia.

3.1. Note botaniche e tecnica colturale

L'*Euphorbia pulcherrima* Willd ex Klotzsch appartiene alla famiglia delle Euphorbiaceae che comprende più di 208 generi e 3400 specie. Le piante possono essere arbusti, succulente e perenni, di cui alcune semi-sempreverdi o sempreverdi, e annuali. Le infiorescenze sono formate da brattee a coppa di svariati colori, che contengono numerosi fiori privi di petali e sepali. Piante rustiche o resistenti al gelo, richiedono una temperatura minima di 5-15°C. Prosperano in pieno sole o ombra

parziale, con terreno umido ma ben drenato. Il lattice che trasudano può causare irritazioni cutanee.

L'*Euphorbia pulcherrima* è un arbusto a crescita di tipo determinato in quanto termina con la formazione di un'infiorescenza apicale e lo sviluppo in lunghezza dipende dagli internodi, dalle foglie formate e dal loro allungamento. Il fusto è di tipo legnoso o sublegnoso, a portamento eretto, molto ramificato e può raggiungere una notevole altezza e larghezza. Sensibile al gelo, temperatura minima 5-7°C. Foglie picciolate alterne, ovali o lanceolate, a lobi poco profondi. Dalla fine dell'autunno alla primavera produce infiorescenze a forma di coppa caratteristica del genere chiamata ciazio, presenta forma irregolare ed è formata da tre brattee. Il ciazio simula la funzione di un solo fiore, ma in realtà si compone di molti fiori maschili, ognuno formato da un unico stame con corto pedicello e un unico fiore femminile; quest'ultimo è posto in posizione centrale e si sviluppa prima dei fiori maschili pendendo sopra il margine del ciazio: esso è privo di verticilli fiorali e può presentare un calice rudimentale. Esso si presenta con piccoli fiori bianco giallognolo-verdastri, avvolti di grandi brattee rosso brillante, rosa, bianco, screziate, simili a foglie.

L'*Euphorbia pulcherrima* viene propagata per via vegetativa. Il prelievo delle talee erbacee avviene da piante madri selezionate presso ditte specializzate nella loro coltivazione e inizia da metà luglio e finisce a settembre (Accati e Remoti, 2002).

Per la coltivazione dell'*Euphorbia* esistono due parametri molto importanti, i quali interagiscono in maniera rilevante sullo sviluppo della pianta: temperatura e luce.

Per quanto riguarda la temperatura dall'invaso, e per tutta la crescita vegetativa (all'incirca fino al 10 ottobre), le temperature notturne devono essere comprese tra i 18-19°C e le temperature diurne tra i 21-26°C. Durante l'induzione fiorale si deve abbassare la temperatura, mantenendola sui 17-18°C per evitare un anticipo della fioritura; minime inferiori ai 15°C provocano un arresto dell'induzione fogliare (Rampinini, 1997). Per controllare la crescita delle piante durante il mese di ottobre è possibile intervenire sulla temperatura della serra applicando la tecnica DIF-Cool morning (differenza tra la temperatura diurna e notturna) facendo scendere la temperatura a 12-13°C per due ore al levar del sole. Successivamente nel mese di novembre, alla distensione delle brattee, viene mantenuta una temperatura minima notturna sui 16°C e una diurna sui 19°C per favorire una crescita regolare delle brattee. Gli abbassamenti di temperatura devono avvenire lentamente quando le brattee sono distese per i 2/3 ai fini di migliorare la qualità estetica; La regolazione della temperatura

minima che può variare dai 15°C della notte ai 18°C del giorno deve avvenire in funzione delle condizioni ambientali e della varietà coltivata.

Relativamente alle esigenze di luce si deve ricordare che la *Euphorbia pulcherrima*: è una pianta a fotoperiodo breve che fiorisce con un numero di ore di luce inferiore a 12-12,5 ("fotoperiodo critico"). Essendo una pianta a giorno corto quantitativo per quanto riguarda la induzione fiorale (il giorno corto anticipa la fioritura), mentre è a giorno corto qualitativo (obbligato) per le fasi successive di sviluppo del fiore (Rampinini, 2002).

Il periodo che intercorre fra l'induzione fiorale e l'emissione del polline da parte del primo ciazio, è definito tempo di reazione, e definisce le diverse esigenze delle varietà coltivate (nella maggior parte delle varietà è pari a 8-8,5 settimane).

Per varietà molto precoci è consigliato ricorrere all'illuminazione fotoperiodica in modo tale da ritardare la fioritura e permettere l'ottenimento di un adeguato sviluppo vegetativo ed evitare il fenomeno dello splitting (il meristema apicale smette di accrescersi per avvenuta induzione fiorale che, però non procede nella differenziazione; a livello macroscopico si assiste alla formazione all'apice, di tre nuovi germogli).

L'illuminazione artificiale è attuata con le lampade ad incandescenza da 75-100 Watt ed il numero è regolato in modo da avere 7,5-10 W al m² distribuite, per avere una buona uniformità di illuminazione, ad altezze di 120-150 cm dalla sommità delle piante.

Il ricorso all'ombreggiamento risulta necessario per contenere gli eccessi termici nel periodo estivo, all'invasatura per favorire la ripresa, alla cimatura per il controllo della temperatura e mantenere l'ambiente fresco-umido ed infine sulle piante in fioritura, nell'attesa della vendita per mantenere le piante in buone condizioni (Tesi 2001, Rampinini, 1997).

Il terreno deve essere drenante e con buona struttura, areazione, trattenuta idrica ed elevata porosità, per offrire stabilità alle piante in sviluppo. Oltre a ciò è preferibile un terriccio che necessiti di più irrigazioni durante l'estate ma che durante il periodo invernale si asciughi in fretta (Bianco, 2003). Questa pianta è molto sensibile all'alta umidità e alle carenze idriche. L'umidità relativa ottimale è compresa tra 60 e 70% e livelli più elevati sono favorevoli ad inizio coltura, ma nella parte finale possono causare turbe fisiologiche ed imbrunimenti nella parte terminale dello stelo (Tesi, 1980).

La moderata carenza idrica viene sopportata se la concimazione e l'eccesso di luminosità sono ridotte e questo può migliorare la crescita, la durata della pianta e la fioritura. Dall'induzione fiorale le piante divengono sensibili ai colpi di secco. Sono da

preferire irrigazioni localizzate che non causino bagnatura delle foglie e permettono di dosare gli apporti in modo da non avere sbalzi idrici; nel sistema di irrigazione a flusso e riflusso è bene ridurre al minimo i tempi ed i livelli di irrigazione per non inzuppare il substrato e causare asfissia radicale (Rampinini, 1997).

Il pH del substrato deve aggirarsi attorno al 5,5-6.5 con una dotazione di elementi nutritiva di 1-1,5 kg/m^3 di concime complesso solubile. Al momento del trapianto è bene che le talee non subiscano danni da eccesso termico.

Per ottenere piante con più fiori si deve favorire lo sviluppo di germogli laterali per cui si deve ricorrere alla cimatura. Questa pratica viene eseguita 7-14 giorni dopo l'invasatura. Successivamente si distanziano le piante in modo tale che i germogli non siano ombreggiati dalle foglie ed inoltre si deve favorire la ventilazione e ombreggiare la serra per mantenere il più possibile l'ambiente fresco. Oltre a ciò è preferibile non lasciare un numero eccessivo di ramificazioni e di trattare con Cycocel 4-5 giorni prima della cimatura mantenendo il terriccio solo leggermente umido. Le piante trattate con nanizzanti sono più compatte e tendono ad avere più foglie verdi ed essere più spesse, con tessuti più solidi e con maggiore resistenza allo stress idrico. La ramificazione è influenzata da un corretto livello di concimazione ed in special modo dalla disponibilità di fosforo dosata in base al tipo di terreno (Rampinini, 1997).

L'*Euphorbia* è una pianta che abbisogna di elevati quantitativi di azoto soprattutto nella fase vegetativa e durante le quattro settimane successive all'inizio del periodo di giorno corto (fino al 20-25 ottobre) quando la pianta è in rapido accrescimento e forma organi fiorali. Ad inizio novembre, alla distensione delle brattee, il fabbisogno di azoto si riduce, non sono prodotte più foglie e l'allungamento dello stelo rallenta; per questo è bene arrivare al giorno corto con piante ben nutrite per non incorrere in un apporto tardivo di azoto che può portare danni alle brattee e un maggiore allungamento dello stelo.

La mancanza di azoto causa un ridotto sviluppo vegetativo, ingiallimento, ripiegamento ad U e caduta delle foglie (partendo da quelle basali), ritardo nella fioritura e peggioramento nelle qualità delle brattee (Accati e Remoti, 2002). Importante è la presenza di molibdeno che essendo coinvolto nell'assimilazione dell'azoto condiziona la quantità che la pianta può organicare.

Sono usati concimi equilibratori, dato che il ritmo di assorbimento dei vari elementi nutritivi non è uniforme, che sfruttano il potere tampone del terriccio e la frequenza con cui sono eseguite le concimazioni per adeguare i ritmi di assorbimento.

L’azoto deve essere presente in forma nitrica per almeno il 50%, con valori maggiori nel caso di irrigazione a flusso e riflusso.

La forma ammoniacale è utile soprattutto nel caso si utilizzino acque dure, favorisce una crescita rigogliosa e di colore intenso ma se utilizzato ad alte dosi, indebolisce gli steli e può portare a dei danni alla qualità del prodotto definito (Rampinini, 2002).

Le malattie crittogamiche più gravi tra quelle che colpiscono l'*Euphorbia* e possono interessare l’apparato radicale come *Pythium* spp. la cui comparsa è dovuta a ristagni d'acqua e alla poca igiene; i sintomi sono marciumi molli di colore nero brillante sul colletto ed radici marcescenti e filamentose. *Thielaviopsis basicola* che si manifesta sulle radici superficiali con marciume nero e secco ma può interessare anche il fusto con spaccature e indurimento dei tessuti.

La *Rhizoctonia solani* interessa il colletto. Questo fungo è favorito da elevata umidità relativa ed eccesso di salinità nel substrato e i sintomi si manifestano con rallentamento dello sviluppo, foglie appassite e strozzature del fusto nel punto colpito dall'infezione con presenza di marciume.

Tra le malattie del fusto oltre *Thielaviopsis basicola* grave è l’infezione da *Sclerotinia sclerotinium* che colpisce la parte bassa della pianta, con fusto e rami di colore bruno, superficie disidratata e interno completamente disgregato. Quando il fungo fuoriesce dai tessuti si osserva una muffa biancastra con sclerozi di colore nero; a fine infezione si assiste ad avvizzimento e morte della pianta.

Tra le malattie delle foglie grave è la *Botritis cinerea* che si presenta con punteggiature nere quando in serra abbiamo un'elevata umidità relativa o dopo un trasporto in condizioni non corrette. Le foglie si presentono dissecate, dal margine verso l'interno della foglia, il fusto necrotizza e disseca, i fiori marciscono e si nota uno sviluppo di evidente muffa grigia.

I parassiti animali più frequenti dell’*Euphorbia* sono *Trialeurores vaporariorum* (Mosca bianca) i sintomi principali sono il rallentamento della crescita delle piante con ingiallimenti puntiformi sulla pagina superiore delle foglie, con emissione di melata e conseguente sviluppo di fumaggini.

Frankliniella occidentalis (Tripide dei fiori) con l'apparato pungente - succhiante causa malformazioni e raggrinzamenti a livello fogliare.

Tetranychus urticae (Ragnetto rosso) si manifesta nel periodo caldo e provoca aree decolorate tondeggianti anche confluenti.

3. 2. I substrati

Da molti anni nel vivaismo ortofloricolo dalla tradizionale coltivazione in campo per molte specie vivaistiche si è preferito passare alla coltivazione in contenitore nata da questioni di ordine tecnico e organizzativo.

Nella coltivazione in vaso di specie orticole nella fase di semenzale e floricole condotte in assenza del comune terreno agrario, grande importanza assumono i substrati di coltivazione e le esigenze idriche e nutrizionali delle piante vengono soddisfatte con la distribuzione diversificata di soluzioni acquose contenenti macroelementi e microelementi (Perelli et al., 2009).

Questo tipo di coltivazione in contenitore specialmente per le specie erbacee da fiore permette un'elevata densità colturale, la possibilità di movimentazione delle piante, l'uniformità fenologica e ritmi di crescita accelerati e la riduzione delle limitazioni fisiche, chimiche e biologiche del suolo. Tuttavia talvolta le colture presentano uno squilibrio nel rapporto chioma-radici e un aumento del fabbisogno in acqua, aria, e nutrenti, problematiche da prendere in considerazione nella scelta del substrato, che ha un ruolo essenziale nella buona riuscita della coltura (Riva et al., 2008).

Il sistema radicale di una pianta quindi è ospitato in un contenitore con un substrato artificiale composto da varie componenti organiche e inorganiche allo scopo di assicurare le proprietà chimiche e fisiche richieste dalle colture e dalle condizioni di allevamento (Bunt, 1988; Nelson, 2003).

3.2.1 Caratteristiche fisiche e chimiche dei substrati

Granulometria

La granulometria è la parte solida del terreno espressa come percentuale in peso delle particelle elementari che lo compongono, classificate per categorie convenzionali di diverso diametro (Giardini, 1977).

La determinazione della granulometria di un materiale consente di caratterizzare la composizione dello stesso rispetto alle dimensioni delle particelle costituenti.

La distribuzione delle dimensioni delle particelle e dei pori determina il bilancio tra il contenuto d’acqua e l’aria del substrato, a qualunque livello di umidità.

Le dimensioni delle particelle condizionano la crescita delle piante a seconda delle

dimensioni dei pori per cui si può avere una tessitura grossolana, in cui le particelle sono di dimensioni superiori a 0,9 mm con pori grandi, superiori a 100 µm, trattengono ridotte quantità d'acqua ma hanno una buona aerazione. Una tessitura da media a grossolana, in cui le particelle sono di dimensione tra 0,25 e 2,5 mm con pori tra 30 e 300 µm, trattengono una sufficiente quantità di acqua facilmente disponibile e presenta anche un adeguato contenuto d'aria. Infine si ha una tessitura fine, con particelle di dimensioni inferiori a 0,25 mm con pori inferiori a 30 µm, trattengono grandi quantità d'acqua difficilmente disponibile e con una cattiva aerazione (Calderón, 2002).

Peso Specifico Apparente o Densità Apparente

Il peso specifico (o densità) apparente, espresso come peso per unità di volume, è il rapporto tra il peso del materiale essiccato in stufa alla temperatura di 105°C e il volume occupato al momento del prelievo.

Il peso specifico apparente di un substrato di coltivazione è generalmente più basso di quello di un terreno agrario (1.2-1.6 kg/L), sull'ordine di 0,10-0,80 kg/L, comunque inferiore ad 1kg/L (Bibbiani, 1996).

Un peso specifico apparente alto significa, in termini pratici, un peso elevato che quindi può diminuire i rischi di rovesciamento del contenitore nel quale è contenuta la coltura, soprattutto per specie con apparato epigeo molto sviluppato.

In generale, un PSA ottimale per la coltivazione in contenitore oscilla tra 100 e 500 kg/m³ (Perelli, 2003) o tra 0.15 e 0,5 g/cm³ (Cattivello, 1990).

Porosità Totale

La porosità totale è il volume di substrato, non occupato da materiale solido (volume degli spazi vuoti), perché riempito di aria ed acqua. E' definita come la differenza tra l'unità e il volume totale occupato dalla materia solida, il suo valore è espresso in percentuale sul volume totale.

La porosità è costituita dalla somma di due classi di dimensioni di pori: i micropori, occupati dall'acqua (pori di diametro inferiori ai 25µm) e i macropori, occupati dall'aria (pori di diametro superiore ai 25µm) (Giardini, 1977).

Il pH

Il pH misura la concentrazione di ioni idrogeno (H+), ed indica se la soluzione circolante nel substrato, la fase liquida in cui si svolgono i principali fenomeni chimici e

biologici del substrato e da cui le radici traggono il nutrimento, è acida, neutra o basica. Il pH può assumere valori compresi tra 0 e 14 e possiamo avere substrati a seconda dei valori: peracidi < 4,6; acidi 4,6-5,2; moderatamente acidi 5,3-5,9; subacidi 6,0-6,6; neutri 6,7-7,3; sub alcalini 7,4-8,0; moderatamente alcalini 8,1-8,7; alcalini 8,8-9,4; peralcalini > 9,4 (Giardini, 1977).

Salinità

I sali solubili sono presenti nel terreno dato che derivano dal suolo, dalla falda, dalle acque di irrigazione o dalle concimazioni, ed è essenziale per la nutrizione delle piante.
Una scarsa dotazione di sali solubili indica una insufficiente capacità del terreno di alimentare le colture, mentre un elevato contenuto può provocare problemi alla sopravvivenza delle stesse piante. Quindi la salinità deve essere compresa entro determinati limiti. Oltre a ciò questo parametro permette di classificare, anche, la fertilità del terreno e di prevedere il rischio di eventuali danni alle colture.
I sali solubili possono influenzare la crescita delle piante, infatti all'aumentare della pressione osmotica della soluzione circolante nel suolo, la velocità di traspirazione e la resistenza stomatica nelle foglie tendono a diminuire, con conseguente rallentamento dello sviluppo della pianta e la riduzione dell'intensità del processo di fotosintesi.
Per determinare la salinità in un substrato, si procede alla misura delle cariche elettriche, o meglio della conduttività elettrica (CE o EC, Electrical Conductivity) che esprime l'attività delle soluzioni nei loro rapporti con le radici delle piante.
Occorre tener presente che la conducibilità varia con la temperatura e che deve essere pertanto sempre precisata quando si fornisce un valore di conducibilità, di solito comunque si usa riferirla ai 25°C.
Il dato che si ottiene dalla misurazione, viene espresso in Siemens per metro (S/m), con due cifre decimali, specificando con quale rapporto suolo/acqua si è operato. Di solito però vengono utilizzati sottomultipli, quali il millisiemens al centimetro (mS/cm) o i microsiemens al centimetro (µS/cm) secondo la seguente relazione:
1 S/m = 10 mS/cm = 10000 µS/cm.
In base alla salinità si possono distinguere reazioni specifiche di tolleranza delle specie da coltivare, differenziate anche in funzione della fase in cui si trova la coltura, ad esempio nella fase di radicazione e germinazione la EC deve essere la più bassa possibile (Sannazaro, 2008).
Le altre caratteristiche importanti che un buon substrato deve avere sono la stabilità

meccanica e microbiologia, l'assenza di patogeni e infestanti, l'omogeneità e l'uniformità, la capacità di mantenere per il più lungo tempo possibile di caratteristiche chimiche e fisiche inalterate, la disponibilità e facilità di approvvigionamento, la capacità di esercitare un buon ancoraggio dell'apparato radicale, importante soprattuto per le piante in contenitore, la costanza di caratteristiche agronomiche costanti, come salinità e pH, porosità libera, e, non ultimo, un costo conveniente (Cattivello, 2009).

I substrati usati nel florovivaismo di solito hanno una elevata porosità (fino al 95% e più, come nel caso della lana di roccia, ed in genere non inferiore all'88% del volume apparente), la densità apparente generalmente è pari a 0,3 g/cm³, una resistenza al compattamento e alla riduzione del volume durante la disidratazione, una buona capacità di tamponare il pH, solitamente tra 5,5-6,5, una certa capacità di scambio cationico, generalmente da 10 a 100 m²/L e povertà di elementi nutritivi (Riva et al., 2008).

I substrati colturali appartengono alla categoria degli ammendanti e correttivi, disciplinati dalla legge 748/84, modificata dal DM 27/03/98. Tra gli ammendanti organici naturali impiegati come substrati troviamo: le torbe, l'ammendante torboso composto, l'ammendante vegetale semplice, l'ammendante compostato misto, l'ammendante compostato verde.

L'ammendante torboso composto deve avere un contenuto minimo di torba pari al 50% e il rimanente è costituita da ammendante compostato verde e/o misto, ed è il maggiore utilizzato. L'ammendante vegetale semplice prevede la presenza di torba in misura non superiore al 20%.

Le miscele possono essere costituite secondo due principi: additività, somma di valori senza alcuna interazione, riempimentosostituzione interazione tra le componenti in grado di influire sul volume finale (Orfeo, 2009).

Il substrato può essere monocomponente o una miscela, composto da materie prime organiche come le torbe alte bionde, alte brune, basse nere o sottoprodotti come fibra di legno, fibra di cocco, corteccia, pula di riso o a base di compost ammendante, compostato verde e ammendante compostato misto. Tra i Principali componenti inorganici dei substrati si hanno prodotti naturali come lapillo, pomice, sabbia e zeolite o derivati da lavorazione industriale quali argilla espansa, perlite espansa, vermiculite espansa e lana di roccia e prodotti sintetici come il polistirolo.

3.2.2. Caratteristiche dei Principali componenti organici dei substrati:

Torba

I depositi di torba coprono un totale di quasi il 3% delle terre emerse.

La torba si trova in vari paesi quali: Germania, Olanda, Danimarca, Scozia, Irlanda, Finlandia, Scandinavia, Polonia, Estonia, Bielorussia, Russia. Oltre oceano troviamo torbiere anche in paesi come ad esempio: Stati Uniti d'America, Canada Nuova Zelanda, Asia, Africa.

Europa ed Canada sono i maggiori produttori di torba utile per l'ortoflorovivaismo.

Il nostro paese acquista la torba, ovviamente, dall'Europa e negli ultimi anni, particolarmente, dall'Europa dell'est dove il costo è minore.

La formazione della torba deriva dalla decomposizione più o meno di materiale di origine vegetale a seguito di una reazione acida. Alla sua formazione concorrono alcuni fattori ambientali quali il clima, la quantità ed il tipo di apporto idrico. Il clima gioca un ruolo di fondamentale importanza in quanto influenza in larga misura la ricchezza ed il tipo di specie presenti nelle torbiere, oltre che la velocità di decomposizione dei residui vegetali (Cattivello, 1990).

In presenza di ambienti saturi di acqua come le torbiere, infatti, il ciclo del carbonio non si chiude con la stessa rapidità che si riscontra in altri ecosistemi e talvolta subisce interruzioni. La mancanza di ossigeno quindi provoca il rallentamento o l'inibizione del processo di degradazione e della mineralizzazione della sostanza organica con un conseguente bilancio positivo del carbonio che si traduce con un accumulo sempre maggiore di sostanza organica parzialmente decomposta fino alla formazione della torba (Kadlec, 1996).

La torba, ha valori di pH che oscillano da 3 a 6 e questo favorisce una conservazione relativamente libera da patogeni. Il pH viene, successivamente, corretto con calce. Si deve prestare molta attenzione alla gestione idrica e alle concimazioni che si effettuano per mantenere nel tempo valori di acidità accettabili per la coltura.(Hulme et al, 1993).

In base alle diverse caratteristiche e processi di formazione ci sono vari tipi di torba, e vengono classificate fondamentalmente (secondo la normativa italiana legge 19-101984 n.748) in base alla reazione e al grado di umificazione in torba acida, torba neutra, umificata, alla dimensione delle particelle fine (< 0,84 mm), media (tra 0,84 e 2,38 mm), grossa (> 2,38 mm), alla composizione botanica. Tra queste abbiamo la torba di sfagno che è il substrato più abitualmente usato in vivaismo. Essa è caratterizzata da buona

aerazione, elevata capacità di assorbimento idrico e limitato apporto di elementi nutritivi (Cattivello, 2009). La torba pesa meno del suolo agrario e questo la rende più facile da gestire e da trasportare. Se miscelata adeguatamente, consente di avere un bilancio idrico e un'ossigenazione eccellente. La torba di carice e composta principalmente da steli, foglie, rizomi, e radici di carice e specie Carex e altre torbe originate da altre specie vegetali.

In base al grado di decomposizione, che fa riferimento alla scala di Von Post e Bragg, si hanno torbe poco decomposte, semi decomposte e molto decomposte.

In base alle dimensioni delle particelle o dello stato nutritivo le torbe sono oligotrofiche, povere di nutrienti, come le torbe di sfagno, mesotrofiche, mediamente dotate di nutrienti, come le torbe di *Phragmites*, eutrofiche, ricche di nutrienti, come le torbe di carice;

Le condizioni in base alle quali è avvenuta la decomposizione del materiale organico originano le torbe alte che si formano in ambienti freddi e molto piovosi (nord Europa, Russia e Canada) dove le abbondanti precipitazioni creano paludi in cui le specie vegetali vengono trasformate in assenza di ossigeno. In queste torbiere si formano due strati di torba con diverse caratteristiche (Perelli et al., 2003).

Le torbe basse si formano in ambienti temperati (Italia Francia occidentale) dove una falda freatica superficiale o affiorante crea ristagni d'acqua. La presenza di ossigeno, sali minerali e calcare ne permette la rapida decomposizione e umificazione rispetto a quanto avviene nell'altro processo.

Anche la profondità di raccolta influisce sul tipi di torba infatti La torba bionda fa parte delle torbiere alte ed è lo strato superficiale poco decomposto e quindi di colore chiaro mentre la torba bruna anch'essa facente parte delle torbiere alte è prelevata nello strato più profondo, molto decomposto e di fatto di colore scuro. Entrambe presentano un pH molto acido, vicino a 3, C/N prossimo a 40 e povere di elementi nutritivi (Giardini, 1977). Le torbe brune tuttavia hanno maggiore capacità idrica, minore macro porosità, elevato CSC e poter tampone.

La torba nera invece appartiene alle torbiere basse presenta maggiore contenuto di sostanze nutritive quali N e Ca, con pH tra 5,5-7,3, maggiore densità apparente, minore porosità e C/N tra 15 e 30. Esse sono poco pregiate, scarsa omogeneità qualitativa dovuta alla variabile delle specie vegetali che la compongono e delle acque e quindi usate solo in miscuglio (Perelli et al., 2003).

Uso di substrati alternativi della torba

La sempre minore quantità di torba a disposizione in Europa ha provocato un costante rialzo dei prezzi che si è ripercosso sui produttori. Questo ha fatto avvenire uno spostamento dell'interesse verso le torbiere dell'Europa orientale che, però, da un lato assicura le quantità di torba richieste dal mercato, dall'altro, viste le maggiori distanze, comporta maggiori spese per il trasporto.

Oltre al fattore economico negli ultimi tempi, la tutela delle aree umide e quindi anche delle torbiere ha sicuramente richiamato l'attenzione degli ambientalisti e dei governi. Fare un uso appropriato delle torbiere significa, da un lato garantire la tutela di parte delle torbiere per lasciare inalterate le sue naturali funzioni vitali, e, dall'altro, venire incontro alle esigenze delle attività umane. Si sono avviati numerosi studi volti a valutare l'impatto ambientale dell'attività estrattiva.

La torba è un materiale naturale e dato i tempi richiesti per la sua formazione, non rinnovabile. Le torbiere ricoprono in tutto il mondo una superficie di 400 milioni di ettari e quindi con l'estrazione massiccia può comportare problemi ecologici con relative conseguenze sulla biodiversità degli ecosistemi di tutte le aree del pianeta (Robertson, 1993).

Derivando da materia organica, esse sono grandi siti di stoccaggio di carbonio, un terzo del carbonio nel suolo è presente nelle torbiere e nell'estrazione di questo materiale viene liberata anidride carbonica. Oltre a ciò svolge un ruolo importante nel mantenimento della qualità delle falde grazie alla filtrazione dell'acqua che percola (Buckland, 1993).

La comunità europea ha emanato la direttiva del 92/43/CEE che comporta la tutela di torbiere alte, basse e le torbiere di sfagni oltre ad altri siti e sono soggette alla designazione di aree speciali di conservazione.

Fibra di legno

Deriva dalla frantumazione delle parti legnose di alberi, specialmente abeti. Caratterizzato da una capacità di ritenzione idrica minore e da un alto rapporto C/N che però viene arricchito di N per favorirne l'umificazione e la mobilizzazione degli elementi. Tuttavia ha peso volumico e porosità simile a quello della torba (Grunda e Schnitzer, 2004).

Fibra di cocco

Prodotto ricavato dalla spazzolatura della buccia di cocco, procedimento che prevede l'ammollo in acqua e tritura, al fine di ricavarne le fibre, poi divise in base alla lunghezza.

Le più grandi, più pregiate, vengono usate per la produzione di corde e tappeti.

Le più corte, meno pregiate, vengono usate per la produzione di substrati.

I pregi sono: maggiore porosità rispetto alla torba in quanto ne presenta il 94%, maggiore macroporosità, dunque alto contenuto in aria (dal 24% al 98% del volume complessivo).

I difetti sono: minore microporosita poiché ne segue una capacità di trattenuta idrica e un contenuto di acqua facilmente disponibile minori (meno del 1-36% del volume) (Abad et al., 2002), ed un contenuto minore di elementi nutritivi (Konduru e Evans, 2005).

Oltre all'utilizzo di substrati viene usato anche per la produzione di biocontenitori per piante prodotte in serra e questo è dato dal fatto che la fibra di cocco è un materiale di facile disponibilità, grazie alla produzione di cocco in molte aree del mondo (Evans et al, 2010).

Cortecce

Sono un prodotto di scarto delle segherie e delle cartiere. Vengono usate da sole o in miscuglio come substrato, ma nonostante il costo ridotto tendono a impoverire di N il substrato.

Lolla di riso

Il riso viene coltivato in molti paesi del mondo e per quanto riguarda l'Europa il primo produttore di riso è l'Italia (Ente Nazionale Risi, 2011) con i suoi 224.000 ettari coltivati e rappresenta il 3% della superficie nazionale a seminativi.

Per ogni ettaro coltivato si ottengono, in base alla varietà, 6 tonnellate di riso grezzo e da 100 kg di quest'ultimo si ottengono circa 60 kg (60%) di riso raffinato e 15-20 kg (15-20%) di lolla (circa il 20% del peso totale) e gli altri 20 kg (20%) sono il rimanente dei sottoprodotti che costituiscono lo scarto, si può quindi notare l'elevata disponibilità quantitativa di lolla (Baldoni et. al., 2000).

La lolla costituisce gli involucri, glume e glumelle, attorno al risone e vengono asportate in seguito a successive lavorazioni della pilatura e della sbramatura.

Il risone una volta liberato delle glumette che lo racchiudono ed opportunamente lavorato presenta un colore bianco avorio e consistenza dura.
Quindi la lolla costituisce uno dei sottoprodotti della lavorazione del riso e presenta colore giallo o marrone chiaro ed è costituita da più strati di leggere lamelle vegetali.
Il prezzo della lolla di riso al mercato di Milano a gennaio del 2012 era attorno a 0,58-0,60 Euro/Quintale, mentre per la torba bionda il suo costo si aggira attorno ai 64 Euro/Quintale.
La Legge 15 dicembre 2004 n.308, ha consentito l'impiego della lolla di riso non considerandola rifiuto derivante dalla produzione dell'industria agroalimentare (Ente Nazionale Risi, 2011).
La lolla può essere impiegata in molti settori come lettiera nell'allevamento di equini, bovini e avicoli, ammendante agricolo impiegato in floricoltura e orticoltura, fluidificante nell'industria estrattiva da oleaginose e mangimistica, combustibile nell'industria energetica e le ceneri vengono impiegate per la produzione di detersivi e filtri, nell'industria chimica per l'estrazione di furfurolo impiegato per la produzione di vernici, isolante termico biologico per edifici, produzione di ceramiche, produzione di vasi biodegradabili con cui si possono mettere a dimora le piante (Ente Nazionale Risi, 2006).
Dalle numerose ricerche effettuate per valutare e caratterizzare la lolla di riso, sia fresca che compostata, macinata o trattata con il vapore, è stato messo in evidenza che essa presenta notevoli potenzialità d'impiego come componente per substrati colturali. Nelle varie ricerche inerenti a questo settore la lolla viene indicata come ingrediente per substrati in contenitore (Poole, 1977) o come substrato alternativo per colture fuori suolo (Namioka, 1977).
A seconda della tipologia del riso e dei trattamenti a cui viene sottoposto presenta notevole variabilità e caratteristiche diverse oltre ad un alto C/N che ne garantisce una certa stabilità chimica e fisica nel tempo.
Il substrato impiegato in agricoltura è disponibile in varie forme.
Lolla fresca è lo scarto del riso che non subisce nessun trattamento. Può essere impiegato, grazie alle sue dimensioni, per aumentare il drenaggio e la micro porosità dei substrati (Evans e Gachukia, 2007). La lolla può essere adoperata intera o macinata. Entrambe presentano valori uguali per pH 5,9-6,1(questa moderata acidità fa si che le piante si adattino meglio), sostanza organica, ceneri, N e C totale. Per quanto riguarda la conducibilità elettrica, il peso volumico apparente e la capacità di ritenzione idrica

aumentano con il diminuire del diametro delle particelle di lolla, mentre diminuisce la porosità totale. Malgrado ciò la lolla fresca causa un blocco dell'azoto oltre che a contenere semi vitali di riso o di malerbe. Di solito non viene molto utilizzata la lolla di riso fresca, proprio per i motivi appena elencati.

Lolla parboiled Il processo parboiled è una metodologia utilizzata per aumentare il contenuto di nutrienti nel riso. Questa procedura si fonda nel trattare il riso con vapore ad elevate temperature (380°C), alte pressioni ed alla successiva essiccazione. Con tale metodo si ottiene la lolla sterilizzata che comporta un'assenza di embrioni vitali e di patogeni (Gachukia, 2004).

La lolla parboiled una volta eseguito siffatto trattamento, presenta un colore giallo, pH neutro e con una certa quantità di elementi (in ppm) N 31, P 12, K 50, Zn 23, Ca 25, Fe 36, Al 50, Mn 722.

Il quantitativo di manganese (Mn) presente è molto elevato e il suo rilascio nel terreno devitalizzava i semi di malerbe e uccide i patogeni (Einert, 1972). Per i substrati che contengono più del 50% di lolla la quantità di Mn può divenire tossica.

La lolla parboiled può essere in forma intera, ottima per aumentare la macroporosità e il drenaggio del substrato e può essere utilizzata in alternativa alla perlite (Evans, 2003) oppure macinata, con diametro 0,18 ha caratteristiche simili alla torba anche se è meglio non superare il 40% nella formazione dei substrati.

La lolla parboiled può essere usata in alternativa della perlite dato che presenta densità apparente simile, capacità di trattenuta idrica di poco inferiore, maggiore porosità totale e maggiore macroporosità. Inoltre per quanto riguarda gli altri micro e macro elementi la quantità è simile ai substrati ammendanti con uguale quantità di perlite (Evans e Gachukia, 2008).

Un altro buon motivo per utilizzare la lolla di riso parboiled in alternativa della perlite è la facile disponibilità ed il suo basso costo (Evans, 2003).

Lolla Carbonizzata Questa lolla subisce il processo di carbonizzazione dopo il quale si presenta con pH 7,5, più del 50% di sostanza secca, bassa densità di volume (circa 220 g/l), alta porosità totale, con un rapporto aria e acqua di 3:1, bassa capacità di ritenzione idrica (Kämpf, 1991). Essa è usata in miscela con altri prodotti come la torba per migliorare l'areazione del substrato in quanto presenta un buon drenaggio e alta permeabilità.

Lolla Compostata La lolla viene compostata per 24 mesi. In questo periodo di tempo avviene la fermentazione anaerobica che dura alcuni mesi, seguita poi da una

fermentazione aerobica in cui la temperatura arriva fino ai 55-66°C. I tempi e le caratteristiche del prodotto finale dipendono dal metodo usato. Infine si presenta con un colore bruno-marrone (Laiche e Nash, 1990).

Le caratteristiche importanti della lolla compostata sono: pH tra 5,7-6,2, uniformità della dimensione, stabilità nel tempo (dopo un anno le particelle sono ancora stabili), elevata porosità per l'aria (Kuczmarski D., 1994), la superficie di coltivazione si asciuga in fretta mentre al di sotto del strato superficiale il substrato si conserva abbastanza umido.

Lolla espansa Ottenuta portando la lolla ad una temperatura di 220°C fino a farla scoppiare (Yoon et al., 2006).

Lolla invecchiata Si giunge alla fine di tale processo semplicemente lasciando la lolla ad un'ossidazione passiva che la fa diventare marrone.

Riciclaggio di rifiuti

Nella ricerca di substrati alternativi alla torba, negli ultimi anni si è rivolto lo sguardo anche ad altri prodotti derivanti dalla trasformazione di residui ottenuti da attività agricole e alimentari quali il compost e i fanghi di digestione anaerobica.

Compost

Prodotto di scarto dei residui colturali e dell'industria di trasformazione, frazione organica dei rifiuti solidi urbani e fanghi di depurazione urbani e agroalimentari.

Particolare attenzione viene attuata con i rifiuti solidi urbani per la presenza di metalli pesanti, problema attenuato da un accurato riciclaggio e smistamento (Rosen e Halbach, 1993) ottenibile con la raccolta differenziata.

Dati risalenti al 2004 attestano che il 39% del compost prodotto in Italia deriva dall'umido, il 34% dal verde, il 17% da fanghi e il restante 10% da altre biomasse.

Questo materiale organico una volta che ha subito i processi della decomposizione aerobica, si ottiene un prodotto ricco di sostanza organica e con un contenuto di N maggiore del 1,8% (Raviv, 2005).

Il compost è caratterizzato da alta macroporosità (elevato contenuto di aria), e da una bassa microporosità (bassa capacità di trattenuta idrica) oltre ad avere un pH e salinità più elevati della torba.

È un ammendante usato per incrementare la fertilità dei suoli, migliorando il contenuto di sostanza organica.

Dopo molti studi in questo campo si è arrivati a stabilire che il quantitativo di compost da utilizzare dipende dalla specie coltivata.

Digestato di borlanda di frutta

Particolare importanza riveste il digestato di borlanda di frutta che si ricava dalla digestione anaerobica dei resti delle polpe usate per ottenere succhi o per la distillazione di alcool. Con la digestione anaerobica la degradazione della sostanza organica avviene da parte di microrganismi in condizioni di anaerobiosi che inducono modificazioni chimiche e fisiche al substrato di partenza, ad una temperatura controllata.

I materiali usati per ottenere l'etanolo sono la frutta, il vino, le fecce di vino e melasso.

I sottoprodotti della distillazione (fecce esauste, borlanda di frutta), invece, possono essere utilizzati come biomassa di partenza per la produzione di biogas e negli impianti più moderni è utilizzato per la produzione di energia termica per il processo di distillazione stesso.

Per quanto riguarda il digestato di borlande di frutta questo da alcuni anni sono state condotte ricerche presso il Dipartimento di Agronomia ambientale e Produzioni vegetali dell'Università di Padova le quali propongono l'utilizzo di questo residuo come concime organico azotato nella coltivazione delle colture ortoflorovivaistiche (Sambo et al., 2008).

I risultati ottenuti dall'impiego dei fanghi del digestato anaerobico di borlanda di frutta hanno messo in evidenza l'effetto positivo dell'utilizzo di questo prodotto positivo sull'accrescimento e sullo sviluppo della coltura di lattuga. Sono stati ottenuti risultati simili alla concimazione minerale azotata sia dal punto di vista produttivo che dal punto di vista morfofisiologico. L'unico dato negativo è dato dal tempo che deve intercorrere tra la fertilizzazione e il trapianto affinché sia sufficiente per la completa mineralizzazione dell'azoto organico, senza che venga peggiorata la qualità del prodotto, il che potrebbe significare elevati accumuli di nitrato e/o di metalli pesanti (Sambo et al., 2010).

Generalmente le caratteristiche chimiche del digestato di borlanda di frutta sono: pH = 7,68; EC = 1,46 (µS cm-1), SS = 30,2 (%), Umidità = 69,79 (%); SO (%) = 49,94; Ceneri (%) = 50,06; CO = 28,1; N totale (%) = 3,9; P (%) = 0,58; K (%) = 0,3; C/N 7,44. Il pH è lievemente al di sopra della neutralità, e il basso valore del rapporto C/N indica una rapida decomposizione del materiale, con un veloce rilascio dei nutrienti che sono presenti in quantitativi abbastanza elevati (Sambo et al., 2010).

3.2.3. Caratteristiche di alcuni componenti inorganici dei substrati

Lapillo

Trattasi di frammenti di lava e di elementi litici di dimensioni comprese tra 2 e 64 mm, che costituiscono il prodotto dell'attività esplosiva di un vulcano essi sono costituiti dall'aggregazione concentrica di polvere e cenere vulcanica attorno a un nucleo di acqua o a una particella solida (frammento litico o cristallo).

Pomice

Materiale di origine vulcanica, si forma principalmente da eruzioni di tipo esplosivo, quindi da magmi acidi, silicatici o felsici, e il suo rapido raffreddamento forma bolle di gas. Questo composto ha pH neutro, poroso, leggero è anche assorbente. In floricoltura vanno preferiti quelli con particelle da 2 a 10 mm di diametro.

Sabbia

Deriva dall'erosione di altre rocce tra le quali l'arenaria (roccia sedimentaria). La sabbia può essere suddivisa in sabbia grossa in cui le particelle hanno diametro compreso tra 2 e 0,2 mm, mentre nella sabbia fina il diametro è compreso tra 0,2 e 0,02 mm. La sabbia utilizzata in orticoltura deve essere cristallina, di colore grigio chiaro, esente da limo e da ghiaia. Per i miscugli le sabbie migliori sono quelle fini con diametro di 0,05-0,5 mm, con particelle arrotondate e di dimensioni uniformi. La sabbia con particelle non uniformi si amalgama male con i rimanenti componenti dei miscugli, causando problemi al momento del rinvaso e scarsa compattezza; in alcuni casi sono impiegate per aumentare la capacità drenante del substrato.

L'aggiunta di sabbia alla torba fa si che l'acqua scorra più facilmente attraverso al substrato, per cui sono ridotti eventuali rischi di asfissia radicale.

Il pH può subire delle oscillazioni in rapporto ai singoli componenti e soprattutto al contenuto di calcare, con capacità di scambio cationico bassa.

Zeolite

Sono minerali con una struttura cristallina regolare e microporosa caratterizzati da una enorme quantità di volumi vuoti interni ai cristalli. L'impalcatura così creata lascia all'interno dei cristalli varie cavità che possono essere riempite da acqua.

Argilla espansa

E' un materiale granulare inerte di colore marrone, caratterizzato da un nucleo interno poroso, che garantisce la leggerezza, ed una scorza esterna dura che ne garantisce la resistenza meccanica. Usato come isolante termico in edilizia.

Questo materiale si è diffuso, soprattutto nella idrocoltura delle piante ornamentali in vaso per il facile drenaggio e la buona stabilità strutturale.

Si impiegano granulometrie diverse a seconda della destinazione: 1-3 mm per la radicazione, 3-8 mm per vasi piccoli (diametro 10-16 cm), 8-12 mm per vasi più grandi (Tesi, 2001).

Perlite espansa

Trattasi di un prodotto ottenuto da rocce vulcaniche silicee (Silicati di Alluminio). E'di colore grigio biancastro, è molto leggera, ha una porosità elevata perciò anche elevate capacità drenanti. Il pH è neutro però il potere tampone è nullo, con capacità di scambio cationico molto bassa.

Questo materiale può essere impiegato per la radicazione delle talee, in vivaismo e dai floricoltori. Può essere impiegata per molti anni purché venga setacciata e sterilizzata ogni anno. Il prodotto quando inizia ad alterarsi manifesta un mutamento di colore dal bianco al giallo. La perlite non viene impiegata da sola come substrato destinato alla semina perché ha una scarsa consistenza e una bassa coesione (Tesi, 2001).

Vermiculite espansa

La vermiculite è un silicato idrato di magnesio, alluminio e ferro.

Il materiale originale è formato da particelle suddivise in numerose lamelle sottili che trattengono minutissime particelle di acqua, per ottenere il prodotto finale viene trattato in forni ad una temperatura di 750-1000°C, in tali condizioni le particelle si dilatano (fino a 15-20 volte il loro volume) a seguito della formazione di vapore ed assumono una struttura porosa simile a quella delle spugne (a nido d'ape, grazie alla quale riesce a trattenere acqua fino a 5 volte il suo peso). Il prodotto finale risulta sterile e suddiviso in 4 classi granulometriche da 0,75-1 mm a 5-8 mm (Tesi, 2001).

La vermiculite ha un'elevata porosità totale (95 % in volume) ma anche una scarsa resistenza alla compressione e tende a degradarsi nel tempo, favorendo il ristagno di acqua; per tale ragione è preferibile miscelarla con la torba o la perlite. Il pH è debolmente acido o neutro, ha una CSC simili a quelle delle migliori torbe, un elevato

potere tampone e alta disponibilità di nutrienti.

Lana di roccia

Deriva dalla lavorazione di rocce (diabasi 60%, calcare 20%, carbone 20%) alla temperatura di 1500-2000°C estruse in fili di 0,05 mm di diametro. In seguito il materiale va incontro ad una compressione ed all'aggiunta di resine fenoliche. Il materiale finito assume la struttura di un tessuto a basso peso specifico (80 Kg/m³) con il 96% di porosità totale (Tesi, 2001).

Polistirolo espanso

E' un materiale plastico ottenuto da particolari processi industriali. Il Polistirolo (polistirene) espanso si presenta in palline di diverso diametro o frantumato in pezzi e serve a migliorare la permeabilità del substrato.

3.3. Tipologia di contenitori

La coltivazione in contenitore è stata sempre adottata per le piante ornamentali sia di piccole dimensioni, come molte specie annuali, sia per piante sempreverdi o di grandi dimensioni. Il vaso più comunemente adottato un tempo era in coccio ma da alcuni anni per praticità operativa, il peso e per il costo inferiore sono stati proposti e vengono largamente impiegati vasi di plastica di varie dimensioni e tipologie. Nella coltivazione delle piante ornamentali da fiore il vaso di plastica, di varie dimensioni in funzione della grandezza della pianta, è largamente utilizzato e anche per l'*Euphorbia* trova un largo impiego il contenitore di plastica di colori e dimensioni diversi.

In un'ottica di sostenibilità ambientale in questi ultimi anni per le piante ornamentali a ciclo annuale sono stati proposti dei contenitori costituiti da materiali biodegradabili quali l'amido termoplastico, fibre vegetali come il cocco, la pasta di legno e cellulosa, la polpa di carta pressata, la torba pressata e la lolla di riso. Tra questi il vaso comunemente noto come fertil pot è composto da fibra vegetale in legno con una piccola percentuale di torba, che costituisce un vero e proprio contenitore dove la pianta cresce e radica facilmente. E' composto di quattro quinti di fibra di legno e uno di torba, a parte una piccola percentuale di calcare frantumato. Possiede una alta permeabilità all'acqua. Questa proprietà, insieme alla sua alta resistenza meccanica, ne ha permesso la rapida diffusione. Questo contenitore inoltre è progettato per coloro che cercano una coltivazione più rapida, grazie al mancato shock da trapianto delle radici, che favorisce

la soluzione ideale anche per una facile integrazione all'interno di sistemi di coltivazione già in atto. Inoltre permette di risolvere infatti il problema comune dell'avvolgimento a spirale delle radici. Il volume del vaso è utilizzato al 100% da una fitta rete di peli radicali. Questa tipologia di vaso è facilmente degradabile e si trasforma in materia organica. La velocità con cui si degrada dipende da diversi parametri, principalmente legati all'intensità delle attività microbiche. Altro vaso biodegradabile è costituito da lolla di riso, cioè la parte esterna di scarto del chicco di riso. Modellata col calore e la pressione, subisce una lavorazione che non utilizza materiali tossici o inquinanti, e ha un consumo energetico inferiore rispetto a quello necessario per un prodotto analogo in plastica. I vasi di lolla di riso sono porosi e resistenti al gelo, ma devono essere maneggiati con cura in quanto gli urti possono danneggiarli come può avvenire con il riempimento meccanico. Il vaso di lolla con particolari fori può essere utilizzato fin da quando si coltivano le talee per la radicazione e quindi le barbatelle possono venire rinvasate direttamente nei vasi di coltivazione di maggiore dimensioni. Infatti sono disponibili vasi di altezze, diametri e forme diverse ed anche di molteplici colori come nero rosso, giallo ed senape. Questi vasi nel caso di coltivazione di piante a ciclo breve possono essere gettati assieme alla pianta nelle compostiere senza il problema del recupero del vaso come si ha nel caso del contenitore di plastica.

3.3. Scopo della prova

Scopo di questo lavoro è quello di valutare le possibilità di impiego di lolla di riso e di fanghi di digestato anaerobico come componente alternativo alla torba nel substrato di coltivazione utilizzato per l'*Euphorbia pulcherrima*. Inoltre si è voluto anche verificare la funzionalità dei vasi di lolla che sono biodegradabili e, considerato il breve periodo di utilizzo dell'*Euphorbia* come specie ornamentale, allorquando la pianta ha finito la sua funzione ornamentale può essere gettata, in una raccolta differenziata dei rifiuti direttamente con il vaso e quindi senza avere il problema dello smaltimento del vaso di plastica.

4. MATERIALI E METODI

4.1. La prova

Le prove di coltivazione di *Euphorbia pulcherrima* sono state condotte nel 2011 presso le aziende florovivaistiche Vettoretto, situata a Vedelago (TV), e Ballan situata a Castelfranco Veneto (TV).

La prova presso l'azienda Vettoretto è iniziata il 22 luglio ed è stata eseguita in una serra ferro vetro orientata Nord-Sud, con una lunghezza di 39 m e larga 31,2 m. L'altezza delle pareti è di 4 m con una altezza al colmo pari a 8 m e con una cubatura di 7301 m^3. Sono presenti due finestre a sinistra e a destra del colmo e l'apertura di queste è verso l'alto fino ad essere orizzontali. Per quanto riguarda le finestre ai lati della serra ce ne sono una per lato e si aprono verso l'esterno con un'ampiezza massima di 40-45°. Il raffrescamento non è forzato ed è svolto dalle finestre. L'ombreggiamento è automatico o manuale, in base al fotoperiodo della pianta, al clima e all'insolazione presente. Il set point di apertura si aggira tra i 25°C, mentre il set point di riscaldamento durante la coltivazione dell'*Euphorbia pulcherrima* è stato di 16°C.

Sono state confrontate 16 tesi derivanti dalla combinazione di 8 substrati e 2 tipologie di vaso uno tradizionale di plastica ed un altro in lolla di riso

Per la formazione dei substrati sono stati usati i seguenti materiali:

- torba bionda (granulometria 0-40; concimazione 1.0 kg/m^3 [14-16-18 + microelementi], pH = 5.5-6.5; EC < 1.5 mS/cm)
- perlite
- lolla di riso
- digestati anaerobici di borlanda di frutta e feccia di vino, compostati.

Con i materiali sopra elencati, in proporzioni diverse, sono stati formulati 8 substrati, la cui composizione è riportata in tabella 1.

Le caratteristiche chimico-fisiche dei 8 substrati sono riportati in tabella 2.

Con il substrato ottenuto da ogni miscuglio sono stati riempiti 30 vasi di plastica e altrettanti di lolla, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella 3, e sono state trapiantate barbatelle della varietà di *Euphorbia pulcherrima* RED FOX "Cosmo Red". Ciascuna tesi e stata quindi suddivisa in due blocchi e i vasi sono stati posti su bancali, vaso contro vaso.

Tabella 1 Composizione dei substrati usati nell'azienda Vettoretto.

Tesi	Quantità di lolla (% in volume)	Quantità di torba (% in volume)	Quantità di perlite (% in volume)	Quantità di digestati (% in volume)
Az -*	-	90	10	-
10 -	10	90	-	-
30 -	30	70	-	-
50 -	50	50	-	-
Az +	-	72	8	20
10 +	8	72	-	20
30 +	24	56	-	20
50 +	40	40	-	20

* Az indica il substrato aziendale.

Tabella 2. Caratteristiche chimico-fisiche dei substrati impiegati nell'azienda Vettoretto.

Parametro	AZ-	10-	30-	50-	AZ+	10+	30+	50+	Ideale
S.S. (%)	42,6	41,9	50,1	51.1	45,8	44,8	54,2	54,3	
DA (g/cm^3)									0.4- 0.5^
PT (%)	76,9	77,7	77,4	78,6	78,8	79,9	79,8	79,7	85^
PA (%)	4,8	5,8	8,1	20,7	5,6	4,5	5,5	13,7	20- 30^
CRI (%)	72,1	71,9	69,3	57,9	73,2	75,3	74,4	66,0	55 - 65^
pH	5,90	6,00	6,05	6,10	5,65	5,75	5,80	6,40	5.5–6.5¤
CE (µS/cm)	0,225	0,220	0,220	0,215	0,780	0,835	0,740	0,490	0.2-0.5*
S.O. (%)									
N-NO_3 (mg/L)	10,3	10,3	7,5	8,0	17,1	11,2	13,0	11,2	11-23*
N-NH_4 (mg/L)	0,61	0,30	0,95	2,69	0,69	0,44	1,09	2,77	8-12*
P_2O_5 (mg/L)	11,3	9,1	9,4	15,1	16,8	13,0	14,9	16,2	14 –19*
K (mg/L)	28,2	36,0	32,1	38,8	43,5	34,0	45,9	48,7	4 - 14*
Ca (mg/L)	19,6	21,2	14,8	10,6	30,2	20,2	19,7	14,6	10 –19*
Mg (mg/L)	2,64	2,93	2,27	1,89	4,03	2,87	3,53	2,28	6 – 10*

^ (De Boot e Verdonk. 1972).
* (Paradossi *et al*. 2004).

Legenda
S.S.: sostanza secca
DA: densità apparente
PT: porosità totale
PA: porosità per l'aria
CRI: capacità di ritenzione idrica
CE: conducibilità elettrica

Tabella 3 Caratteristiche delle due tipologie di vaso.

Vaso	Diametro interno (cm)	Altezza (cm)	Volume (ml)	Colore
Plastica	14,0	11,9	1200	Nero
Lolla di riso	14,6	10,2	1200	Senape

Inizialmente l'irrigazione è avvenuta manualmente con doccia. In un secondo tempo (tre settimane dopo il trapianto) le piante sono state collocate su canalette, alle distanze definitive, ovvero di 3 piante per metro lineare, e con sistema di irrigazione a flusso e riflusso.

A partire dal giorno seguente il trapianto, è iniziata la fertirrigazione che è avvenuta in regime di fertirrigazione continua alla dose di 0.8 g/L. I concimi impiegati sono stati il 20-20-20, fino al 23 settembre, il 25-5-10 per i due interventi successivi; quindi il 17-7-27 il 12 e il 14 ottobre e, infine, il 15-5-25 fino a fine prova.

Relativamente alle normali pratiche colturali (cimatura e trattamenti brachizzanti e di difesa antiparassitaria) sono stati eseguiti i trattamenti comunemente adottati nell'azienda.

Nell'azienda Ballan le prove sono iniziate il I agosto e condotte in una serra ferro vetro, orientata Nord-Sud con una lunghezza di 80 m e larga 22,4 m. L'altezza alle pareti è di 5 m e al colmo di 6 m. La serra è regolata da un computer centrale e collegata ad una capannina meteorologica posizionata sul tetto che automatizza le aperture, le chiusure, l'ombreggiamento regolando i fattori climatici che influiscono sulla crescita delle piante. Nonostante tutto a volte luce e riscaldamento vengono impostati manualmente, questo perché all'interno sono presenti molti tipi di colture il che rende impossibile avere dei valori stabili. L'apertura delle finestre è regolata da un unico finestrone nel lato est (anch'esso regolato da un computer) che regola anche il raffrescamento. Il sistema di ombreggiamento viene usato come schermo termico per trattenere il calore e risparmiare sul riscaldamento in modo naturale. Viene attivato intorno alle ore 17-18: e tolto in base alla luminosità il mattino in modo progressivo e automatizzato (10 cm ogni ora) per non creare uno shock alle piante. Il set point di apertura e chiusura delle finestre è regolata in base alla temperatura e apre a temperature maggiori di 22°C. Mentre per quanto concernere il set point di riscaldamento durante la coltivazione dell'*Euphorbia*

pulcherrima dalla metà di settembre la temperatura è stata mantenuta sui 18°C fino ad induzione avvenuta (10 novembre). Successivamente la temperatura minima ha subito una diminuzione progressiva fino a formazione della brattea verso fine novembre, arrivando ad una temperatura di 14 °C.

In questo caso sono state confrontate 12 tesi derivanti dalla combinazione di 6 substrati e 2 tipologie di vaso, come nella precedente prova, uno è di tipo tradizionale di plastica e l'altro in lolla di riso con le medesime caratteristiche della prova Vettoretto.

Per la formazione di substrati sono stati usati i seguenti materiali:

- torba bionda (frazione di granulometria 10-25 e 20-40 più torba irlandese 2-30, contenente anche argilla; pH 5.5-6.5, conducibilità elettrica < 1.5 mS/cm
- perlite
- lolla di riso
- digestati anaerobici di borlanda di frutta e feccia di vino, compostati.

Mediante i materiali sopra elencati, con proporzioni diverse, sono stati formulati 6 substrati secondo quanto indicato in tabella 4. Le caratteristiche chimico-fisiche dei 6 substrati sono riportati in tabella 5.

Per ciascun substrato e tipo di vaso come nella precedente azienda sono state messe a dimora 60 barbatelle (5-6 foglie) della varietà di *Euphorbia pulcherrima* RED FOX "Cosmo Red".

Quindi le piante sono state poste su dei bancali. L'irrigazione è avvenuta secondo la tecnica adottata nell'azienda che è consistita in due fasi: nel periodo di affrancamento, con piante disposte vaso a vaso, si è utilizzata l'irrigazione sopra chioma con doccia e successivamente, una volta affrancate le piante, è stato adottato il sistema a flusso e riflusso. La spaziatura finale è stata di 8 piante/m^2.

Tabella 4 Composizione dei substrati usati nell'azienda Ballan.

Tesi	**Quantità di lolla (% in volume)**	**Quantità di torba (% in volume)**	**Quantità di perlite (% in volume)**	**Quantità di digestati (% in volume)**
Az -	-	90	10	-
10 -	10	90	-	-
30 -	30	70	-	-
Az +	-	72	8	20
10 +	8	72	-	20
30 +	24	56	-	20

Tabella 5. Caratteristiche chimico-fisiche dei substrati impiegati nella azienda Ballan.

Parametro	AZ-	10-	30-	AZ+	10+	30+	Ideale
S.S. (%)	36,9	40,8	43,0	43,3	41,3	40,5	
DA (g/cm3)	226	209	211	293	284	253	0,4- 0,5^
PT (%)	81,6	84,1	88,7	83,0	82,9	84,1	85^
PA (%)	21,2	19,8	30,9	19,1	21,6	29,2	20- 30^
CRI (%)	60,4	64,2	57,9	63,9	61,2	54,9	55 - 65^
pH	6,20	6,15	6,10	6,60	6,35	6,25	5,5–6,5¤
CE (µS/cm)	295	310	335	450	415	435	0,2-0,5*
S.O. (%)	83,3	85,8	87,4	65,0	78,7	74,2	
$N\text{-}NO_3$ (mg/L)	8,08	9,72	5,58	12,2	9,47	13,0	11-23*
$N\text{-}NH_4$ (mg/L)	0,01	1,18	0,57	0,33	3,85	2,23	8-12*
P_2O_5 (mg/L)	5,9	5,4	14,2	17,1	18,1	19,4	14 –19*
K (mg/L)	19,8	27,0	37,2	32,5	47,8	59,1	4 - 14*
Ca (mg/L)	18,8	15,4	17,8	19,4	17,0	17,3	10 –19*
Mg (mg/L)	2,45	2,44	2,66	2,71	2,53	3,32	6 – 10*

^ (De Boot e Verdonk. 1972). * (Paradossi *et al*. 2004).

Legenda
S.S.: sostanza secca
DA: densità apparente
PT: porosità totale
PA: porosità per l'aria
CRI: capacità di ritenzione idrica
CE: conducibilità elettrica

Le pratiche colturali come la concimazione, la difesa fitosanitaria sono state eseguite secondo i criteri comunemente adottati nell'azienda , così come il controllo dell'altezza e della ramificazione delle piante tramite cimatura e trattamenti brachizzanti.

4.2. Rilievi eseguiti

Al termine delle prove avvenute nell'azienda Vettoretto il 23 novembre e nell'azienda di Ballan, la prova il 28 novembre e sono state prelevate nella prima azienda cinque piante per tesi e per blocco, mentre nella seconda sono state prelevate sei piante per tesi.
In entrambi i casi le piante sono state portate nel tunnel del Dipartimento di Agronomia ambientale e Produzioni vegetali dell'Università di Padova a Legnaro dove sono stati eseguiti rilievi finali di crescita quali altezza delle piante, diametro maggiore e diametro

ad esso ortogonale della chioma, ed è stato calcolato l'indice di crescita con la formula:
IC = (Altezza+Largh. max+Largh ort.)/3.
Su 3 foglie completamente espanse di ogni pianta, è stato misurato il contenuto in clorofilla mediante o strumento portatile SPAD 502 (Minolta Camera Co ., LTs Osaka Japan).
Quindi le piante sono state estratte dal vaso e sono stati eseguiti i rilievi distruttivi che hanno riguardato il conteggio del numero di foglie, brattee e fusti laterali di ogni singola pianta. Inoltre sono stati eseguiti anche i pesi freschi delle varie parti della pianta: radici, fusti, foglie, brattee e ciazi e dopo essiccazione in forno a 105°C per 48 ore sono stati eseguiti i pesi secchi.

4.3. Elaborazione statistica

Nell'azienda Vettoretto è stato adottato un disegno sperimentale a blocchi randomizzati con due ripetizioni e 15 piante per ripetizione. Tutti i dati sono stati sono stati sottoposti ad analisi della varianza e le differenze tra le medie sono state sottoposte al test di Tukey.
Nell'azienda Ballan, per motivi di ordine logistico, non è stato possibile ripartire le piante in due o più blocchi. Nell'analisi della varianza si sono considerati i "vasi" come ripetizioni. Questo ha permesso di individuare tutti e tre gli effetti principali ("tipo di substrato", "digestato" e "tipo di vaso"), ma solamente "substrati x digestato" tra le interazioni.
Per entrambe le prove, i dati percentuali sono stati trasformati nel rispettivo arcoseno prima dell'elaborazione.

5. RISULTATI

5.1. Prova nell'Azienda Vettoretto

Per quanto riguarda la prova eseguita presso l'azienda Vettoretto nell'indice di crescita delle piante sono stati riscontrati valori maggiori in quelle allevate sul substrato contenente il 30% e il 10%, di lolla, mentre inferiori sono stati quelli del substrato aziendale o con il 50% di lolla (Fig. 1). Le piante allevate in assenza del residuo di digestione anaerobica hanno presentato l'indice di crescita maggiore rispetto a quelle dove era presente questo il digestato (Fig. 2). Sono state osservate due interazioni. In quella tra la percentuale di lolla e il tipo di vaso per le piante cresciute nel substrato con il 10% lolla e nel vaso di lolla o 30% di lolla ma con vaso di plastica sono stati osservati valori di indice di crescita superiori rispetto a quelli riscontrati nelle piante del substrato aziendale con vaso di lolla ed il 50% di lolla con vaso di plastica (Fig. 3). Nell'altra interazione, tra digestato per tipo di vaso, l'indice di crescita più alto è stato trovato per le piante cresciute nel vaso in plastica senza il digestato e il più basso con lo stesso tipo di vaso ma contenenti digestato (Fig. 4).

I valori SPAD sono risultati più alti nelle piante allevate con il 10% di lolla e bassi per quelle con il 30% di lolla (Fig. 5).

Il numero di foglie è stato maggiore con il substrato contenente il 10% di lolla e minore con il 30% di lolla (Fig. 6). La presenza di digestato ha diminuito del 4,2% il numero di foglie delle piante rispetto a quello riscontrato il quelle allevate senza questo prodotto (Fig. 7).

Anche il numero di brattee in presenza di digestato è risultato inferiore del 6,2% rispetto a quello delle piante allevate senza (Fig. 8).

Il substrato che ha influito sul peso fresco delle foglie che è stato maggiore nelle tesi aziendale e con il 10% di lolla, e nettamente minore nelle tesi contenenti il 30 e 50% di lolla (Fig. 9). In presenza di digestato il peso fresco delle foglie è stato inferiore del 7,3% rispetto a quelle delle foglie delle piante dove non c'era (Fig. 10), e come si può notare nell'interazione tra percentuale di lolla per digestato, nel substrato aziendale o con il 10% di lolla senza il digestato sono stati osservati i pesi freschi delle foglie più alti mentre il più basso nel substrato 50% di lolla con digestato (Fig. 11).

Il peso fresco delle brattee nelle piante allevate in assenza del digestato è risultato maggiore del 15% rispetto a quello rilevato nelle piante con il digestato (Fig. 12). Inoltre, dall'interazione percentuale di lolla per tipo di vaso, il peso fresco delle brattee è risultato maggiore nei vasi di plastica contenenti i substrati con il 30-50% di lolla ed il minore sempre in quello di plastica ma contenente il 10% di lolla (Fig. 13). Nell'interazione tra digestato e tipo di vaso il maggior peso fresco delle brattee è stato osservato con il vaso di plastica e senza digestato e il più basso nel contenitore di plastica con il digestato (Fig. 14). Per quanto riguarda l'interazione tra percentuale di lolla per digestato il più alto peso fresco delle brattee è stato rilevato nel substrato aziendale senza digestato e il più basso sempre lo stesso substrato ma contenente il digestato (Fig. 15).

Il peso fresco dei fusti è stato superiore nelle piante allevate nei vasi di lolla (Fig. 16), ed relativamente al substrato in quello con il 10% di lolla risultando più alto del 12,4% rispetto a quello con il 50% lolla (Fig. 17). In presenza di digestato il peso fresco del fusti è stato ridotto del 14,5% rispetto a quello delle piante allevate senza (Fig. 18) e l'interazione tra digestato e tipo di vaso ha evidenziato un peso dei fusti maggiore in entrambi i tipi di vaso ma senza digestato e si può notare che il minore è stato con il vaso di plastica con digestato (Fig. 19).

Il peso fresco dei ciazi è risultato maggiore nei substrati contenenti anche dosi diverse di lolla rispetto all'aziendale (Fig. 20). Nell'interazione tra digestato e tipo di vaso il peso fresco dei ciazi maggiore è risultato nei vasi di plastica senza digestato e minore con gli stessi vasi ma con digestato (Fig. 21).

Per quanto riguarda il peso fresco delle radici non sono state osservate differenze fra i substrati contenenti lolla a diverse dosi mentre il peso fresco delle radici delle piante allevate nel substrato aziendale è risultato inferiore soprattutto rispetto a quelle allevate con il 10 e 50% di lolla (Fig. 22). In presenza di digestato il peso fresco delle radici è stato inferiore (Fig. 23) e nell'interazione fra digestato e tipo di vaso il peso fresco più basso è stato rilevato in quello di plastica contenente il digestato (Fig. 24).

Il peso fresco totale delle piante è stato maggiore nei substrati contenenti il 10% di lolla e aziendale e minore con il 50% lolla (Fig. 25). In presenza del digestato è stato osservato un peso fresco minore del 10,5% rispetto a quello senza (Fig. 26). L'interazione tra digestato e tipo di vaso ha dimostrato un comportamento analogo a quello degli apparati radicali con il valore più basso per le piante allevate in vasi di plastica con digestato (Fig. 27), invece nell'interazione tra la percentuale di lolla per

digestato è stato osservato il peso fresco totale maggiore nel substrato aziendale senza digestato e minore in quello contenente il 50% di lolla con digestato (Fig. 28).
Il peso secco delle foglie è risultato simile nei substrati con il 10% di lolla e aziendale e superiore rispetto a quello osservato con il 30 e 50% di lolla (Fig. 29). In assenza del digestato il peso secco foglie è risultato nettamente maggiore rispetto a quello con questo prodotto (fig. 30), come si può notare nell'interazione tra percentuale di lolla e digestato i pesi secchi più alti sono stati riscontrati nell'aziendale e 10% di lolla allorquando non era presente il digestato e il peso secco più basso con il 50% di lolla e digestato (Fig. 31).
In assenza di digestato è stato riscontrato un peso secco delle brattee maggiore rispetto a quando c'era questo prodotto (Fig. 32). Nell'interazione tra percentuale di lolla e tipo di vaso il peso secco delle brattee maggiore è stato ottenuto con il 10% di lolla e vaso in lolla e con il 30% di lolla e vaso di plastica e il minore con il 10% di lolla e vasi di plastica (Fig. 33). Dall'interazione tra digestato e tipo di vaso è stato osservato un peso secco delle brattee maggiore nei vasi di plastica e lolla senza digestato, e minore nei vasi di plastica con digestato (Fig. 34) mentre nell'interazione fra percentuale di lolla e digestato il peso secco delle brattee maggiore e stato ottenuto nell'aziendale senza digestato e il minore nello stesso substrato contenente digestato (Fig. 35).
I pesi secchi dei fusti maggiori sono risultati con il 10% di lolla e nel substrato aziendale e nettamente inferiori sono risultati con il 30 e 50% di lolla (Fig. 36). In presenza di digestato il peso secco dei fusti è stato ridotto del 18,9% (Fig. 37). L'interazione fra digestato e tipo di vaso ha messo in evidenza un peso secco dei fusti più alto in assenza del digestato soprattutto rispetto al vaso di plastica e con il digestato (Fig. 38); invece nell'interazione tra percentuale di lolla e digestato il peso secco dei fusti è stato in assoluto maggiore con il 10% di lolla senza digestato e minore nel substrato contenente il 50% di lolla con digestato (Fig. 39).
L'interazione tra percentuale di lolla e digestato sul peso secco dei ciazi ha messo in evidenza valori maggiori quando le piante erano allevate nel substrato contenente il 10% di lolla con digestato e nell'aziendale senza digestato, invece è stato inferiore nel substrato aziendale con digestato (Fig. 40).
Il peso secco delle radici è risultato maggiore nelle piante allevate nei vasi di lolla rispetto a quelle dei vasi di plastica (Fig. 41). Con un substrato contenente il 10% di lolla il peso secco è risultato maggiore rispetto all'aziendale (Fig. 42). Nelle piante allevate senza digestato è stato riscontrato un peso secco delle radici nettamente

superiore a quello con il prodotto (Fig. 43). Ha dato esito significativo l'interazione tra percentuale di lolla per tipo di vaso dove per le piante allevate nel vaso di lolla e contenente il 10% di lolla il peso secco delle radici è risultato maggiore rispetto a quelle dei vasi di plastica e anche a quelle dei vasi in lolla con substrato aziendale e 30% di lolla (Fig. 44). Invece nell'interazione tra digestato e tipo di vaso il peso secco delle radici è risultato maggiore in entrambi i tipi di vaso senza lolla o con vaso in lolla e con digestato rispetto a quello con il vaso di plastica con digestato (Fig. 45).

Il peso secco totale è risultato maggiore nelle piante allevate nei substrati aziendale e con il 10% di lolla e più basso in quelli con il 30 e 50% di lolla (Fig. 46). Il digestato ha influito in modo negativo abbassando il peso secco totale delle piante (Fig. 47) e nell'interazione tra digestato e tipo di vaso si nota un maggior peso secco in assenza del prodotto e si può notare che il risultato peggiore è stato ottenuto con il vaso di plastica con digestato (Fig. 48).

Il rapporto chioma radici nelle piante allevate sul substrato aziendale è risultato superiore rispetto a quello riscontrato nelle piante allevate in tutti i substrati in cui c'era stata lolla a diverse concentrazioni (Fig. 49). Nelle piante allevate in assenza del digestato è stato ottenuto un rapporto chioma radici più alto rispetto a quello delle piante allevate con il digestato (Fig. 50). Nell'interazione fra tipo di vaso e digestato il più alto valore del rapporto chioma radici è stato riscontrato nelle piante del vaso di lolla senza digestato e il più basso nello stesso vaso ma con il digestato (Fig. 51). Per quanto riguarda l'interazione tra percentuale di lolla e tipo di vaso il rapporto chioma radici più alto è stato ottenuto nelle piante allevate nel substrato aziendale con i vasi di lolla mentre i valori più bassi sono stati ottenuti nei vasi di lolla con i substrati contenenti sia il 10 che il 50% di lolla (Fig. 52).

La percentuale di sostanza secca delle foglie è stata più alta nei substrati contenenti il 10% di lolla e più bassa nel 30% di lolla (Fig. 53) e la presenza del digestato ha influito in modo negativo (Fig. 54).

Per quanto riguarda la sostanza secca delle brattee con il vaso in lolla ne è stata ottenuta una maggior percentuale di sostanza secca rispetto a quelli di plastica (Fig. 55) e con il 10% di lolla nel substrato è stata ottenuta una maggior percentuale di sostanza secca nelle brattee rispetto a quelle delle piante allevate con le dosi più alte di lolla (Fig.. 56).

La percentuale di sostanza secca dei fusti è stata maggiore nei substrati con il 10% di lolla e in quello aziendale rispetto a quelli con il 30 e 50% di lolla (Fig. 57). In presenza del digestato è stata riscontrata una minore percentuale di sostanza secca nei fusti (Fig.

58). Nell'interazione tra percentuale di lolla e tipo di vaso la maggior percentuale di sostanza secca dei fusti è stata ottenuta nelle piante con vaso di plastica con il 10% di lolla e la minore con il vaso di plastica contenente il 30% lolla (Fig. 59). Per l'interazione tra percentuale di lolla e digestato è stata riscontata la più alta percentuale di sostanza secca nei vasi contenenti il 10% di lolla senza digestato e la più bassa nei substrati contenenti il 30 e il 50% di lolla con digestato (Fig. 60).
La percentuale di sostanza secca delle radici è stata maggiore nel substrato contenente il 10% di lolla e minore in quello con il 50% (Fig. 61).
La percentuale di sostanza secca totale è stata più alta nei substrati con il 10% di lolla e in quello aziendale e più bassa in quelli contenenti il 30 e 50% di lolla (Fig. 62). Nelle piante allevate nei substrati contenenti il digestato è stata trovata una minore percentuale di sostanza secca totale rispetto a quelle dei substrati in cui non c'era questo materiale (Fig. 63) e nell'interazione tra percentuale di lolla e digestato la percentuale di sostanza secca totale è stata maggiore nel substrato con il 10% lolla senza digestato e inferiore con il 30 e 50% di lolla in presenza del digestato (Fig. 64).

5.2. Prova nell'Azienda Ballan

Nella prova eseguita presso l'azienda Ballan per quanto riguarda l'indice di crescita è stata osservata una interazione tra i fattori dosi di lolla e digestato e, come si può osservare nella figura 65, i valori più alti dell'indice sono stati rilevati nelle piante allevate nel substrato aziendale in cui era stato aggiunto il digestato e nel substrato contenente il 10% di lolla e assenza di digestato.
Per lo SPAD i valori più alti sono stati misurati nelle piante allevate nei vasi di plastica (Fig. 66) ed è stata osservata una interazione tra la percentuale di lolla e i digestati. Il valore maggiore di SPAD è stato misurato nella tesi aziendale con aggiunta di digestato mentre il valore più basso è stato osservato con il 30% di lolla e aggiunta di digestato (Fig. 67).
Il numero di foglie per pianta è risultato superiore del 5,3% in quelle allevate nei vasi di lolla rispetto a quelle dei vasi di plastica (Fig. 68) e non sono state osservate differenze imputabili agli altri fattori allo studio.
Anche il numero di brattee è risultato maggiore nelle piante allevate nei vasi di lolla rispetto a quelle dei vasi di plastica (Fig. 69), con una interazione tra la dose di lolla e

digestato in cui il maggior numero di brattee è stato conteggiato nella tesi 10% di lolla senza digestato e il minore nelle tesi 10% di lolla (Fig. 70).

Il peso fresco delle foglie è risultato più alto nelle piante della tesi aziendale o con il 10% di lolla (Fig. 71). Analogo risultato è stato ottenuto per il peso fresco delle brattee (Fig. 72) e per questo parametro è stata riscontrata una interazione percentuale di lolla e digestato in cui il maggior peso fresco delle brattee è stato ottenuto nelle piante allevate nel substrato con il 10% di lolla mentre i minori pesi freschi sono stati ottenuti nelle tesi 10% di lolla con digestato e 30% di lolla senza digestato (Fig. 73).

Il peso fresco dei fusti ed è risultato maggiore nelle piante allevate nei vasi di plastica (Fig. 74) ed anche nei substrati aziendale o con il 10% di lolla risultando superiore del 12,5 e del 15,5%, rispettivamente, in confronto a quello osservato nelle piante della tesi con il 30% di lolla (Fig. 75).

Il peso fresco dei ciazi è risultato più alto nelle piante allevate nei vasi di plastica (Fig. 76) e nelle piante allevate con il 10% di lolla, mentre il più basso è stato osservato in quelle con il 30% di lolla e un preso fresco intermedio per le piante allevate nel substrato aziendale (Fig. 77).

Il peso fresco delle radici è stato influenzato dal tipo di vaso ed è risultato più alto nei vasi di plastica (Fig. 78), dal substrato dove è risultato maggiore in quello contenente il 10% di lolla soprattutto rispetto alla tesi 30% di lolla (Fig. 79), dalla presenza del digestato in cui il valore di tale parametro è stato più alto (Fig. 80) ed infine è stata riscontrata una interazione fra percentuale di lolla e digestato dove nel substrato aziendale con aggiunta di tale prodotto sono stati trovati i pesi freschi maggiori rispetto allo stesso substrato che ne era privo (Fig. 81).

Il peso fresco totale delle piante è risultato maggiore in quelle allevate nei vasi di plastica (Fig. 82), ed è stato riscontrato un peso fresco totale maggiore con il substrato contenente il 10% di lolla e in quello l'aziendale rispetto a quello con il 30% di lolla (Fig. 83). Nell'interazione tra percentuale di lolla e digestato nel substrato con il 10% di lolla senza il digestato è stato ottenuto un peso fresco maggiore rispetto a quello con il 30% di lolla senza digestato (Fig. 84).

Per quanto riguarda il peso secco delle foglie questo è risultato più alto nelle piante del substrato con il 10% di lolla e più basso nella tesi con il 30% di lolla (Fig. 85), invece ha dato esiti positivi nelle piante allevate senza digestato con un aumento del 5,1% rispetto a quello dove era presenta il digestato (Fig. 86).

Il peso secco delle brattee è risultato maggiore nelle piante contenenti il 10% di lolla e

nel substrato aziendale ed inferiore in quello contenente il 30% di lolla (Fig. 87). E' stata riscontata una interazione tra la dose di lolla e digestato e il peso secco maggiore è stato ottenuto nella tesi 10% di lolla senza digestato e il minore nella tesi con 30% di lolla senza digestato (Fig. 88).

Il peso secco dei fusti è risultato più alto nei substrati con il 10% di lolla e nell'aziendale (Fig. 89); per i ciazi il peso secco il più alto è stato ottenuto con il 10% di lolla e inferiore del 32,3% nel substrato contenente il 30% di lolla (Fig. 90).

Il peso secco delle radici più alto è stato ottenuto nei vasi di plastica (Fig. 91) e per quanto riguarda l'influenza del substrato i pesi secchi maggiori sono stati riscontrati in quelli con il 10% di lolla e nell'aziendale rispetto alla tesi 30% di lolla (Fig. 92). La presenza di digestato ha aumentato il peso secco delle radici (Fig. 93).

Il peso secco totale della pianta è risultato maggiore in quelle allevate nel substrato contenente il 10% di lolla rispetto a quello del substrato contenente il 30% di lolla che è il più basso (Fig. 94). Nell'interazione tra percentuale di lolla e substrato il peso secco totale maggiore è stato ottenuto nel substrato contenente il 10% di lolla e assenza di digestato mentre il più basso e stato quello del substrato contenente il 30% di lolla senza digestato (Fig. 95).

Il rapporto tra peso chioma e radici è stato superiore del 20,1% nei vasi di lolla rispetto a quello dei vasi di plastica (Fig. 96) ed è risultato maggiore per le piante allevate nei substrati senza la presenza di digestato (Fig. 97). Nell'interazione tra percentuale di lolla e digestato il rapporto tra peso chioma e radici è stato maggiore nei substrati aziendale e con il 10% di lolla entrambi privi di digestato e il minore è stato ottenuto nell'aziendale contenente il digestato (Fig. 98).

La percentuale di sostanza secca delle foglie maggiore è stata ottenuta nel substrato contenente il 10% di lolla e minore in quello con il 30% (Fig. 99).

Nelle piante allevate nei vasi di lolla è stata riscontrata una percentuale di sostanza secca delle brattee superiore rispetto a quella dei vasi di plastica (Fig. 100). Per quanto riguarda il tipo di substrato la percentuale di sostanza secca delle brattee più alta è stata ottenuta nelle piante con il 10% di lolla (Fig. 101).

La sostanza secca dei fusti è stata maggiore nel substrato contenente il 10% di lolla e nell'aziendale e minore in quello con il 30% lolla (Fig. 102). Dall'interazione percentuale di lolla e digestato si può notare che la minore percentuale di sostanza secca è stata ottenuta nel substrato con il 30% di lolla senza digestato (Fig. 103).

La sostanza secca dei ciazi è risultata maggiore nella tesi contenente il 10% di lolla e

minore nel substrato aziendale (Fig. 104).

Per quanto riguarda la percentuale di sostanza secca delle radici è risultata maggiore nelle piante allevate nei vasi di lolla rispetto a quelle dei vasi di plastica (Fig. 105), ed anche nel substrato contenente il 10% di lolla rispetto agli altri due e in particolare nel caso del 30% di lolla (Fig. 106). L'interazione riscontrata ha messo in evidenza che nel substrato contenente il 10% di lolla con il digestato, è stata ottenuta una percentuale di sostanza secca delle radici più alta soprattutto rispetto a quella riscontrata nei substrati con il 30% di lolla sia con il digestato che senza (Fig. 107).

Infine la sostanza secca totale è risultata maggiore nel substrato contenente il 10% di lolla soprattutto rispetto a quella con il 30% di lolla che è risultato inferiore del 7,5% (Fig. 108).

6. DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dall'insieme dei risultati emerge che tra le due aziende vi è stato un comportamento diverso della crescita delle piante e dei parametri misurati con la distruzione delle piante sia in funzione della concentrazione di lolla, della presenza del digestato e anche del tipo di vaso anche se tutte le piante sono risultate commercializzabili.

Nell'azienda Vettoretto con l'aggiunta del 10 e del 30% di lolla nei substrati di coltivazione è stato rilevato un maggior indice di crescita ma la presenza del digestato ha diminuito questo parametro. Oltre il 10% di lolla, tranne per pochi parametri e, tra l'altro di scarso interesse ornamentale come peso fresco dei ciazi, sono state rilevate diminuzioni significative in altre caratteristiche morfo - fisiologiche come il peso fresco delle foglie, dei fusti e totale delle piante. Il peso fresco degli apparati radicali, invece, è aumentato in presenza della lolla.

Un analogo comportamento è stato rilevato per i pesi secchi e la sostanza secca degli organi. Tuttavia nel rapporto chioma radici i valori più alti sono stati ottenuti in assenza di lolla.

L'aggiunta del digestato ha diminuito i valori di tutti i parametri rilevati nelle piante allevate sia nei vasi di plastica che di lolla fatta eccezione per il peso fresco e secco delle radici in cui i valori, con il vaso di lolla e con il digestato, erano simili a quelli senza tale prodotto.

Le piante allevate nei vasi di lolla hanno elevato il valore solo di alcuni parametri come il peso fresco del fusto, il peso secco delle radici e della sostanza secca delle brattee.

Tali effetti possono essere imputabili alle caratteristiche dei substrati. Infatti all'aumentare della percentuale di lolla è aumentata anche la porosità totale e la porosità per l'aria mentre è diminuita la capacità di ritenzione idrica. Inoltre l'aggiunta del digestato ha aumentato fortemente la salinità dei substrati presentando valori nettamente superiori a quelli ritenuti ottimale da Pardossi et al. (2004).

Nell'azienda Ballan l'indice di crescita delle piante e i valori di SPAD sono stati influenzati in modo contraddittorio dalla percentuale di lolla e dall'aggiunta del digestato. Per alcuni parametri quali peso fresco e secco di foglie, brattee e fusti alla dose maggiore di lolla si sono rilevati valori inferiori come pure nel peso fresco e secco delle radici e conseguentemente nel peso fresco e secco totale. L'aggiunta del digestato

se ha elevato l'indice di crescita e i valori di SPAD delle piante allevate nel substrato aziendale, li ha peggiorati in presenza di lolla. La presenza del digestato ha aumentato il peso fresco delle radici soprattutto con il substrato aziendale. L'impiego dei vasi di lolla ha aumentato alcuni parametri quali numero di foglie, brattee quantità di sostanza secca delle brattee, delle radici ed inoltre il rapporto chioma radici ma ha contenuto il valore SPAD, il peso fresco, fusti, radici, il peso fresco totale e il pesi secchi di fusti e radici. Anche per questa azienda le caratteristiche fisico idrologiche dei substrati come la porosità totale e la porosità per l'aria che sono aumentate con la sostituzione della torba con lolla e anche con l'aggiunta del digestato in parte hanno in parte influito su alcuni parametri osservati. Il digestato, sia pur entro i limiti ottimali, ha elevato la salinità dei substrati e questo può aver avuto un'influenza sulle piante.

In letteratura, relativamente all'impiego di lolla, sono state riscontate risposte diverse delle specie. Infatti nella coltivazione di *Catharanthus roseus* la presenza del 25% di lolla nel substrato ha fornito migliori prestazioni della pianta (Bosa, 2007). Anche nella coltivazione di *Osmanthus xburkwoodi* la presenza del 25% di lolla nel substrato ha migliorato molti parametri vegetativi, mentre con il 50% di lolla i risultati sono paragonabili a quelli ottenuti con l'impiego di sola torba (Baggio, 2007). Nella coltivazione del geranio, invece è emerso che ogni aggiunta di lolla ha prodotto effetti negativi (Zanella, 2007). I risultati ottenuti in questa prova sono quindi parzialmente più in linea con la risposta ottenuta su *Catharanthus roseus* e *Osmanthus xburkwoodi* piuttosto di quella di geranio.

I substrati con percentuali maggiori di lolla presentano minore capacità di ritenzione idriche con conseguente minore disponibilità idrica per la pianta. Lo sviluppo della pianta, infatti, dipende anche dalla capacità di ritenzione idrica del substrato di coltura, che deve assicurare livelli di umidità costanti e ottimali senza eccedere, per evitare problemi di asfissia radicale (Perelli, 2009).

L'aggiunta di digestati anaerobici nei substrati di coltura ha avuto effetti positivi nella coltivazione di semenzali (Bassan et al. in stampa) e altre specie quali rosa (Simeoni, 2011) e geranio (Zanella, 2011) nel caso della Poinsettia non sono stati riscontrati effetti favorevoli del digestato per tutti i parametri presi in considerazione. Fatto dimostrato anche dall'analisi dell'interazione tra la presenza di digestati e la quantità relativa di lolla. Dalle analisi dei substrati è emerso che la presenza dei digestati ha indotto maggiori disponibilità di nutrienti, utilizzato nelle piante per la crescita, ma anche una maggiore salinità che, apparentemente, è risultata negativa. I vasi di lolla non hanno prodotto

sempre effetti apprezzabili. In alcuni casi hanno avuto un effetto positivo con substrati contenente lolla al 10%.

In definitiva, dai dati ottenuti nella presente prova di coltivazione dell'*Euphorbia pulcherrima* 'Cosmo Red' emerge che la torba può essere impiegata con il 10% di lolla di riso fresca anche se si deve fare un attento uso dell'acqua in quanto vengono alterate alcune caratteristiche fisico idrologiche dei substrati.

L'impiego della lolla permetterebbe di risparmiare alcune quantità di torba, con conseguente minor impatto ambientale su importanti habitat naturali e sulla qualità della vita su molta aree del pianeta. Ciò permetterebbe, inoltre, minori spese di produzione per i produttori di piante e un valido utilizzo di due materiali, la lolla e i digestati, altrimenti troppo spesso considerati un rifiuto e smaltiti come tale.

L'uso dei vasi di lolla può essere interessante in quanto al termine del breve periodo dell'impiego ornamentale della Stella di Natale possono essere gettati nei rifiuti umidi per il compostaggio senza avere l'onere dello smaltimento dei vasi di plastica con un vantaggio ambientale.

7. BIBLIOGRAFIA

Abad M., Noguera P., Puchades R., Maquieira A. and Noguera V. 2002. *Physico-chemical and chemical properties of some coconut coir dusts for use as a peat substitute for containerised ornamental plants*. Hort. Sci. 82: 241-245.

Accati Garibaldi E. e Remoti D. 2002. *La tecnica colturale della Stella di Natale.* Informatore Agrario 17, 46-50.

Accati Garibaldi E. 1977. *Poinsettia* Edagricole.

Baldoni G., Toderi G., Cortellini L., Mantovi P., Dal Re L. 2000 *Utilizzazione di fanghi di depurazione in agricoltura.* L'Informatore Agrario. 19: 29-33.

Bassan A., Sambo P., Zanin G. e Evans M.R. *Use of Fresh Rice Hulls and Anaerobic Digestion Residues as Substrates Alternative to Peat*. Acta Horticulturae. (In stampa)

Bianco M. 2003. *Campania: disciplinare di produzione per la coltivazione della Poinsettia.* Il Floricoltore 11, 28-39.

Bibbiani C. 1996. *Le proprietà fisiche e idrauliche dei substrati.* Flortecnica 3, 45-55.

Bosa R. 2007. *Prove di coltivazione di Catharanthus roseus (L) G. Don su substrati con dosi crescenti di lolla*. Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova.

Buckland, P.C. 1993. *Peatland archaeology: A conservantion resource on the edge of extinction.* Biodiversity Conservation. Vol 2 n.5 p.513-527.

Bunt A.C. 1988. *Media and mixes for container grown plants.* 2° Ed. Unwin Hyman Ltd., London.

Calderón F.S. 2002. *La cascarilla de arroz "caolinizada"; una alternative para mejorar la retencion de humedad como sustrato para cultivos hidroponicos.* Bogotà D.C.,Colombia S-A.

Cattivello C. 1990. *Valutazione analitiche sulle principali torbe di sfagno commercializzate nel nostro paese.* L'informatore agrario 30/90.

Cattivello C. 2009. *Aspetti ambientali, tecnici e commerciali legati all'impiego della torba: presente e futuro del componente base dei substrati-Fertilitas Agrorum 3*(1) 2009 7-11.

Einert A. E. 1972. *Performance of rice hull media for pot Easter Lilies under three forcing systems.* HortScience, Vol. 7:60-61.

Ente Nazionale Risi, 2011. http://www.enterisi.it.

Evans M. R. 2003. *Greenhouse & Nursery Growing Substrates.* Department of Horticulture, University of Arkansas.

Evans M. R. 2003. *Greenhouse Management, Unit 7*. Department of Horticulture, University of Arkansas.

Evans M.R. e Gachukia M. 2007. Physical Properties of *Sphagnum Peat-based Root Substrates Amended with Perlite or Parboiled Fresh Rice Hulls. HortTechnology.* 17 (3).

Evans M.R. e Gachukia M. 2008. *Secondary Macro and Microelements in Sphagnum Peat-based Substrates Amended with Parboiled fresh rice Hulls or Perlite HortTechnology.* 18:644-649

Evans M.R., Taylor M. e Kuehny, J. 2010. *Physical Properties of Biocontainers for Greenhouse Crops Production.* HortTechnology. 20: 549-555.

Giardini L.1977. *Agronomia generale.* Patron Editore. Bologna.

Grunda N. e Schnitzler W.H. 2004. *Suitability of wood fiber substrates for production of vegetable transplants I. Physical properties of wood fiber substrates.* Scientia Horticulturae. 100: 309-322.

Hulme F. Hummel N. W. 1993. *Laboratory methods for evaluation of putting green root zone mixes. Standard test methods for staurated hydraulic conductivity; water retention, porosity and bulk density on putting green zone mixes*. USGA GREEN SECTION RECORD; pag. 23-26.

Kadlec R.H., Knight R.L. 1996. *Treatment weatlands.* Lewis Publisher, CRC Pres, Inc, Bona Ration, FL 853 p.

Kampf A.N. and JUNG M. 1991. *The use of carbonized rice hulls as an horticultural substrate.* Acta Hort., 294: 271-283.

Kuczmarski D. 1994. *Composting. Amending the Cost of Media.* Composted rice hulls as a media component. American Nurseryman. Vo. 179 (10): 47-52

Kunduru S. e Evans M.R. 2005. *Coconut Husk and Processing Effects on Chemical and Physical Properties of Coconut Coir Dust.* HortTechnology. 15: 52-57.

Laiche A.J., Nash J. e Nash V.E. 1990. *Evaluation of Composted Rice Hulls and a Lightweight Clay Aggregate as a Component of Container-Plant Growth Media.* HortTechnology. 8 (1): 14-18.

Namioka H. 1977. *Kuntan as a substrates for soiless culture.* 4, Las Palmas, 1976.

Nelson P.V. 2003. *Greenhouse operation and management.* 5th ed. Prentice Hall, Upper Saddle.

Orfeo D. 2009. *Il mercato dei substrati in Italia e il ruolo delle aziende produttrici.* Associazione italiana produttori di substrati e ammendanti. www.asso-substrati.it

Paradossi A., Incrocci L., Marzialetti P. e Bibbiani C. 2009 – *I substrati e la coltivazione delle piante in contenitore* – Fertilitas Agrorum 3(1) 22-31.

Perelli M., Graziano P.L. e Calzavara R. 2009. *Nutrire le piante.* Arvan. Mira (VE).

Perelli M. e Pimpinini F. 2003. *Coltivazioni fuori suolo.* Il nuovo manuale di concimazione 1° Ed. Arvan-Mira (Venezia).

Poole R.T. e Waters W.E. 1977. *Use of rice hulls as an ingredient of the medium for groqing foliage plants.* Florida Foliage Grower 14 (7) : 5-6

Rampinini G. 2002. *La Poinsettia: tecnica di coltivazione e patologia.* Vol. 2. Pentagono Editrice, Milano.

Rampinini G. 1997. *Guida alla coltivazione delle piante ornamentali prima parte.* Clamer informa 5, 35-46.

Rampinini G. 1997. *Guida alla coltivazione delle piante ornamentali seconda parte.* Clamer informa 6, 41-47.

Raviv M. 2005. *High-nitrogen compost as a medium for organic container-grown crops.* Bioresource Technology. 96: 419-427.

Riva F., Tittarelli F. e Canali S. 2008. *Cercasi sostituti alla torba per il vivaismo biologico.* L'Informatore Agrario 24/2008

Robertson R.A. 1993. *Peat, horticulture and environment.* Biodiversity and Conservation. 2: 541-547.

Rosen C.J. e Halbach T.R. 1993. *Horticultural Uses of Municipal Solid Waste Composts.* HortTechnology. 3: 167-173.

Sambo P., Frezza A. e Moresco D. 2010. *Digestato di borlanda di frutta: efficacia fertilizzante su lattuga.* L'Informatore Agrario 29/2010:41-43

Sambo P., Sannazaro F. e Evans M.R. 2008. *Physical properties of ground fresh rice hulls and sphagnum peat used for greenhouse root substrates.* HortTechnology 18:384-388

Sannazaro F. 2008. *Valutazione di substrati alternativi alla torba. Caratterizzazione chimica, fisica ed agronomica di lolla di riso.* Scuola di Dottorato in Scienze delle Produzioni Vegetali, 2008 (11)

Simeoni E. 2011. *Allevamento di rosa (Rosa xhybrida "La Selvillana") su substrati contenenti lolla di riso e risidui di digestato anaerobico*. Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova

Tesi R. 1980. *Colture protette ortoflorovivaismo.* Edagricole Bologna.

Tesi R. 2001. *Colture protette ortoflorovivaismo.* Edagricole Bologna.

Yoon H.S., Hwang Y.H., An C.G., Hwang H.J. e Shon G.M. 2006. *Effects of reuse of organic substrate on growth and yield of strawberry in soilless culture*. Acta Hort. 761:521-526.

Zanella V., 2011. *Lolla di riso e residui di digestione anaerobica come componente del substrato nella coltivazione del geranio*. Tesi di laurea, Università degli Studi di Padova.

FIGURE E FOTO