UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Agronomia Animale
Alimenti Risorse Naturali e Ambiente

Corso di Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Agrarie

Tesi di laurea

UTILIZZO DI COMPOST E LOLLA DI RISO IN FLOROVIVAISMO: PROVE DI COLTIVAZIONE IN VASO DI ABELIA E ROSA

Relatore: **Dott. Giampaolo Zanin**

Correlatore: **Dott. Matteo Passoni**
Dott. Samuele Bonato

Laureando: **Stefano Zanninello**
*Matricola n.***621037**

ANNO ACCADEMICO 2014-2015

A mia Madre e mio Padre,

Giuliana e Marcello

a mio fratello Nicola

e

alla mia amata Serena.

SOMMARIO

RIASSUNTO 7

ABSTRACT 9

INTRODUZIONE 11

IL FLOROVIVAISMO 11

LA COLTIVAZIONE IN VASO 13

I SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE 15

LA TORBA 23

LA LOLLA DI RISO 41

IL COMPOST 47

SCOPO DEL LAVORO 63

MATERIALI E METODI 65

CARATTERIZZAZIONE FISICA 66

CARATTERIZZAZIONE CHIMICA 72

PROVA DI COLTIVAZIONE 76

ANALISI STATISTICA DEI DATI 79

RISULTATI 81

DISCUSSIONE 97

CONCLUSIONI 101

BIBLIOGRAFIA 103

FIGURE E FOTO 109

RIASSUNTO

Nell'ambito delle produzioni orto-floro-vivaistiche l'utilizzo di substrati costituisce ormai da tempo un aspetto agronomico di fondamentale importanza. Vi è un largo consumo di substrati costituiti da miscugli nei quali viene impiegata torba come componente principale. Tale materia prima nel corso degli ultimi 20 anni ha avuto un considerevole innalzamento dei prezzi dovuti dall'incremento dei costi energetici, che incidono su tutto il processo produttivo, a partire dalla raccolta alla lavorazione e trasporto agli stabilimenti, dalla preparazione e classificazione, alla miscelazione e insaccamento, al trasporto e importazione verso i consumatori finali. Tuttavia lo sfruttamento delle torbiere può causare un forte impatto ambientale alterando i siti di estrazione. Inoltre dobbiamo tener conto di un aspetto molto importante, la sua non rinnovabilità, per cui non si pongono solo problematiche economiche, ma anche ecologiche riguardanti da un lato la salvaguardia delle torbiere e dall'altro la possibilità di utilizzare prodotti organici di scarto dell'attività umana, provenienti sia da residui vegetali di origine diversa che, eventualmente opportunamente compostati, possono essere vantaggiosamente impiegati nella pratica orto-floro-vivaistica per la preparazione dei terricci di coltura.

In relazione a quest'ultimo punto sempre più ricerche sono condotte al fine di identificare nuovi materiali a basso costo da utilizzare al posto della torba per la coltivazione in contenitore. I materiali candidati a sostituire parzialmente o totalmente la torba sono numerosi, tuttavia molti presentano limitazioni.

In questo lavoro si è valutato, dal punto di vista chimico-fisico ed agronomico, substrati costituiti da torba, compost(derivante da scarti vegetali) e lolla di riso, nella coltivazione di rosa e abelia.

I sette substrati valutati sono stati: un miscuglio di torbe (substrato aziendale Az) e sei aventi una percentuale di torba del 50% e cinque combinazioni compost e lolla di riso (0/50, 10/40, 20/30, 30/20, 40/10, 50/0, % v/v).

Dopo la caratterizzazione chimico-fisico, i substrati sono stati impiegati per la coltivazione di rosa (*Rosa* 'Sweet Haze'*)* e di abelia (*Abelia grandiflora* 'Variegata'),

entrambe su vaso di 15 cm e solo per abelia anche su vaso di 19 cm.

Osservando i risultati ottenuti, si è notato come la presenza del compost abbia innalzato i valori del peso volumico apparente, del pH, della sostanza secca e della conducibilità elettrica, e ridotto il contenuto di sostanza organica ei valori della porosità totale e per l'aria. La presenza della lolla ha tendenzialmente contenuto questi incrementi/riduzioni e l'utilizzo di percentuali superiori di lolla ha permesso di ottenere valori compresi nell'intervallo di riferimento per il peso volumico apparente e per la porosità totale e per l'aria.

Analizzando l'accrescimento delle piante, si è osservata una diversa risposta delle specie e, nel caso di abelia, anche in funzione alla tipologia di coltivazione.

La coltivazione di talee in vaso 15 ha evidenziato, per entrambe le specie, una riduzione dell'accrescimento generale delle piante allevate nei miscugli contenenti compost e/o lolla, ma l'effetto negativo è stato più marcato per la rosa in quanto, con il 50% compost quasi tutte le piante sono morte. Inoltre, si è riscontrata in rosa una riduzione generale dei valori con l'aumento del compost, a differenza di abelia per la quale poche differenza sono state riscontrate tra la tesi.

Nell'abelia ricoltivata in vaso 19, invece, si è notata una risposta migliore delle piante alla presenza del compost e della lolla, evidenziando accrescimenti simili a quelli del testimone. In termini di pesi freschi e secchi delle varie parti della piante non si sono notate differenze tra le tesi contenenti diverse percentuali di lolla e compost, anzi sia per il peso fresco che per il secco totale, i valori più alti (e simili al testimone) sono stati riscontrati neisubstrati contenenti quantità intermedie di lolla e compost.

In definitiva, la sostituzione parziale del 50% della torba mediante l'utilizzo del compost e della lolla di riso è apparsa eccessiva per la coltivazione di talee in vaso 15; entrambe le specie studiate hanno evidenziato risultati poco soddisfacenti sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo, evidenziando in rosa una maggiore sensibilità all'uso del compost.

Diversamente, i buoni risultati ottenuti su abelia in vaso 19 fanno ipotizzare che, per operazioni di reinvaso, la parziale sostituzione di torba con lolla e compost nei miscugli di coltivazione possa essere adottata senza penalizzare l'accrescimento della pianta, e contribuendo a migliorare la sostenibilità ambientale della produzione.

ABSTRACT

Compost and rice hulls utilization in shrub nursery: pot cultivation of abelia and rosa.

Since decades, in the nursery production the adoption of growing substrates has become a relevant agronomic aspect. Therefore there has been a large consumption of substrates blends, mostly having peat as main element. However over the last 20 years, peat has substantially increased its price, mostly due to an increase of energetic costs. This, it is necessary to spend a large amount of energy in each peat productive step, from extraction to final sale. Moreover the exploitation of peatland leads to relevant environmental issues: firstly peat is a non-renewable resource, secondly there is a high environmental impact caused by extraction activity.

These issues, together with the idea than we should use organic waste materials, has addressed researcher to look for alternative feedstocks to use a component of growing substrates. There are several material that could partially or totally replace peat, however many of them have limits.

With this work we first evaluate, from a physical and chemical stand point, seven substrates obtained with different amount of peat, rice hulls and compost. The used compost was obtained from derived from separated household waste and yard wastes.

The substrates were the control, composed by a blend of peats, and six others substrates containing 50% of the some control substrates and the others 50% represented by compost and rice hulls in various percentages (0/50, 10/40, 20/30, 30/20, 40/10, 50/0, %v/v).

After the chemical and physical characterization, all substrates were used for a growth trial with rose (*Rose* 'Sweet Haze') and abelia (*Abelia grandiflora* 'Variegata'). For both of them a 15 cm pot was used, and for abelia only also a 19 cm pot was adopted.

The obtained results showed that growing substrates with compost had a higher bulk density, pH and electrical conductivity, and also a lower organic matter, moisture

content, total pore space and air filled porosity. Conversely, the presence of rice hulls has limited these variations. In fact, the use of higher percentages of rice hulls, than those of the compost, has allowed to obtain, for the indicated parameters, values within the reference range for the bulk density and for total pore space and air filled porosity.

Concerning growth of plants, we observed a different response of the two species and, for abelia, a different response to the type of container.

In the production of rose and abelia in 15 cm containers, a reduction in overall plants grown in substrates containing compost and rice hulls was observed. However, the negative effect was higher in rose which did not survived in the substrate containing 50% compost. Moreover, considering the plant fresh and dry weights, in rose a general reduction of values along with the increase of compost percentages; differently in abelia the different proportions of compost and rice hulls did not affect plant response.

Plants of abelia repotted in 19 cm containers, were rarely negatively affected by the different combinations of compost and rice hulls, compared to the substrate containing 100% peat.

In conclusion, the partial substitution of 50% peat with compost and rice hulls appeared excessive for the cultivation of young plants of rose and abelia in 15 cm pot, as the two species showed poor results both from the quantity and quality point of view. In particular for rose, with 50% compost plants did not survived. Differently, the good results obtained with these substrates in the production of abelia in 19 cm pot, indicate the interesting opportunity to partial substitute part of peat with compost and rice hulls in the repotting phase, as plants exhibited good growth and the environmental sustainability of production was improved.

INTRODUZIONE

IL FLOROVIVAISMO

Il termine "florovivaismo" deriva dall'unione di due parole: *vivaismo* e *floricoltura.* Nella sua accezione comune il florovivaismo è la coltura di fiori e piante, a fini commerciali, in serra o in vivaio.

Per esser più precisi, con il termine florovivaismo si fa usualmente riferimento nei paesi europei, mancando una definizione comunitaria, alla definizione di fatto adottata dall'Associazione dei Produttori dell'Orticoltura che fa capo all'Istituto di Economia del Giardinaggio dell'Università di Hannover. Secondo l'associazione citata rientrano nel florovivaismo le seguenti attività: produzione di fiori da recidere e di fogliame ornamentale, produzione di piante in vaso per interni, di piante da balcone, di piante da esterno, bulbicoltura, produzione di piante da vivaio, anche frutticole e forestali (MiPAAF, 2010). Un elemento che accomuna i due settori è il fatto che rappresentano l'evoluzione storica delle aziende agricole tradizionali che nel tempo hanno associato le tipiche colture agricole alle coltivazioni di piante ad alto fusto, di arbusti in vaso, degli agrumi e dei fiori recisi (ISPESL, 2002).

Il florovivaismo italiano, per produzione lorda vendibile, numero di aziende interessate, superficie agricola impegnata e distribuzione geografica, rappresenta una delle isole felici dell'agricoltura italiana dato che il suo elevato grado di redditività non contrasta con il notevole impiego di risorse e di manodopera, dando lavoro ad oltre 112 mila addetti con bel 20 mila aziende (CNR, 2012).

I profondi cambiamenti avvenuti nell'ultimo decennio a livello mondiale, quali la globalizzazione dei mercati, il progresso tecnologico e la crisi economica, che coinvolgono tuttora i mercati interni ed internazionali, hanno condizionato anche il settore florovivaistico. Nonostante le situazioni critiche che si sono create per l'entrata sui mercati mondiali dinuovi paesi competitori, comunque, questo settore continua ad avere una crescita e a manifestare unnotevole dinamismo al suo interno nonostante una considerevole diversità per quantoriguarda il territorio, le specie coltivate e le

tipologie produttive (MiPAAF, 2010).

Il contesto nazionale ed europeo

Il florovivaismo è un importante comparto dell'agricoltura italiana e comprende il segmento dei fiori e fronde recise, delle piante in vaso da interno ed esterno e di quelle utilizzate per gli spazi a verde. L'entità della superficie investita, in termini di S.A.U. (Superficie Agricola Utilizzata) corrisponde al 30% circa della superficie europea complessiva, conferendo all'Italia una posizione dominante nell'ambito dell'UE. Gli occupati, in base al censimento Istat del 2010, sono oltre centomila e riguardano esclusivamente il settore agricolo.

La produzione delle aziende florovivaistiche italiane è pari a 2,6 miliardi di euro (media biennio 2012-2013), suddivisa in 1,3 miliardi per fiori e piante in vaso e 1,3 miliardi per i prodotti vivaistici (alberi e arbusti); rappresenta quasi il 5% della produzione agricola totale (in contrazione rispetto al quinquennio 2008-2012, quando era del 6%) e deriva per il 50% dai comparti fiori e piante in vaso e il restante 50% da piante, alberi e arbusti destinati alle sistemazioni di spazi a verde (MiPAAF, 2014).

Nel 2013 si contano in Veneto 1.600 aziende florovivaistiche, in calo rispetto all'anno precedente del -1,3%, tra i vari aggregati produttivi, il più numeroso si conferma quello del vivaismo ornamentale, dove si impegnano circa l'89,5% delle aziende (Veneto Agricoltura, 2013).Circa un terzo delle aziende florovivaistiche si trovano nel padovano, basti pensare al comune di Saonara (PD) che racchiude da solo il 5% delle aziende florovivaistiche venete e lascia intravvedere, assieme ai comuni limitrofi, una sorta di "distretto florovivaistico" (ISTAT, 2010).

L'importanza del settore nel contesto della nostra economia è testimoniato dal fatto che comprende sia a monte sia a valle una serie di attività di tipo agricolo e industriale. A monte vi sono i costitutori e i moltiplicatori di materiale di produzione, le industrie che producono i fattori di produzione intermedi (vasi, terricci, fattori chimici ecc.), le industrie che producono serre, impiantistica e macchinari di vario genere; a valle i grossisti e altri tipi di intermediari, le industrie che producono materiali per il confezionamento (carta, tessuti, materiali inerti ecc.) e la distribuzione al dettaglio. Quest'ultima è caratterizzata da un alto numero di ambulanti e chioschi, da fioristi, centri di giardinaggio (Garden Center), centri del "Fai da Te" e G.d.O. e D.O. (grande

distribuzione organizzata e distribuzione organizzata). Altre figure complementari al comparto sono i paesaggisti, e quindi l'attività di progettazione, realizzazione e manutenzione del verde ornamentale e forestale. Si deve anche considerare il giardinaggio amatoriale e tutta l'industria di riferimento.

Le aziende nazionali per la quasi totalità sono di limitata superficie: mediamente inferiori ad 1 ettaro quelle floricole e superiori ai 2 ettari quelle che producono piante in vaso e prodotti vivaistici; di conseguenza prevalgono nel settore del fiore e fronda recisi le aziende caratterizzate da una struttura elementare, generalmente a gestione familiare; al contrario, nel settore delle piante in vaso o del vivaismo la gestione si ispira a principi imprenditoriali. Negli ultimi anni è visibile una contrazione del numero di aziende sia nelle zone vocate sia nelle altre per la riduzione dei margini di redditività e per l'aumento dei costi di produzione.

Rispetto agli altri Stati membri, l'Italia è ai primi posti della classifica per dimensione della superficie destinata al vivaismo e a coltivazioni di piante e fiori in genere: l'incidenza degli ettari investiti a florovivaismo è del 15% nel caso delle produzioni di fiori e piante in vaso e del 14% nel vivaismo (MiPAAF, 2014).

LA COLTIVAZIONE IN VASO

Lo sviluppo della coltivazione fuori suolo, tra cui quella in contenitore, si èavuto intorno agli anni sessanta grazie all'introduzione della plastica in agricoltura (Malorgio, 2004). Prima dell'avvento delle materie plastiche la coltivazione avveniva inpiena terra e le piante venivano vendute a radice nuda o in zolla. La coltivazione dellepiante in zolla ha origini lontane nel tempo ed è ancora utilizzata per la produzione diesemplari di pregio, però presenta degli inconvenienti: al momento dell'espianto lapianta può perdere fino al 98% dell'apparato radicale e fino all'84% delle radiciassorbenti, incidendo negativamente sulla sopravvivenza post-trapianto dell'albero(Fini, 2008). Inoltre un problema importante riguarda l'impoverimento progressivo delsuolo e le difficoltà conseguenti di ri-coltivazione, e l'asportazione di ingenti quantità diterreno al momento dell'espianto (Ferrini, 2002).

Per ovviare a queste problematiche, nei vivai si è ricorsi all'utilizzo delcontenitore che si è rivelato più vantaggioso rispetto all'allevamento in pieno campo.

Lacoltivazione in contenitore permette la piantagione durante tutto l'anno, l'abbassamentodei costi di spedizione ed inoltre un confezionamento più agevole per il consumatore finale (Arnold e Wilkerson, 1993). Inoltre non essendo legati alle caratteristiche delterreno il coltivatore è svincolato dal normale ciclo colturale e può aumentare il numerodi piante per unità di superficie colturale. Tuttavia, il ridotto volume di substrato adisposizione per lo sviluppo impone la somministrazione di notevoli quantità difertilizzanti e di acqua irrigua, e si rendono necessari frequenti rinvasi per permettere unadeguato sviluppo della pianta e in particolar modo dell'apparato radicale. Infatti lepiante che permangono per un lungo periodo di tempo nello stesso contenitorepresentano le radici come una massa intricata intorno alla zolla, che può portare allastrozzatura del colletto e a una diminuzione del flusso della linfa (Fini, 2008).Il volumeridotto non permette uno sviluppo naturale delle radici che girano sulla parete interna del contenitore e, se non potate adeguatamente al momento del rinvaso o della messa adimora, svilupperanno un sistema radicale meccanicamente instabile (Arnold e Wilkerson, 1993), compromettendo la stabilità della pianta e lo sviluppo della parteaerea. Sono stati studiati diversi tipi di vasi per limitare che le radici si affastellino allabase dei contenitori: ad esempio si possono utilizzare vasi in plastica che presentano sulfondo una griglia che, oltre a favorire la crescita delle radici nel substrato, permette, nelcaso di vasi sollevati dal terreno, l'effetto di air-pruning. Questa "potatura aerea" consiste nel taglio delle radici da parte dell'aria non appena queste escono dal substrato (Ponchia et al., 2010).

Un'ulteriore problematica derivante dall'utilizzo del contenitore di plasticariguarda il suo eccessivo riscaldamento durante l'estate che insieme al gelo invernale,provoca degli stress termici alle radici, con conseguenti alterazioni e deformazioni degliapparati radicali.

Per quanto riguarda le tipologie di contenitori, nel florovivaismo si utilizza perlo più il vaso in plastica, invece che quelli in terracotta, per la leggerezza e il facilereimpiego (i vasi in terracotta ad esempio necessitano di sterilizzazione con vapore peril riutilizzo, mentre per quelli in plastica è sufficiente acqua a 70 °C) (Tesi, 2008).

I contenitori in plastica, di varia forma e dimensione, sono indicati per ilvivaismo frutticolo e ornamentale (Pardossi et al., 2009). Le specie e le varietàappartenenti a questi due ambiti prodotte in Italia sono migliaia, grazie alla grandevariabilità climatica: si riescono a coltivare sia specie autoctone sia provenientidall'estero (CNR, 2012). All'interno del panorama varietale delle piante fiorite, le rose egli altri arbusti ornamentali coprono circa l'11% con una vasta gamma di speciedisponibili sul mercato (Sciortino, 2003).

Le specie ornamentali sono caratterizzate da diverso habitus e da esigenze diversificate per il loro mantenimento, che sono caratteristiche da tenere inconsiderazione al momento della messa a dimora della pianta. La funzione non solo estetica ma anche sociale ed ecologica dei giardini e l'apprezzamento crescente per labiodiversità stimolano la ricerca di nuove piante ornamentali, attingendo anche daigiardini storici come luogo di conservazione di vecchie varietà (ISPRA, 2010).

I SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE

La tecnica di allevare piante in contenitore e l'utilizzazione di particolari substrati è conosciuta da molto tempo. Già nel 1892, la torba, il terriccio e gli aghi di pino erano utilizzati per la preparazione di mezzi di crescita per allevare le azalee. Su larga scala tuttavia le prime esperienze risalgono agli anni '20, quando Laurie in Ohio (USA) sperimentò l'uso della torba e sabbia come mezzi di crescita per diversi tipi di piante. Fin dai primi risultati sperimentali una volta scoperta la convenienza di allevare le piante in queste particolari condizioni, si è cercato di mettere a punto le tecniche necessarie a garantire uno sviluppo equilibrato alle piante (Bartolini, 1991).

Nella coltivazione in vaso, uno degli aspetti tecnici di particolare importanza è rappresentato dai substrati di coltivazione. Questi sono costituiti da uninsieme di materiali, organici ed inorganici, che vanno a costituire il terreno artificiale sul quale si accrescono le piante allevate in contenitore (Vezzosi, 2003).

Le funzione che un substrato deve adempire sono:

- Fungere da supporto, garantendo un buon ancoraggio all'apparato

radicale e la stabilità del complesso contenitore-pianta;

- Presentare una buona capacità di ritenzione idrica e una buona disponibilità di aria in corrispondenza della capacità idrica massima;
- Essere privo di patogeni, parassiti e sostanze fitotossiche;
- Mantenere il più lungo possibile inalterate le caratteristiche fisiche e quindi resistere al compattamento a alla riduzione di volume, mantenendo buone capacità drenanti;
- Essere omogeneo ed uniforme;
- Avere un costo limitato;
- Essere facilmente reperibile.

Mentre il mercato dei terricci si è sviluppato negli ultimi trent'anni, prima le aziende venivano soddisfatte con le miscele di materie prime ricavate in loco (foglie di faggio, aghi di pino, ecc.). Il materiale oggigiorno più diffuso è sicuramente la torba, almeno in Europa e Nord America. La torba è usata raramente tal quale, ma è sicuramente la materia prima più utilizzata nella preparazione dei miscugli, come quelli con la perlite o la pomice largamente usati nel vivaismo ornamentale (Accati e Deambrogio, 1992).

Il mercato europeo è cresciuto costantemente nel secondo dopoguerra fino a raggiungere e superare i 34 milioni di m^3. In questo contesto l'Italia rappresenta, dopo la Germania, il secondo mercato per importanza con un consumo annuo di circa 5 milioni di m^3, assorbiti per il 70% dal comparto professionale (Cattivello, 2009).

Quanto detto sottolinea l'importanza della torba per il settore orto-floro-vivaistico. D'altra parte, una serie di ragioni spingono a ricercare dei materiali alternativi alla torba. Infatti, i prezzi della torba aumentano in continuazione in seguito all'incremento dei costi energetici che incidono su tutte le fasi del processo produttivo, in particolar modo i costi di trasporto dai paesi produttori del Nord Europa e Canada. Inoltre aumenta la richiesta di substrati "peat-free" come conseguenza di una campagna ambientalista condotta contro lo sfruttamento delle torbiere, in considerazione del valore ecologico di questi particolari habitat e della natura di risorsa "non rinnovabile" di questo materiale, la cui formazione richiede migliaia di anni.

Bisogna ricordare che la Commissione della Comunità Europea nel 2001 ha escluso dal rilascio del marchio comunitario di qualità ecologica (Ecolabel) i substrati di

coltivazione contenenti torba o prodotti derivanti. Un'eventuale proibizione dell'uso alla torba, in effetti, potrebbe avere sul settore orto-floro-vivaistico un impatto simile a quello provocato dalla proibizione del bromuro di metile per la sterilizzazione del terreno. Pertanto, in molte nazioni, come in Olanda (Armostrong, 2004) ed anche nel nostro Paese si è avviata la ricerca di materiali alternativi alla torba che associno al basso costo anche ottimali caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche.

Caratteristiche substrati

Le piante allevate in contenitore avendo a disposizione un limitato volume nel quale si può accrescere l'apparato radicale, si presentano con un rapporto chioma/radice non equilibrato. Le richieste di acqua, aria ed elementi nutritivi inoltre sono maggiori rispetto alle coltivazioni in pieno campo. Oltre a questo, se non si presta la dovuta attenzione, le piante allevate in contenitore si possono presentare stentate in conseguenza ad un eccessivo accumulo di sali, un inadeguato drenaggio e scarsa aerazione, una limitata dotazione di elementi nutritivi e così via.

Alla luce di tutti questi elementi appare ovvio che la scelta del substrato da utilizzare è di massima importanza e deve essere fatta seguendo parametri guida che soddisfano il fabbisogno della specie coltivata.

Un substrato ideale deve presentare ottimali requisiti chimici, fisici ed organizzativi. I più importanti che deve possedere al fine di consentire alla pianta di accrescersi in modo adeguato possono essere distinti in costituzione, struttura, capacità di ritenzione idrica, aerazione, potere isolante (per le caratteristiche fisiche), potere adsorbente, pH, contenuto in elementi nutritivi, EC (conducibilità elettrica) e salinità (per le caratteristiche chimiche), facilità di reperimento e costo (per quelle organizzative) e analisi fitosanitarie (per le caratteristiche sanitarie).

La costituzione del substrato deve garantire l'ancoraggio dell'apparato radicale e sostenere la pianta. Infatti alcuni substrati non possono essere usati da soli nelle colture in vaso ma mescolati con altri materiali per ovviare al fatto che sono materiali incoerenti e che hanno un basso peso volumico apparente (PVA). Per esempio il polistirolo in granuli che ha un basso PVA (circa 35 kg/m^3) può essere miscelato alla torba di sfagno in quanto ha un PVA quasi doppio (circa 60 kg/m^3). il PVA ottimale per le colture in contenitore oscilla fra i 100 e 500 kg/m^3. Questo è un aspetto di

secondaria importanza soltanto con sistemi di fuori suolo che prevedono l'utilizzo in lastre o sacchi (Perelli, 2003).

La struttura dovrebbe essere caratterizzata da accentuata porosità e buona capacità di ritenzione idrica. Un substrato ottimale dovrebbe avere una porosità totale del 75% con percentuali variabili di micro e macropori, in relazione della specie coltivata e alle condizioni ambientali e colturali: orientativamente, il 40-60% dovrebbe essere interessata dalla fase liquida (micropori o porosità libera) ed il restante 15-35% da quella gassosa (macropori). Altro requisito molto importante della struttura è la sua stabilità nel tempo, quindi, al compattamento e alla riduzione di volume in fase di disidratazione (restringimento); un' eccessivo restringimento del substrato infatti può causare la rottura delle radici. Alcuni substrati di origine organica, una volta essiccati, possono manifestare anche caratteristiche di idrofobicità con conseguente aumento del tempo necessario per la reidratazione. Un buon materiale dovrebbe presentare un grado di restringimento non superiore al 30% del volume (Perelli, 2003).

La disponibilità dell'acqua viene determinata tramite la ritenzione idrica, da cui derivano molte proprietà fisiche. La capacità di ritenzione idrica deve assicurare livelli di umidità del substrato costanti e ottimali per le colture, senza dover ricorrere ad irrigazioni troppo frequenti; comunque non deve essere eccessiva per non determinare problemi di asfissia radicale e di raffreddamento del mezzo di coltura. Nel caso delle colture in vaso, bisogna tenere presente che questo parametro varia con l'altezza del contenitore e tende ad aumentare man mano che si riduce lo spessore del substrato, in quanto si riduce l'acqua di percolazione. Per tale motivo, nei contenitori poco profondi, è necessario aumentare i componenti drenanti d'acqua che, in un substrato in precedenza saturato, permette dopo lo sgocciolamento e che è trattenuta da un pF (potenziale matriciale) uguale al $\log_{10}$ della metà dell'altezza in mm della colonna del substrato. Per un'altezza, ad esempio di 100, 200, 300 mm è data dalla quantità d'acqua trattenuta a pF 0,70 (-0,5kPa), 1,00 (-1kPa) e 1,18 (-1,5kPa) nell'ordine (De Boodt; 1972). L'acqua disponibile per la pianta è data dalla differenza tra la quantità d'acqua della capacità della ritenzione idrica e quella trattenuta a pF2 (-10kPA). Questa dovrebbe essere intorno al 30-40% del volume apparente e costituita per il 25-30% da acqua facilmente utilizzabile (cioè trattenuta a valori compresi tra -5 e -10kPa). Infatti bisogna considerare che, con il procedere dell'accrescimento

dell'apparato radicale, viene via via ridotta la porosità libera, con conseguenti variazioni delle caratteristiche idrologiche del substrato (Perelli, 2003). Se da un lato la pianta deve garantire la maggiore quota di acqua facilmente disponibile, dall'altro non può rinunciare anche ad un'adeguata aerazione dell'apparato radicale. La macroporosità deve garantire un adeguato apporto di O_2 e permettere il rilascio della CO_2 formatasi nel corso della respirazione.

Un elevato potere isolante è utile per contenere gli squilibri termici; questa proprietà è in stretta relazione con la capacità di trattenuta dell'acqua, tuttavia può essere influenzata anche dal colore e dalla conducibilità termica del materiale. E' noto che ad esempio i substrati organici di color scuro subiscono minori escursioni di quelli di natura sabbiosa. Altri prodotti di origine industriale (polistirolo e vermiculite) presentano una bassa dispersione termica per la bassa conducibilità (Tesi, 2001).

Il potere adsorbente del substrato dovrebbe essere basso, evidenziato da scarsa capacità di scambio cationico (CSC) nel caso in cui la fertirrigazione è continua, in caso contrario deve essere più elevato per evitare il dilavamento degli elementi nutritivi con gli apporti idrici, garantendo una riserva di nutrienti disponibili per le piante. Fattore di fondamentale importanza in substrati che ricevono una concimazione solida di base prima della messa a coltura, generalmente effettuata nelle specie che rimangono in vaso per lungo tempo. In linea generale il contenuto in elementi nutritivi deve essere basso: è bene che il substrato sia povero o chimicamente inerte (nel caso dell'idrocoltura) in maniera tale da poter aggiungere ad esso o alla soluzione circolante gli elementi fertilizzanti nelle dosi desiderate in relazione alle esigenze specifiche e alla fase fenologica della pianta, garantendo alla pianta una somministrazione delle sostanze nutritive variabili in base alla diversa richiesta da parte della pianta coltivata durante il suo ciclo colturale.

Il pH del substrato deve adeguarsi alle esigenze della specie coltivata per evitare squilibri nutrizionali dovuti dall'insolubilizzazione degli elementi. I substrati con pH basso risultano i più adatti in quanto più facilmente modificabili verso i livelli desiderati (innalzamento pH più facile ed economico, effettuato mediante l'utilizzo di carbonato di calcio; abbassamento pH più difficile e costoso, effettuato con l'uso di zolfo, concimi acidi come il perfosfato minerale o uso di acidi quali il fosforico) ed anche perché rispondono meglio alle esigenze di un più largo numero di specie. Il pH tende

naturalmente a variare, sia a causa delle irrigazioni con acque calcaree che delle concimazioni, a seconda del tipo di fertilizzante impiegato (Tesi, 2001).

La conducibilità elettrica (EC) è strettamente correlata con la pressione osmotica; essa dovrebbe essere relativamente bassa a testimonianza della scarsa presenza di ioni solubili. Tale misura è indice non solo del contenuto degli elementi, ma anche della presenza di ioni che, pur non importanti sotto il profilo nutrizionale (come il sodio), possano rivestire un ruolo determinante nel valutare l'idoneità di impiego del substrato (Perelli, 2003). L'eccesso di sali provoca infatti squilibri nutrizionali e tossicità per alcuni ioni, in particolare sodio, cloro e boro, pertanto anche il contenuto in nutrienti deve essere equilibrato e in dotazione nota. Per la maggior parte delle colture, la EC non dovrebbe superare 1,5-2,5 mS/cm (con un rapporto estrattivo 1:5 tra materiale tal quale e acqua), ma bisogna anche considerare che la tolleranza delle singole specie varia in relazione allo stadio di accrescimento della pianta e che durante la germinazione o la radicazione delle talee si osserva generalmente la maggiore sensibilità.

La sanità è assicurata dall'assenza di agenti patogeni (funghi, insetti e nematodi), sostanze di origine naturale o residui dell'attività agricola (pesticidi) potenzialmente tossici, e semi di erbe infestanti. Alcuni materiali derivano da lavorazioni industriali (argilla espansa, perlite, lana di roccia, vermiculite, resine amino plastiche, polistirolo e altre) presentano garanzie sanitarie in virtù dei trattamenti subiti durante il ciclo di preparazione. Per molti substrati di origine organica (torbe, fibra di cocco, fanghi) o inorganica (lana di roccia, pomice) riutilizzati, la possibilità di presenza di patogeni e/o sostanze fitotossiche rappresenta un problema reale. A questo proposito gli interventi più opportuni sono rappresentati dalla sterilizzazione. Attualmente, prima del loro impiego, si ricorre con maggiore frequenza alla disinfezione fisica a mezzo di calore secco o umido, piuttosto che ad interventi chimici (fumigazioni, disinfezioni, ecc.), in quanto minori sono i pericoli di fitotossicità residua e i rischi per l'operatore (Perelli, 2003).

Il substrato deve essere di costo contenuto, di facile reperibilità e standardizzato, dal punto di vista chimico-fisico, nel tempo e nello spazio. Alcuni di questi requisiti rappresentano dei veri e propri vincoli nella scelta dei substrati, altri possono diventare limitati a seconda delle situazioni contingenti (specie, fase di accrescimento e la sua

durata, volume e geometria del contenitore e tecniche colturali). Di conseguenza, i criteri tecnici di scelta porterebbero a diversificare notevolmente i substrati per ottimizzare le coltivazioni (in funzione delle specie, dei contenitori, ecc.) ma, per ragioni economiche e organizzative del lavoro, si propone un assortimento di substrati il più limitato possibile. Soltanto un compromesso ben ponderato fra queste esigenze contrapposte, tecniche ed economiche, permette di operare la scelta più conveniente (Perelli, 2003).

In aggiunta a questi parametri vanno ad aggiungersene altri di minore importanza, quali: il grado di decomposizione ed il rapporto C/N, il potere tampone e la compressibilità. Conoscere il grado di decomposizione è utile quando si dispone di substrati organici per avere una conoscenza più completa delle proprietà fisiche. Per valutarla esiste la scala di Von Post che, suddivisa in 10 punti, mette in relazione il peso volumico apparente (PVA) con la percentuale della porosità totale. Il rapporto C/N costituisce un indice di decomponibilità del substrato: tanto maggiore è il valore tanto minori sono i processi degradativi. Il potere tampone invece permette di capire quanto un substrato è in grado di far fronte ai cambiamenti di pH dovuti all'apporto di acqua ricca in carbonati e concimi. La compressibilità non risulta essere un parametro essenziale per il coltivatore, bensì è importante per la gestione del substrato prima del suo impiego; tuttavia è bene ricordarlo in quanto molti substrati, come la fibra di cocco e le torbe, vengono parzialmente compresse per il trasporto. Questa azione se eccessiva compromette in modo irreversibile la struttura dei materiali in quanto perdono la capacità di recuperare le caratteristiche iniziali con ovvie conseguenze per le colture.

Tipi di substrati

I materiali che vengono utilizzati come substrati possono avere origini molto diverse tra loro. Possiamo inizialmente classificarli come (Fig. 1):

- substrati organici;
- substrati inorganici.

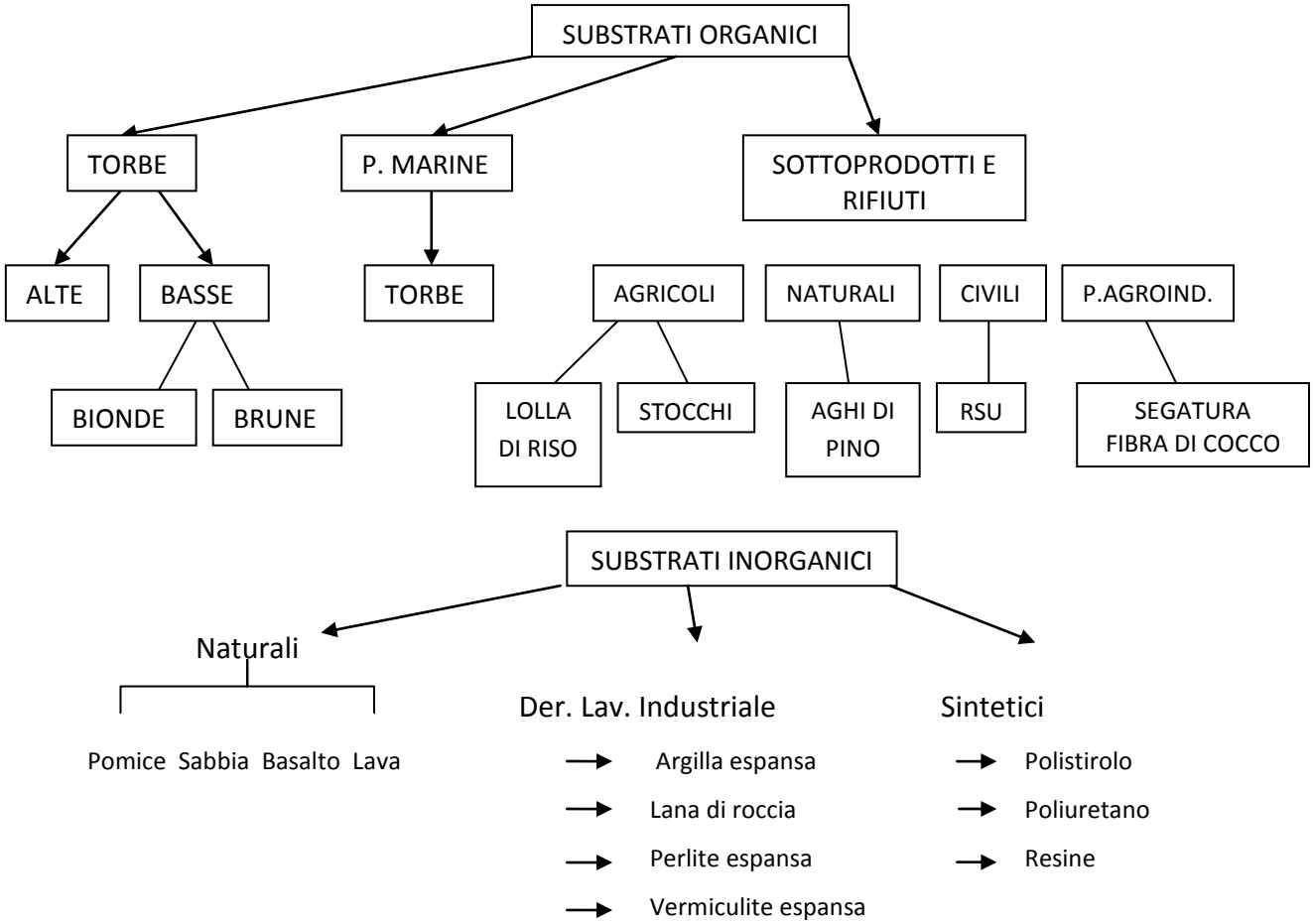


Figura 1. ***Classificazione dei substrati*.**

La differenza tra i due tipi di substrato è notevole e si riflette anche in una diversa tecnica d'impiego.

I substrati organici sono simili al terreno, sono spesso disformi e ricchi di sostanza organica in decomposizione e humus. Sono pertanto dotati di una carica microbica elevata e di una struttura fisica-meccanica instabile ed il loro impiego comporta una preparazione preventiva. I substrati inorganici presentano una maggiore uniformità, di norma sono privi di elementi nutritivi, sostanza organica e flora microbica. Sono caratterizzati inoltre da una elevata sanità, e mantengono meglio la struttura iniziale nel tempo, per cui utilizzati per periodi di tempo più elevati. L'assenza di sostanza organica comporta maggiori squilibri chimici-fisici di difficile soluzione, pertanto richiedono una loro buona conoscenza in maniera tale da intervenire in modo tempestivo ed adeguato prima che il danno diventi irreversibile per la coltura. Infatti

questi possono costituire un perfezionamento dei substrati organici, o costituire materiali idonei alla preparazione di miscugli (Graifenberg, 1969). Inoltre per alcuni di questi substrati si presentano anche dei costi per lo smaltimento (es: lana di roccia).

Una seconda classificazione prevede la suddivisione in:

- substrati granulari;
- substrati fibrosi.

I substrati granulari, composti per la maggior parte da materiale inorganico, presentano i vantaggi di avere elevata capacità per l'aria (elevata macroporosità), maggiore mantenimento della struttura iniziale nel tempo ed una maggiore facilità di gestione della conducibilità elettrica e dell'umidità. Per contro hanno bassa disponibilità di acqua utile (bassa microporosità) e richiedono elevato volume per pianta (10-40 l per pianta).

I substrati fibrosi, costituiti in larga maggioranza da materiale di origine organica, garantiscono una elevata disponibilità di acqua utile (alta microporosità), ridotti gradienti di umidità e di conducibilità elettrica ed è possibile utilizzare modesti volumi per pianta (5-7 l per pianta); tuttavia rilevano anche una modesta macroporosità.

Come si può ben capire non esiste un materiale in grado di soddisfare tutte le variabili che entrano in gioco durante la coltivazione; per la scelta del substrato idoneo si deve pertanto prendere in considerazione dell'ambiente in cui si opera, la specie e la fase i coltivazione (semina,radicazione talee, allevamento piante) che si deve produrre ed il tipo di impianto che si è deciso di adottare. Per questo motivo si ricorre alla preparazione di miscugli con materiali di origine diversa in maniera tale da migliorare le caratteristiche generali dei singoli componenti,ed inoltre per abbassare i costi.

LA TORBA

Depositi, produzione, destinazione d'uso della torba nelle varie nazioni, statistiche e mercato

Sebbene i più grandi depositi di torba si trovano nell'emisfero settentrionale in regioni ad alta piovosità e bassa temperatura come per esempio Canada, Europa nord-

occidentalee Russia, se ne trovano di più piccoli anche in regioni subtropicali e tropicali come Florida, Cuba e Indonesia (Fig. 2) (Bunt, 1988).

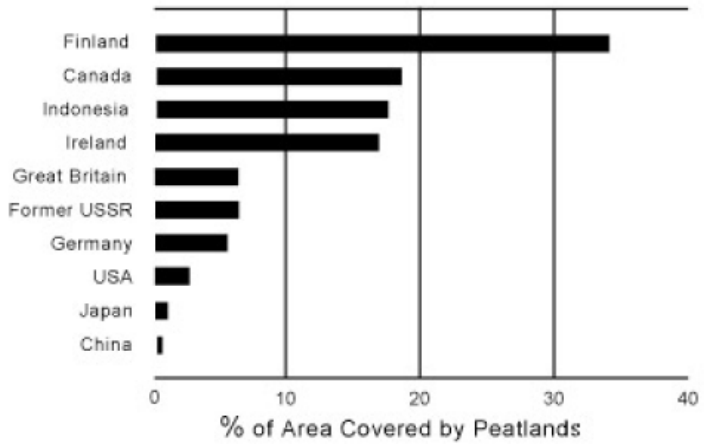


Figura 2. ***Principali Paesi con aree coperte da torbiere.***

Secondo i dati pubblicati dall'IPS l'estensione delle torbiere scende a 324 milioni di km^2 di cui 19 in Europa, 174 in Nord America, 6 sono in Africa , 2 in Australia, 112 in Asia e 11 in Sud America (Fig. 3). Nelle tabelle 1 e 2 sono elencate le principali nazioni produttrici di torba con indicazioni delle produzioni.

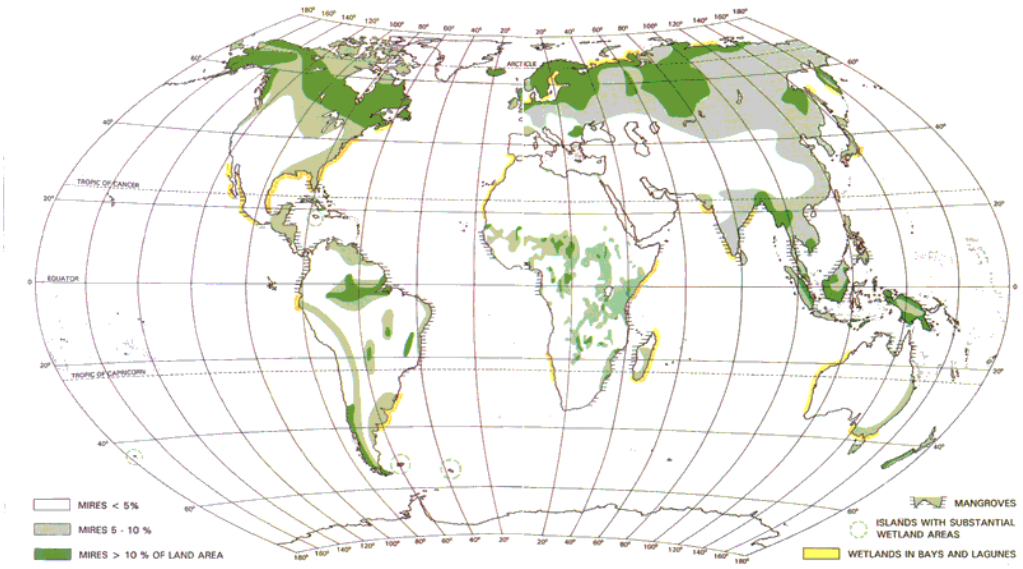


Figura 3. ***Distribuzione delle torbiere nel mondo (IPS, 2001).***

Tabella 1: ***Principali nazioni produttrici di torba ad uso agricolo (I.P.S. , 2008).***

	Area totale torbiere	Torbiere usate in l'agricoltura	
	(km²)	(km²)	(%)
EUROPA			
Bielorussia	23.967	9.631	40
Estonia	10.091	1.300	13
Finlandia	94.000	2.000	2
Germania	14.200	12.000	85
Gran Bretagna	17.549	720	4
Islanda	10.000	1.300	13
Irlanda	11.757	896	8
Lettonia	6.691	1.000	15
Lituania	4.826	1.900	39
Olanda	20.350	2.000	10
Norvegia	23.700	1.905	8
Polonia	10.877	7.620	70
Russia	568.000	70.400	12
Svezia	66.680	3.000	5
Ucraina	10.081	5.000	50
NORD AMERICA			
Canada	1.114.000	170.000	15
U.S.A.	611.000	61.000	10
ASIA			
Indonesia	200.728	42.000	20
Malesia	25.890	8.285	32
Cina	10.440	2.610	25

Tabella 2. ***Industrie che producono torba nell'UE (2006).***

	Finlandia	Irlanda	Svezia	Estonia	Lettonia	Lituania	Totale
Risorse di torba combustibile , migliaia di tonn.	1.100.000	47.500	370.000	10.000	57.000	4.000	1.589.000
Uso annuale di torba, migliaia di tonn.	1980	984	372	28	0	4	3368
N° di produttori	250	300	25	30	11	11	630
N° di persone che usano la torba come materiale energetico	480.000	1.000.000	390.000	65.000	0	0	1.940.000
Valore commerciale nazionale, milioni di €	240	153	27	2	0	3	390
Valore commerciale Internazionale, milioni di €	0,5	0,0	16,9	7,1	0,3	0,2	17,9

Formazione della torba

La torba è un composto organico, a reazione acida, più o meno decomposto di origine vegetale. Alla sua formazione concorrono perlopiù fattori quali il clima, la quantità ed il tipo di apporto idrico.

Il clima gioca un ruolo di fondamentale importanza in quanto influenza 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 degradativo 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 nascita della torba (Tab. 3) (Kadlec, 1996).

Tabella 3. ***Confronto del ciclo degradativo del carbonio.***

Processo di decomposizione normale	Processo di formazione della torba
Residui vegetali + microrganismi + O_2 $\Downarrow$ humus + CO_2 + H_2O	Residui vegetali + batteri anaerobi $\Downarrow$ torba + CH_4

La "capacita di degradazione" costituisce inoltre un importante fattore per la formazione delle torbe: questo significa che alcune piante (ad es. *Phragmites* piuttosto che *Typha*), o parte di esse (rizomi anziché fiori), od alcune sostanze (cere rispetto a zuccheri) sono meno predisposte alla loro degradazione favorendo l'accumulo della torba. Questo fattore è a sua volta condizionato dalla composizione chimica e strutturale delle piante.

Tutti questi processi possono essere continui nel tempo oppure subire interruzioni più o meno lunghe a causa di mutamenti geo-climatici: a seconda del tipo di processo che subisce la sostanza organica e dell'ecosistema che si instaura si possono identificare luoghi diversi che vengono identificati in wetland, peatland, e mires.

Le *wetland*: in italiano le aree umide, costituiscono zone che naturalmente vengono inondate o saturate dall'acqua ad una frequenza e per una durata sufficienti a sostenere la formazione di un ecosistema che prevede l'instaurarsi di piante tipicamente adatte alla vita in suoli saturi.

Le *peatland*: o torbiere, sono vaste aree di accumulo di materiale composto per almeno il 30% del peso secco di materiale organico morto. Sulla sua superficie si può trovare vegetazione viva. Esse hanno una profondità di almeno 30-60 cm anche se nella maggior parte dei casi quest'ultima varia da 2 a 12 metri. La percentuale di acqua sul peso fresco è di circa 95%. La distribuzione delle torbiere è sparsa per tutto il globo anche se maggiormente concentrato nell'emisfero settentrionale: secondo alcune stime esse costituiscono il 3-4,5 % dell'intera superficie terrestre (4 milioni di km^2). Canada ed Europa sono i maggiori produttori di torba utile per l'ortoflorovivaismo.

I *mire*: sono zone dove la torba è in continua formazione con la caratteristica che non sono coperte da boschi, se non in minima parte. Non è facile affermare con precisione se in un determinato luogo il processo di formazione di questo materiale sia

in corso. Tuttavia in presenza di saturazione e quando la maggior parte delle specie vegetali che vive in un'area viene poi ritrovata anche come sostanza organica, si può essere abbastanza certi della continuità di tale processo.

In base a quanto detto appare evidente che le wetland possono essere accomunate ad un grande contenitore al cui interno si trovano le torbiere che a loro volta contengono i mire (Joonsten, 2002).

Classificazione della torba

Non esiste una classificazione universale della torba, ma molte, che rispondono alle esigenze ed agli scopi di chi opera la distinzione tra esse (geologi, botanici, agronomi). Vi sono inoltre alcune differenze tra i sistemi addottati dalle varie nazioni.

I sistemi per classificare le torbe si basano quindi su diversi criteri quali:

- condizioni alle quali è avvenuta la decomposizione del materiale organico:
  - torbe basse,
  - torbe alte;
- dimensioni delle particelle:
  - fine (< 0,84 mm),
  - media (tra 0,84 e 2,38 mm)
  - grossa (> 2,38 mm).

A questi primi due criteri di classificazione vanno aggiunti altri 3 proposti dalla IPS (International Peat Society):

- composizione botanica:
  - torba di sfagno,
  - torba di carice,
  - torba originate da altre specie vegetali;
- grado di decomposizione che fa riferimento alla scala di Von Post e Bragg:
  - poco decomposta (H1-H3),
  - mediamente decomposta (H4-H6),
  - molto decomposta (H7-H10)
- stato nutritivo:

- torbe 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;

Torbe basse: Le torbiere basse sono presenti soprattutto nelle zone temperate (Italia, Francia occidentale ecc.), nelle quali dominano specie vegetali quali Ciperacee, *Carex*, *Phragmites*, ecc.. queste torbe si formano in presenza di ristagni di acqua, come conseguenza di una falda freatica superficiale o affiorante od anche per infiltrazione da laghi e corsi d'acqua. La quota di ossigeno e la quota di sali e calcare delle acque consente una più rapida decomposizione ed umificazione delle piante morte, rispetto a quella che avviene nelle torbiere alte. Ne deriva una torba di colore molto scuro, dal bruno al nero (torba nera) con maggiore contenuto di sostanze nutritive, in modo particolare di azoto e calcio, pH più elevato, maggiore densità apparente e porosità libera assai più ridotta. Inoltre presentano una certa fragilità, allo stato secco, e una notevole plasticità, allo stato umido, che conferisce elevata suscettibilità alla compressione e alla deformazione. Il rapporto C/N è generalmente compreso tra 15 e 30. In generale, per le loro proprietà fisico-chimiche, le torbe nere sono poco pregiate e non adatte ad essere impiegate da sole per la formazione del substrato, ma possono essere miscelate con altri materiali (Perelli, 2003).

Raramente si trovano torbe molto omogenee a causa della grande eterogeneità della qualità delle acque e della varietà delle specie coinvolte nella formazione della torbiera. Tali fattori provocano quindi una consistente variabilità del prodotto al quale non è possibile attribuire un valore univoco di EC che, da quanto appare in bibliografia, può variare da 0,10 a 0,30 mS/cm. Il pH, invece, varia da 4 fino a 7.

Torbe alte*:* I più importanti paesi produttori sono Germania, Finlandia, Svezia, Norvegia, Irlanda, Inghilterra, Russia, Paesi del Baltico e Canada. Le torbe alte si originano in ambienti freddi e molto piovosi, dove l'apporto delle precipitazioni supera l'evapotraspirazione. L'acqua piovana, priva di sali, viene fortemente trattenuta in superficie dai muschi e dai residui vegetali, creando, pur in assenza di sommersione, un ambiente saturo ed asfittico. Oltre a diverse specie di *Sphagnum* che si adattano a

vivere in tali ambienti, molto umidi e poveri di elementi nutritivi, possono partecipare alla formazione della torba anche altre piante poco esigenti (*Eriophorum*, *Vaccinum*, *Erica*, ecc.) (Perelli, 2003).

Seguendo la stratificazione della torbiera alta si notano due strati che danno origine a:

- torbe brune (Fig. 4) giacciono sullo strato più profondo molto decomposto, sono di colore scuro;
- torbe bionde (Fig. 5), di più recente formazione, si trovano sullo strato più superficiale poco decomposto, ed esibiscono un colore chiaro.

Le torbe brune, con pori molto piccoli, presentano maggiore capacità idrica e minore porosità libera per l'aria e sono dotate di più elevata CSC e potere tampone. A tale proposito si riscontra una stretta correlazione tra PVA della massa secca e CSC. Infatti, le torbe con livello di umificazione molto basso presentano PVA pari a 45 g/l e CSC 100 meq/100g corrispondenti a 45 meq/l. Con l'aumentare dei valori di PVA da 75 a 105 g/l le CSC sono salite a 120 meq/100g o 90 meq/l e 124 meq/100g o 130 meq/l rispettivamente. Le caratteristiche fisiche, invece, variano in relazione alla granulometria che consente di assorbire acqua da 4-8 fino a 10-15 volte il proprio peso. Da quanto sinteticamente esposto, appare che le torbe alte presentano le caratteristiche idonee a soddisfare, in modo quasi ideale, i requisiti richiesti ad un buon substrato. Possiedono, inoltre, proprietà sostanzialmente costanti ed uniformi e si prestano, quindi, ad essere sfruttate industrialmente (Perelli, 2003).

In queste zone il pH oscilla tra 2,5 e 4,0 rendendo necessaria un'opportuna correzione con carbonato di calcio in misura pari a 2 kg/m^3 per aumentarlo di una unità.

Figura 4. ***Torba bruna (Fonte: www.fapsrl.com)***

Le torbe bionde, vista la loro successiva formazione, presentano una struttura diversa: sono caratterizzate da un pH decisamente acido, buona stabilità strutturale e non hanno molti elementi nutritivi. Quest'ultima caratteristica assieme al buon potere assorbente si traduce in una più facile programmazione della fertirrigazione.

Figura 5. ***Torba bionda (Fonte: www.mediopiave.it)***

Torba di sfagno*:* Nelle torbiere si può trovare molta torba di sfagno originatasi da un vasto numero di specie appartenenti al genere *Sphagnum*. Le specie più importanti sono *S. papillosum*, *S. imbricatum* e *S. magellanicum* (Fig. 6), appartenenti al gruppo delle *cymbifolia*, e *S. rubellum*, *S. plumulosum* e *S. fuscum* appartenenti alle *acutifolia*.

Figura 6. ***Sphagnum magellanicum (Fonte: www.dicyt.com)***

Le foglie degli sfagni delle *cymbifolia*, si presentano larghe con una forma a barca che conferisce loro la capacità di assorbire e trattenere molta acqua dando origine a torbe più sciolte e voluminose rispetto a quelle originate dalle *acutifolia*. Gli sfagni delle *acutifolia*, infatti, avendo foglie più piccole, sono caratterizzati da una minore ritenzione idrica e formano torbe più dense.

Le caratteristiche principali delle torbe di sfagno sono la tessitura spugnosa e fibrosa, alta porosità con una notevole capacità di ritenzione idrica, un basso contenuto in ceneri e generalmente un basso pH. Alcuni tipi di torba di sfagno contengono anche una quantità variabile di pennacchi (*Eriophorum* spp.) (Bunt, 1988).

La capacità di ritenzione idrica varia mediamente da 4 a 10 volte il peso iniziale e cresce al diminuire del grado di decomposizione dello sfagno. L'elevata ritenzione idrica è resa possibile dalla presenza nelle foglioline di cellule vuote chiamate leucocisti, di varia forma e dimensione, in grado di assorbire e cedere, a seconda della specie, volumi d'acqua più o meno elevati. Inoltre, la presenza nella loro parete cellulare di particolari strutture spiraliformi di rinforzo, evita il collassamento ed assicura sempre una buona presenza d'aria nei tessuti e nella massa, conferendo alle torbe di sfagno le tipiche caratteristiche di sofficità e morbidezza (Cattivello, 2005).

Torba di carice: Le torbe di carice si sono generalmente formate sotto l'influenza del drenaggio da suoli minerali; il contenuto in elementi nutritivi è dunque maggiore rispetto alle torbe di sfagno e questo ha permesso l'insediamento di un maggior numero di specie. Infatti, oltre a numerose specie di carice (*Carex*spp.), da cui il nome, altre specie importanti sono i giunchi (*Phragmites*spp.), i pennacchi guainati (*Eriophorumvaginatum*) (Fig. 7) e la calluna (*Callunavulgaris*).

Rispetto alla torba di sfagno quella di carice ha un colore più scuro, con un maggiore grado di decomposizione e di umificazione, una più alta capacità di scambio cationico ed una più bassa capacità di ritenzione idrica.

Figura 7. ***Eriophorum vaginatum (Fonte: www.commons.wikimedia.org)***

Grazie alla loro struttura ed una migliore capacità legante quando vengono compresse, le torbe di carice sono più facilmente malleabili per la preparazione alla vendita rispetto alle più giovani e meno decomposte torbe di sfagno.

Negli USA, l'American Society for Testing Materials (ASTM) ha proposto un sistema di classificazione basato sulla generica origine e sul contenuto delle fibre. Si evidenziano 5 gruppi:

- torba di sfagno (Sphagnum peatmoss): un campione di torba seccato in forno deve contenere oltre il 75% in peso di fibre di sfagno. Il campione deve avere un contenuto minimo in sostanza organica superiore del 90% del peso secco.
- Torba di *Hypnum* (Hypnum moss peat): sulla base del peso secco, le fibre devono superare il 50% ed il contenuto in sostanza organica non deve essere inferiore al 90%.
- Torba di carice (Reed-sedgepeat): il contenuto in peso secco delle fibre deve essere superiore al 33,3%.
- Torba di humus (Peat humus): il peso secco delle fibre totali è inferiore al 33,3%.
- Altra torba: torba che non rientra nei precedenti gruppi (Bunt, 1988).

Caratteristiche fisiche generali

Nella tabella (Tab. 4) che segue vengono riassunte le caratteristiche fisiche generali delle torbe (Aendekerk, 2000).

Tabella 4. ***Caratteristiche fisiche delle torbe.***

Parametri	**Medie**	**Intervalli**
PVA (kg/m^3)	113	47-290
Porosità totale	93	81-97
Macroporosità a –1 kPa	14	0-45
Microporosità a –1kPa	79	50-96
Restringimento	31	12-50

Tutte le torbe, a seconda delle specie che formano la torbiera, del loro grado di umificazione e del sistema di raccolta che subiscono, hanno una propria capacità di trattenere l'acqua (in alcuni casi può raggiungere le 20-30 volte). La decomposizione delle particelle organiche, influisce direttamente sulle caratteristiche fisiche e quindi sulla qualità delle torbe. Esse infatti diventando sempre più piccole, riducono la porosità totale, ma soprattutto la macroporosità e quindi la disponibilità di aria (Tab. 5).

Tabella 5. ***Tabella della classificazione delle tessiture delle torbe.***

Grado di decomposizione	**Dimensione delle particelle (mm) ASTM**	**Standard norvegese particelle inferiori a:**	**Porosità libera (% in volume)**	**Capacità di ritenzione idrica (% in volume)**
Grossa	> 2,38	40 mm	25	71
Media	2,38-0,84	15 mm	20	76
Fine	< 0,84	6 mm	15	81

Stabilire con precisione la struttura e la tessitura della torba non è un'operazione semplice: un primo sistema prevede di passare il campione al setaccio. Tale metodo è di semplice esecuzione e abbastanza rapido tuttavia i risultati dipendono dal contenuto di umidità del campione al momento dell'analisi.

Le giovani torbe di sfagno con particelle molto fini possono formare deboli aggregati quando le particelle secche vengono umidificate.

Nella coltivazione in contenitore, questi aggregati sono sufficientemente stabili per aiutare a creare una buona struttura, ad esclusione di quelli presenti nel sottile strato di torba superficiale, che sono dispersi dalle turbolenze durante l'irrigazione (Bunt, 1988).

Il grado di decomposizione della torba (H) può essere misurato in differenti modi: uno dei più conosciuti e importanti è quello della scala elaborata da Von Post e Bragg nel 1925. La suddivisione della scala in 10 punti crescenti sta ad indicare un incremento del 10% della decomposizione della torba. Di conseguenza il punto più basso della scala (H1) indica un materiale indecomposto, giovane. Al contrario un materiale

completamente decomposto registrerà il valore più alto (H10). In via pratica la determinazione di questo parametro si esegue comprimendo i campioni di torba saturata. Si procede quindi sia con la valutazione del campione compresso che con un'analisi della qualità dell'acqua che percola. In un campione con grado di decomposizione H1 si evidenzia un colore pallido dell'acqua ed i residui vegetali sono facilmente riconoscibili. Nel caso opposto il colore dell'acqua sarà scuro.

Un altro metodo usato per stabilire il grado di decomposizione della torba è costituito dalla determinazione dal peso volumico apparente. Una procedura standard viene impiegata per inumidire la torba e permettere di stabilire la naturale densità senza alcuna compressione. Puustjärvi (1973) ha mostrato l'esistenza di una buona correlazione tra il grado di decomposizione come determinato dalla scala di Von Post e la densità apparente. Ha inoltre trovato una relazione lineare tra la CSC e la sua naturale densità apparente. L'ultima torba di sfagno decomposta, H1 nella scala di Von Post con densità di 45g/l, ha una CSC di 100 meq/100 g o 45 meq/l. Al H3 la densità è aumentata a 75 g/l e la CSC a 120 meq/100 g o 90 meq/l; a H5 (il massimo desiderabile per la torba nei miscugli per contenitori) la densità apparente era 105 g/l e la CSC 124 meq/100g o 130 meq/l. La torba nera con decomposizione pari a H8 aveva CSC di 116 meq/100g o 174 meq/l (Bunt, 1988).

Caratteristiche chimiche generali

Le principali caratteristiche chimiche, esposte nello schema che segue (Tab. 6) (Perelli, 2003), variano, come quelle fisiche, a seconda del grado di umificazione.

In genere le torbe non hanno molti elementi nutritivi solubili, tuttavia in alcuni casi si possono registrare livelli abbastanza alti di Mg attribuibili alla vicinanza della torbiera ad aree costiere. Il contenuto di azoto è invece molto variabile: a seconda delle zone di estrazione oscilla tra 0,5% e 3,0% della sostanza secca.

Come è noto, infine, con il passare del tempo la variazione dell'acidità delle torbe verso valori più bassi si deve essenzialmente all'incremento degli acidi umici. Contemporaneamente si osserva anche la diminuzione degli zuccheri presenti che scompaiono del tutto all'ottavo grado della scala di Von Post.

Tabella 6. *Caratteristiche chimiche*

Caratteristiche	Torbe alte di sfagno		Torba nera bassa
	Torba bionda	Torba bruna	
Sostanza organica %	94-99	94-99	55-75
Ceneri %	1-6	1-6	23-30
CSC meq/100g	100-150	120-170	80-150
Azoto totale %	0,5-2,5	0,5-2,5	1,5-3,5
Rapporto C/N	30-80	20-75	10-35
pH	3,0-4,0	3,0-5,0	5,5-7,3

Caratteristiche biologiche generali

In molti ritengono la torba un materiale sterile riguardo all'attività biologica. Tuttavia paludi e torbiere sono sistemi dinamici e si possono trovare molti microrganismi sulle torbe in modo particolare quando, prima della raccolta, ha luogo l'allontanamento dell'acqua e comincia l'ossidazione. Un particolare aspetto dell'attività microbica sulle torbe riguarda il fenomeno di auto-bruciatura. Talvolta i produttori infatti assistono al problema dei depositi nei magazzini in cui si verifica un drammatico innalzamento della temperatura che, se non viene monitorato, brucia il centro del cumulo. Si sono compiuti vari sforzi per cercare di spiegare questo fenomeno ma non ci sono ancora spiegazioni convincenti e non vi sono metodi soddisfacenti per prevedere la probabilità che la torba si bruci. La torba danneggiata è fortunatamente facile da riconoscere per l'odore. Fisicamente se la torba è carbonizzata diventa granulare al tatto ed estremamente difficile da reidratare. Chimicamente il materiale può avere eccessiva conducibilità elettrica e pericolosi alti livelli di ammonio. Una volta bruciata la torba è suscettibile ad un secondo attacco fungino che avvia la formazione di ife fungine appena sotto la superficie del mucchio di torba. Questa torba non può essere usata per scopi professionali (Bragg, 1998).

Metodi di raccolta e ripristino delle torbiere

In una torbiera vergine, la raccolta della torba è la fase finale di un lungo percorso non inferiore a 5 anni. In questo intervallo di tempo si susseguono varie operazioni

finalizzate alla riduzione del contenuto d'acqua dal 95 all'80%. Si inizia aprendo una rete di canali drenanti, distanti in genere 15 metri, approfonditi man mano che la superficie si stabilizza. La superficie compresa fra due canali viene definita campo. A partire dal terzo anno dall'inizio dei lavori, si procede alla rimozione della vegetazione spontanea ed alla creazione della baulatura che dovrà assicurare un veloce sgrondo delle acque (Cattivello, 2005).

A seconda del tipo di torbiera, della sua umidità e delle condizioni climatiche al momento della raccolta si possono distinguere tre differenti sistemi di raccolta: fresatura, zollatura ed estrazione idraulica.

La *raccolta per fresatura*, si articola in 4 fasi: fresatura, rivoltamento, andanatura e raccolta vera e propria. In una stagione normale la raccolta della torba ha luogo fra aprile e settembre.

Ogni fresatura (Fig. 8) rimuove uno strato superficiale di circa 2 cm che viene lasciato in campo finché il contenuto in acqua raggiunge il 60% (valore ideale se destinato alla preparazione dei substrati). Durante questo intervallo di tempo, in genere 3-4 giorni, si procede a varie operazioni di rivoltamento dello strato fresato al fine di accelerare ed uniformare l'asciugatura. Si procede dunque alla formazione di un'andana al centro di ciascun campo.

Figura 8. ***Fresatura e raccolta nelle torbiere.***

La raccolta prevede dapprima la costituzione di cumuli in numero e dimensioni variabili a seconda del sistema utilizzato (Haku o Peco) (Cattivello e Bordna Mona, 2005). La torba viene infine materialmente raccolta mediante macchine aspiratrici e

caricata su treni o rimorchi che provvederanno a portare il materiale fresato allo stabilimento di lavorazione. Nel corso della stagione si possono effettuare mediamente 12 raccolte anche se questo valore è influenzato enormemente dall'andamento termo-pluviometrico (Cattivello, 2005).

La *raccolta per zollatura* (sodsystem) prevede l'asportazione della torba (sodpeat, fig. 9) in unità a forma di mattoncino (briquettes) operata con una speciale macchina. In genere la torba tagliata prima di essere trasportata presso lo stabilimento di lavorazione viene lasciata sul posto per subire un trattamento a basse temperature.

La *raccolta idraulica*, infine, viene impiegata nei casi in cui nella torbiera ci sono troppe ceppaie e radici (es. Vancouver) tramite il lavaggio della torba con getti d'acqua direzionati sul bordo di un grosso fosso (Bunt, 1988).

La torba una volta raccolta subirà una serie di processi preparatori (setacciature, frantumazione ed imballaggio) per la sua commercializzazione.

Figura 9. Sodpeat (Fonte: Bunt, 1988)

Dopo lo sfruttamento del banco di torba, i canali di drenaggio vengono chiusi provocando così il ristagno dell'acqua piovana che riallaga queste zone (Fig. 10), reimbevendo lo strato di torba rimasto nel giacimento originario in un periodo variabile da 2 a 4 anni a seconda dell'entità delle precipitazioni.

Terminata la fase di riallagamento, la vegetazione estranea sparisce gradualmente lasciando il posto alle piante tipiche delle zone palustri che hanno origine dalla germinazione dei semi contenuti nella terra depositata a parte prima dello sfruttamento della torbiera e che viene riportata sugli sbarramenti per favorire la risalita del livello dell'acqua (Larsson, 2005).

Da prove effettuate si è notato che dopo alcuni anni dal riallagamento di queste zone si forma di nuovo uno strato ininterrotto di sfagno che, in un ambiente dove aumenta la quantità di acqua e diminuisce quella di aria dà origine ad una torbiera viva.

Figura 10. Riallagamento delle zone paludose dopo la raccolta della torba.

In passato acquitrini, paludi e torbiere hanno significato per l'uomo ed in molte zone del pianeta significano tuttora disagio, insalubrità e sterilità dal momento che si trattava di aree non coltivabili, difficilmente accessibili e portatrici di gravi malattie. La bonifica delle aree umide ha infatti rappresentato per molte popolazioni un vero trionfo sulla natura "ostile". Persino il movimento romantico che in Europa nel XIX secolo ha glorificato i fiumi, le foreste, i mari e le montagne non ha osato soffermarsi sugli ambienti paludosi. Basti pensare al favore con cui fu accolta la bonifica dall'Agro Pontino promossa negli anni '30 e '40, che di fatto rese fertile una vasta area altrimenti impervia in quanto intensamente popolata da zanzare del genere *Anopheles*, portatrici dell'agente eziologico della malaria, o il prosciugamento dell'area fucense e di parte delle Valli di Comacchio.

In generale, fino agli anni settanta la pratica di drenare torbiere e gli acquitrini, sia per rendere i terreni coltivabili, che per estrarre la torba, non ha incontrato ostilità di sorta. Da pochi decenni però si è fatta avanti l'istanza ambientalista che ha preso in considerazione le grida di allarme del mondo scientifico per il quale le torbiere e le paludi non rappresentano solo sterili distese incoltivabili o giacimenti di substrato commerciabile. Acquitrini, paludi, stagni, torbiere ed estuari dei fiumi costituiscono

infatti degli importantissimi serbatoi di diversità biologica, una ricchezza di specie animali e vegetali che influenza non poco le complesse catene alimentari in cui anche l'uomo è coinvolto. Le zone umide sono inoltre vincolanti per l'esistenza di moltissime specie animali che le utilizzano come rifugi momentanei o fonti di cibo ed acqua, come nel caso degli uccelli migratori. A tale proposito, il 2 Febbraio 1971 è stata stilata la Convenzione di Ramsar sulle zone umide di rilevanza internazionale nella quale si chiede agli Stati sottoscrittori di tutelare al fine di salvaguardare gli uccelli acquatici e migratori.

Alle torbiere e alle aree acquitrinose inoltre attribuite importanti funzioni ambientali dal punto di vista dell'omeostasi degli ecosistemi limitrofi. Esse sono spesso strettamente correlate agli equilibri idrologici di vaste aree, assolvendo ad esempio al compito di regolare le piene dei fiumi assorbendo acqua e restituendola poi nei periodi di magra. Il prosciugamento di stagni, paludi e torbiere è infatti da annoverarsi tra le principali cause dell'inefficienza delle reti idriche, spesso inadeguate al contenimento di inondazioni o di gravi periodi di siccità.

Gli studi ecologici sulle torbiere di tutto il mondo ha quindi posto un freno al loro sfruttamento e allo stesso utilizzo della torba. Per quanto riguarda il territorio nazionale, come accennato, sin da epoche preromane si sono susseguite vaste bonifiche che hanno attualmente portato i circa tre milioni di ettari di paludi che sembrano aver coperto in passato l'Italia, a meno di duecentocinquantamila. In particolare, le torbiere italiane non drenate, coltivate o sfruttate sono pochissime e rappresentano attualmente degli ambienti unici con elementi faunistici e floristici relitti di estrema importanza per il patrimonio ambientale del nostro Paese.

La torba si accumula mediamente con la velocità di circa 3 cm/100 anni in torbiere la cui vegetazione è ben sviluppata e con condizioni idrologiche estremamente favorevoli.

L'estrazione della torba per l'utilizzo quale combustibile prevede un consumo (in paesi come ad esempio la Finlandia, in cui le aree torbose sono particolarmente estese) di circa 10 cm/anno, ovvero 300 volte il tasso di formazione stimato. Inoltre le torbiere, una volta destinate allo sfruttamento, vengono necessariamente drenate, il che rende impossibile per questi ambienti il ripristino delle condizioni che favoriscono l'accumulo di materiale torboso, strettamente correlate allapresenza di acqua.

Pertanto la torba è una risorsa non rinnovabile, specie in una prospettiva di utilizzo su vasta scala.

Uno sfruttamento razionale delle torbiere può non avere enormi costi ambientali nel caso di un loro impiego in agricoltura, a patto che il metodo di estrazione non sia invasivo e lasci indisturbata almeno l'idrogeologia dell'area, permettendo, nonostante la naturale lentezza di accumulo, un ripristino seppur parziale della risorsa. Per l'importanza ecologica di questi ambienti e per il prevedibile esaurimento della torba stessa, assumono una grande importanza in agricoltura tutti quei tentativi e quelle sperimentazioni che tendono alla produzione di substrati da biomasse di scarto, in grado di sostituire l'uso agronomico, florovivaistico ed orticolo degli ammendanti torbosi (Perelli, 1998).

LA LOLLA DI RISO

Premessa

Il riso è una pianta annuale, appartenente alla famiglia delle graminacee, e costituisce una delle coltivazioni di base per l'alimentazione umana.

Originariamente erano 2 le specie coltivate:

- *Oryza sativa*, specie di origine asiatica, la più importante, differenziatasi successivamente in 3 sottospecie: *indica*,j*apanica*e e j*avanica*;
- *Oryza glaberrima*, specie di origine africana, la cui coltura è in continuo regresso.

L'*Indica*, coltivata in India, presenta maggiore resistenza alle avversità atmosferiche ed un chicco lungo, sottile e cristallino. E' la più antica, come dimostrano i reperti ritrovati nella Cina orientale e nell'India settentrionale, risalenti a VI e V millennio a.C. (www.fieradelriso.it ,ultimo collegamento 19-11-2014).

La *Japonica*, adatta alle zone temperate, passata dalla Cina al Giappone, ha chicco corto con amido sovente addensato in perla e talvolta glutinoso. Comprende piante con maggiore produttività e meglio adattabili ai vari ambienti. E' dalla Japonica che, attraverso l'ibridazione, sono derivate tutte le varietà di riso coltivate in Italia

(www.fieradelriso.it ,ultimo collegamento 19-11-2014).

Tra i maggiori gruppi varietali, per importanza nell'estensione di coltivazione, troviamo: Vialone Nano, Carnaroli, Arborio, Cripto, Roma, Baldo, Lido, Alpe, Loto, Europa, Padano, Sant'Andrea, Balilla, Ribe (www.fieradelriso.it, ultimo collegamento 19-11-2014).

La *Javanica*, diffusa nelle isole dell'Indonesia, caratterizzata da chicco lungo e largo, è la meno importante delle tre (www.fieradelriso.it ,ultimo collegamento 19-11-2014).

Giunto in Occidente grazie alle spedizioni di Alessandro Magno, in Italia (Sicilia e Calabria) comparve intorno al VI secolo per merito degli arabi ma il commercio vero e proprio si ebbe dalla fine del 1400.Infatti, dopo che il riso venne diffuso e conosciuto nell'Italia Meridionale, trovò la sua ambientazione ideale nella Valle Padana (Veneto, Lombardia e Piemonte).

Composizione del chicco di riso

ARISTA: è il baffo del chicco di risone (si chiama così quando è appena raccolto e non ha ancora subito nessun tipo di lavorazione), viene asportato durante la lavorazione del chicco.

GLUMELLE: il chicco di riso appena raccolto è rivestito da un involucro a più strati, tendente al colore marrone o giallo, dette appunto glumelle. Si potrebbero definire come la prima pelle del chicco di riso, la protezione del chicco stesso, costituiscono un 20% del peso totale.

CARIOSSIDE: è ciò che mangiamo e che rimane della lavorazione del riso (sbramatura). Costituito per la maggior parte da amido, rappresenta un 60% circa del peso totale.

EMBRIONE: ogni chicco è portatore di un embrione, collocato in una piccola saccadetta spermoderma. L'embrione darà vita (nel riso da seme) ad una nuova pianta di riso ed è perciò una parte molto importante del chicco (Fig. 11)

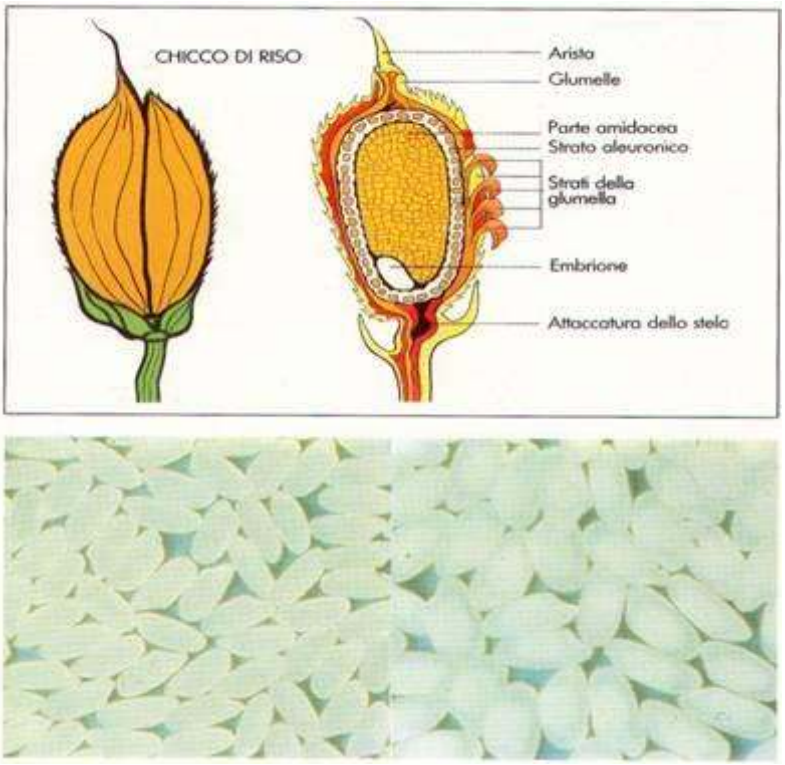


Figura 11. Struttura chicco di riso

Sottoprodotti della lavorazione del riso

L'involucro esterno del riso, la "lolla" , può essere utilizzato come combustibile o entra nella composizione di materiali abrasivi o di prodotti isolanti ; se ne estrae inoltre il "furfurolo", sostanza che viene usata nelle industrie delle vernici e delle resine.

La pula, la puletta, sostanze ruvide e farinose, vengono adoperate come mangime per certi animali. Dalla pula, ottenuta dalla levigazione dei granelli di riso e ricca di preziose sostanze nutritive, si estraggono prodotti chimici utilizzati nelle industrie farmaceutiche e inoltre un olio adatto all'alimentazione umana e per cosmetici.

Dalla gemma del riso, che occupa un angolo della punta di ogni chicco, si estraggono sali minerali e vitamine di alto pregio, mentre i chicchi rotti servono per preparare semolino di riso, farine, amidi, colle, e inoltre sono utilizzati nell'industria della birra e in cosmetica per la cipria.

Caratteristiche principali della lolla di riso

La lolla di riso infatti circonda la cariosside ed è composta dalla lemma e dalla palea, due foglie modificate e trattenute assieme da una strutture simili ad un gancio.

Queste due foglie modificate, sono dette anche genericamente glumette o glumelle e costituiscono una sorta di scatola erbacea che racchiude gli organi interni del fiore liberandoli solo al momento della fioritura quando si divaricano sotto la pressione delle lodicole, piccole strutture poste proprio tra la palea e lemma e le strutture sessuali (Viggiani, 1998). Le glumette sono di diversa dimensione e poste in posizioni differenti. La palea, infatti è la più piccola ed è posta in posizione ventrale, mentre la lemma è quella più grande è in posizione dorsale e porta la resta, un'estensione filiforme di diversa lunghezza che si allunga dalla nervatura centrale (Angelini, 1998).

Le cellule nella lolla matura si presentano lignificate e fragili e con un elevato contenuto di silicati soprattutto in quelle che costituiscono lo strato più esterno del tessuto epidermico (De Datta, 1981). La lolla è di colore giallo o marrone chiaro ed esercita la funzione di proteggere e trattenere sulla spiga il chicco di riso.

La lolla è un sottoprodotto della lavorazione del riso. Essa si ricava dal processo di sbramatura che subisce il risone (riso greggio o paddy), con il quale viene eliminato il rivestimento esterno del riso, le glumelle o lolla appunto.

In alcuni casi prima della sbramatura, il riso può subire il processo di parboiling che permette di asportare con maggiore facilità le glumelle, rendendo inoltre il riso più conservabile e ricco di vitamine B1 e PP.

Nelle moderne riserie si applica questo trattamento ponendo il riso greggio a bagno in vasche con acqua calda e trattandolo poi con vapore ad alta temperatura e sotto forti pressioni idrauliche. Con questo processo, anche la lolla subisce il trattamento termico, per cui sarà sterilizzata e priva di embrioni vitali di riso o semi di malerbe che potrebbero germinare qualora si impiegasse questo materiale come substrato puro od in miscugli. Tuttavia in alcune riserie non si pratica il tradizionale procedimento di parboliling, bensì il processo Masterfoods, con il quale il trattamento termico avviene soltanto dopo la sbramatura. In questo caso la lolla prodotta non viene sterilizzata. In merito a questi due differenti processi di trasformazione del riso, ai fini dell'ottenimento di un prodotto idoneo per l'impiego vivaistico, occorre fare presente che molte riserie italiane applicano entrambi i metodi nello stesso stabilimento, ma non praticano la separazione della lolla parboiled da quella non trattata. Per questo motivo si dovrà porre attenzione all'uso di questo prodotto in quanto ci sarà sempre una percentuale di lolla non sterilizzata, con embrioni di riso

vitali. In ogni caso la sterilizzazione della lolla può essere fatta con vapore acqueo anche con semplici attrezzature.

Attualmente la lolla viene impiegata principalmente come:

- combustibile negli impianti di cogenerazione per la produzione di calore ed energia elettrica puliti (per esempio la si utilizza in alcuni reparti produttivi dalle stesse riserie nel processo della raffinazione del riso);
- lettiera idonea negli allevamenti avicoli;
- componente di materiali abrasivi grazie all'elevato contenuto di silicati
- componente di prodotti isolanti;
- fonte di estrazione del "furfurolo", sostanza utilizzata nelle industrie di vernici e resine;
- fonte di ceneri per le fonderie, per la produzione di detersivi e nell'industria chimica come materia prima per la produzione di filtri.

Utilizzi particolari di questo materiale riguardano l'uso della silice presente nelle ceneri di lolla di riso, che rappresenta circa il 20% in peso (Juliano, 1985), per produrre gel silicei tramite un metodo semplice, rapido e a basso costo che prevede una solubilizzazione alcalina ed un successivo trattamento con sostanze acide (Kamath, 1998).

Questo nuovo gel siliceo ha proprietà simili ad alcuni gel commerciali (come il Trisyl 300) ed in più oltre a risolvere in parte i problemi legati allo smaltimento dei rifiuti di questo prodotto (la lolla è infatti biodegradabile), genera un valore aggiunto legato ad un alto margine di profitto (Kamath, 1998). Inoltre il gel di lolla di riso (RHSG) ha un ampio campo di applicazione in molte industrie per la raffinazione di oli vegetali, farmaceutiche, cosmetiche e di vernici (Kamath, 1998).

La lolla di riso è quotata sul mercato italiano, come sottoprodotto del noto cereale, ad un prezzo molto contenuto che si aggira intorno ai 40 euro alla tonnellata (Ente Nazionale Risi, 2008).

Il riso viene coltivato in 113 paesi e nel 2005 è stata ottenuta una produzione mondiale di circa 628 milioni di tonnellate di prodotto grezzo e le stime dei tecnici dicono che per il 2007 la produzione sia stata di 634 milioni di tonnellate (FAO, 2006).

Questo riso è stato coltivato su circa 155 milioni di ettari, di cui solo 410.000 in Europa (Ente Nazionale Risi, 2004). In Italia nel 2012 si sono prodotte circa 1.652.684 tonnellate di risone su una superficie di 235.052 ettari, portando così l'Italia ad essere il primo produttore europeo (Ente Nazionale Risi, 2013).

Considerato che per ogni ettaro coltivato si ottengono, in base alla varietà, 6 tonnellate di riso greggio e che da 100 kg di quest'ultimo si ottengono circa 60 kg di riso raffinato e 15-20 kg di lolla (circa il 20% del peso totale), si può quindi notare l'elevata disponibilità quantitativa di lolla sia in Europea che in Italia.

La sperimentazione

Numerosi studi sono stati condotti al fine di valutare la lolla di riso come componente sei substrati nel campo orto-floro-vivaistico. La lolla di riso si trova disponibile in molteplici forme, tra cui: fresca, invecchiata, carbonizzata, compostata e parboiled (Buck, 2008).

In linea di massima la lolla fresca non viene utilizzata come substrato di coltivazione, in quanto può presenta embrioni di riso e/o di semi di infestanti. Più interessate è invece la lolla di riso derivante dalla produzione del riso parboiled. Il processo di "parboiling" facilita l'asportazione delle glumelle aumentando la conservabilità del riso e del suo complesso vitaminico. In questo processo il risone viene messo a mollo in acqua calda, per liberare le vitamine e i minerali contenuti nell'embrione e nel pericarpo, e successivamente trattati con del vapore ad alta pressione e temperatura, in modo da reintrodurre le sostanze nutritive idrofile all'interno del chicco.

Tutto questo si traduce in un prodotto leggero e libero di patogeni e di semi ancora vitali, in grado di germinare nel corso dell'impiego del prodotto (Evans e Gachukia, 2004). Un altro vantaggio nell'utilizzo di questa tipologia di lolla è il basso tasso di decomposizione durante il ciclo di produzione in vivaio. Pur essendo un composto organico, la lolla di riso è composta principalmente di lignina, cutina e silice insolubile, rendendo quindi la lolla di riso parboiled adatta alla produzione di coltura a lungo ciclo (Juliano, 1987).

Laiche e Nash (1990) hanno valutato l'effetto della lolla di riso compostata sulla crescita in vaso di tre piante legnose (*Rhododendron indicum*, *Ilex crenata* e *Jumiperus*

horizontalis). I risultati ottenuti hanno mostrato una maggiore crescita delle piante allevate con i substrati contenenti la sola lolla compostata rispetto a quelle allevate con il 50% di lolla e 50% di corteccia.

In questi anni sono state fatte molte valutazioni di impiego delle diverse tipologie di lolla di riso come substrato di coltivazione su numerose colture in serra, da quella fresca (Einert, 1972; Papafotiou, 2001; Sambo, 2008), alla carbonizzata (Kampf e Jung, 1991; Tatum e Winter, 1997), alla parboiled (Evans e Gachukia, 2007), anche macinata (Buck e Evans, 2010).

Dueitt e Newman, nel 1994, determinarono che la lolla di riso fresca trattiene in media più acqua di quella invecchiata, a seguito di prove di coltivazione eseguite in serra su *Tagetes erecta* e *Limonium suworowii*.

Evans e Gachulia (2007) hanno verificato che le particelle più grandi di lolla parboiled nei substrati in miscela con torba forniscono un adeguato drenaggio ed una adeguata aerazione. Recentemente Buck e Evans (2010) hanno rilevato che, date le sue caratteristiche fisiche, la lolla di riso parboiled macinata può sostituire fino ad un 40% l'uso della torba.

Nel 2011, Gomez e Robbins, hanno studiato gli effetti della lolla di riso parboiled come substrato ammendante alla corteccia di pino sulla produzione a lungo termine di piante ornamentali. Lo scopo era quello di valutare e confrontare l'influenza delle diverse percentuali di lolla presenti nel substrato sui cambiamenti delle proprietà fisiche, oltre alle risposte di crescita, per la produzione di arbusti in vaso a lungo ciclo colturale. Si è potuto constatare che l'utilizzo fino ad un massimo del 40% di lolla parboiled non comporta modificazioni alle proprietà fisiche, le quali si sono mantenute ideali durante una (25 settimane) e due (70 settimane) stagioni di crescita.

IL COMPOST

Scenario Europeo

La produzione di compost a livello europeo ha subito, negli ultimi anni, un costante incremento grazie all'estendersi della separazione dello scarto organico come

priorità operativa nei sistemi integrati di gestione dei rifiuti. Il caso più eclatante è costituito dalla Germania che, estendendo la separazione alla fonte del "rifiuto biodegredabile" a partire dalla metà degli anni '80, è il paese che conta il maggior numero di impianti di compostaggio, una situazione di mercato consolidata e una certificazione di prodotto che sta spingendo gli operatori ad adeguarsi ai criteri di qualità imposti al processo e al prodotto.

A livello europeo si stima una produzione annua di compost (in Italia "Ammendante Compostato", nell'UE "Quality Compost") di circa 10,2 milioni di tonnellate pari approssimativa a 20 milioni di mc. Nella "UE dei 27" il 90% del compost prodotto proviene da soli 7 paesi (Fig. 12).

Come si vede dalla tabella 7 la destinazione prevalente del compost rimane il settore agricolo, inteso come agricoltura estensiva, che prevede l'impiego (ca. l'80-85%) di compost come ammendante al fine di reintegrare il contenuto in sostanza organica al suolo.

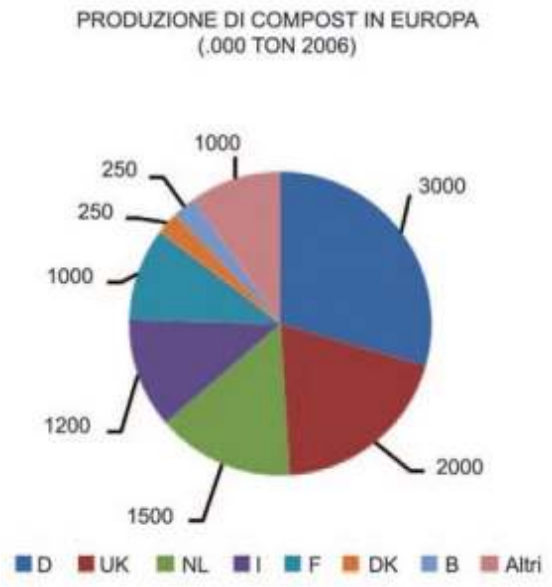


Figura 12. ***Produzione di compost nell'Europa dei 27 (2006)***

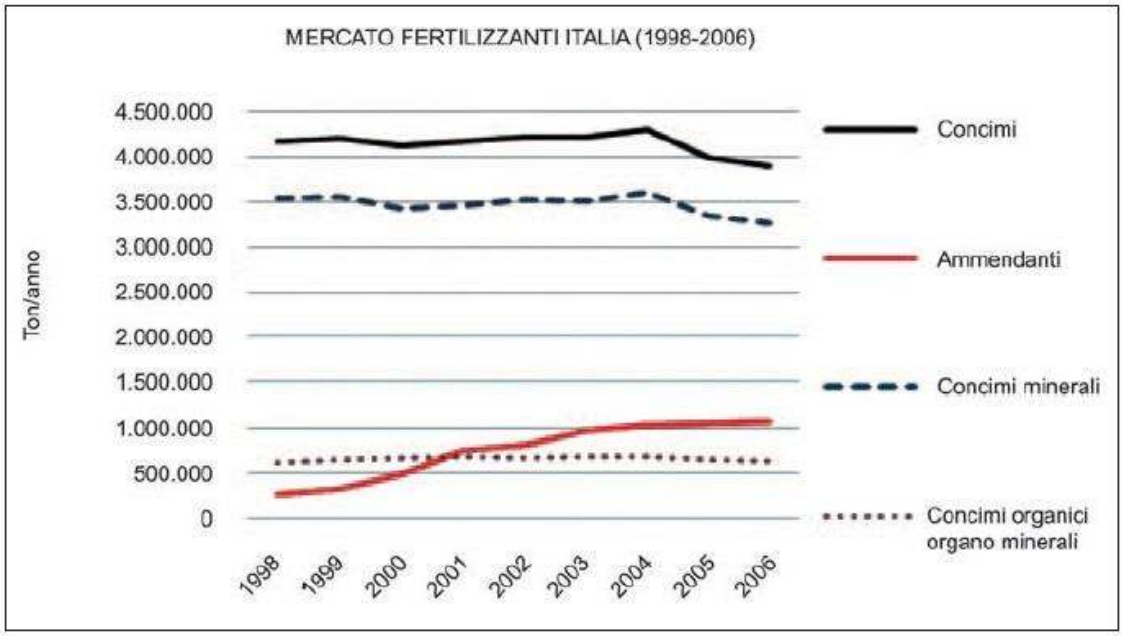
Tabella 7. ***Quote medie di mercato del compost in Europa per i diversi settori (European Composting Network, 2008; CIC, 2008)***

Settore	Quota di mercato nell'UE (%)	Quota di mercato in Italia (%)
Agricoltura	45 – 78	62
Orticoltura	3 – 15	
Paesaggistica	6 – 20	33
Substrati per vivaismo	10 – 15	
Giardinaggio hobbistico	12 – 20	
Recupero ambientale	2 – 10	5
Export	6 – 7	

Il compost in Italia nel panorama dei fertilizzanti commercializzati in agricoltura

E' difficile verificare il quantitativo esatto di compost (commercializzato come "ammendante" secondo i criteri del D.Lgs. 217/06) prodotto e commercializzato in Italia. Si stima una produzione annuale di ca. 1.200.000 t/anno (stime anno 2007).

Tabella 8. ***Andamento delle vendite di fertilizzanti in Italia***



L'Istat ha fornito i dati ufficiali da cui si desume che dal 1998 al 2006 tra tutti i fertilizzanti, solo gli ammendanti sono aumentati in modo considerevole: dal 1998 i quantitativi si sono quasi quadruplicati (Tab. 8), mentre la vendita di concimi minerali è in leggera flessione. Ciò è da imputarsi alla crescita delle biomasse compostate che da

alcuni anni aumentano in modo considerevole. Se si analizzano più in dettaglio i dati forniti dall'Istituto di Statistica, si rileva come il compost, ovvero la somma di Ammendante Compostato Verde (ACV), rappresenta più del 50% del totale degli Ammendanti (Fig. 13). Questi numeri confermano quanto sia cresciuto soprattutto in questi ultimi anni tutto il comparto del compostaggio e quanto possa incidere sul mercato dei fertilizzanti questo nuovo prodotto che ha trovato sbocco soprattutto nell'agricoltura di pieno campo (su colture estensive) che viene anche comunemente impiegato nelle formulazioni commerciali per i terricci hobbystici.

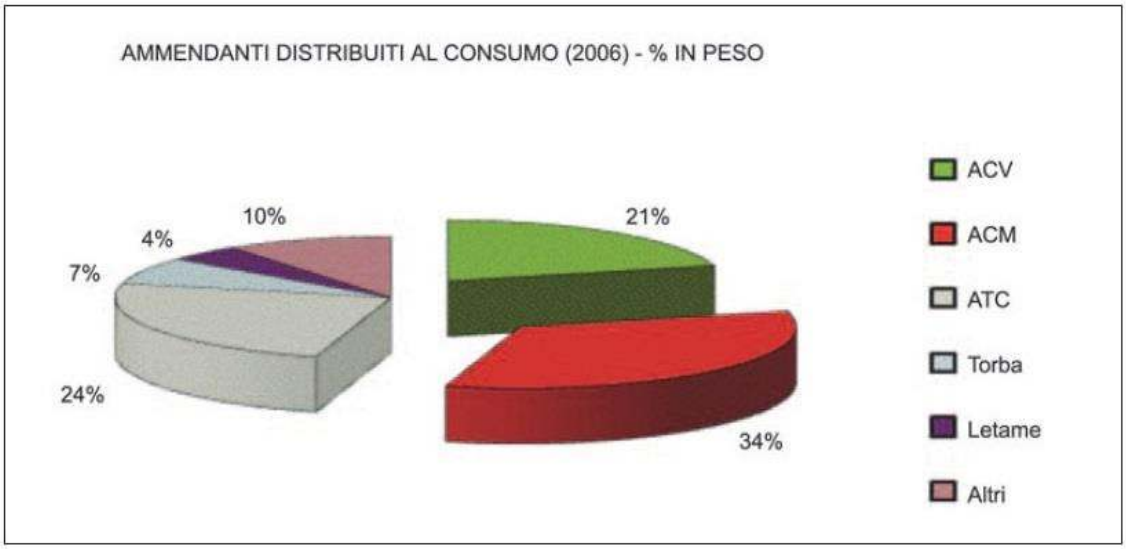


Figura 13. ***Le diverse tipologie di ammendanti***

Da valutazioni del Consorzio Italiano Compostatori si stima che più del 60% del compost prodotto trova una collocazione nelle aziende agricole che necessitano di sostanza organica in dosi cospicue a sostituzione della tradizionale pratica della letamazione che è in gran parte d'Italia scomparsa.

Il compost quindi rappresenta tra i mezzi tecnici impiegati in agricoltura una delle novità degli ultimi anni nel panorama dei fertilizzanti e, se si considera che tutta la sostanza organica che viene impiegata sul suolo agricolo (dal letame alla pollina, dai fanghi ai liquami zootecnici) è derivata dalla trasformazione di scarti organici di un'attività produttiva o domestica, per il compost i controlli si possono ritenere certi e rigorosi.

In sintesi, i settori di collocazione si possono così riassumere:

- il settore florovivaistico, ovvero la cessione di compost sfuso all'industria dei fertilizzanti che confeziona (in miscela con torbe e altro) e vende all'utenza hobbistica presso la grande distribuzione organizzata (GDO) e specializzata (GDS), che è da sempre considerato il settore più interessante sia per i prezzi spuntati che per la necessità di prodotti nazionali alternativi alle torbe;
- la vendita al minuto presso l'impianto, che interessa quantitativi non rilevanti di compost consegnato sfuso all'hobbistica o al giardiniere che trova comodo approvvigionarsi di ammendante in vicinanza dei siti d'impiego;
- il conferimento di compost presso aziende agricole per impiego come ammendante al fine di ripristinare la fertilità ordinaria delle colture in pieno campo; questo è uno sbocco commerciale che sta assumendo una importanza sempre crescente (dal 1997 il "market share" era del 20% mentre nel 2007 è stato più del 60%).

Il compostaggio

Con il termine compostaggio viene definito il processo di maturazione biologicacontrollata, in ambiente aerobico, della sostanza organica di residui animali evegetali attraverso il quale si ha produzione di materiali a catena molecolare piùsemplice, più stabili, igienizzati, ricchi di composti umici, utili, in definitiva, per laconcimazione delle colture agrarie e per il ripristino della sostanza organica neisuoli.

Il processo avviene ad opera di diversi ceppi di microrganismi operanti in ambienteaerobico: batteri, funghi, attinomiceti, alghe, protozoi, presenti naturalmente nellebiomasse organiche o artificialmente apportati con l'eventuale materiale di inoculo.

Sinteticamente il processo può essere descritto con la seguente relazione:

$$\text{materiale organico} + O_2 \longrightarrow \text{compost} + CO_2 + H_2O + NO_3^- + SO_4^= + \text{calore}$$

Il processo di compostaggio è oggi di grande interesse sotto diversi punti di vista:

- dal punto di vista ecologico-ambientale, perché trasforma biomasse provenienti dal ciclo urbano, da selezione di reflui agroalimentari, agricoli e zootecnici, nonché fanghi derivanti dalla depurazione di acque reflue civili, in materiali utili alla fertilizzazione dei terreni agricoli, perché non più fitotossici, apportatori dinutrienti e miglioratori delle caratteristiche strutturali del terreno;
- dal punto di vista igienico-sanitario, perché il materiale organico viene sanitizzato nel processo, grazie alle elevate temperature che si ingenerano;
- dal punto di vista energetico, dato che il processo si autosostiene energeticamente, con l'energia derivante dalla demolizione dei legami biochimici caratterizzanti lecomplesse molecole della sostanza organica. (ARPAV, 2002).

Le matrici organiche compostabili

Da un punto di vista prettamente tecnico, le matrici organiche compostabili devonoavere caratteristiche biochimiche tali da garantire una regolare attuazione delprocesso; in particolare devono contenere in entità sufficiente composti di faciledegradabilità, per garantire il nutrimento dei microrganismi agenti del processo.

Un buon prodotto ai fini del compostaggio deve avere un'elevata attività biologica,definibile attraverso gli indici di respirazione.I materiali organici utilizzabili per la produzione del compost di qualità sonoregolamentati dal Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 e, per il Veneto, dal DGRV766, e riconducibili alle tipologie indicate in figura 14.

Il prodotto ottenuto, poi, per potere essere commercializzato ed utilizzato inagricoltura senza controindicazioni come materiale ammendante/fertilizzante, devepossedere le specifiche caratteristiche e requisiti stabiliti dalla normativa relativa aifertilizzanti, cioè dalla legge n. 748/1984 (e sue successive modifiche e integrazioni).

Il processo di compostaggio, comunque, può essere adottato anche per lastabilizzazione della sostanza organica contenuta nei RSU e nei fanghi didepurazione prima dello smaltimento in discarica: il prodotto ottenuto non rientrerànella categoria del "compost di qualità", ma dovrà essere considerato, da un puntodi vista normativo, un rifiuto.

MATERIALE ORGANICO	PROVENIENZA
♦ frazione fermentescibile RSU	- raccolta differenziata
♦ residui vegetali	- coltivazione e raccolta di colture vegetali - lavorazione di prodotti agricoli - manutenzione del verde ornamentale (residui di potatura, erba) - residui mercatali
♦ segatura, trucioli di legno, sughero	- attività forestali e legno non trattato
♦ scarti di legno non impregnato	- imballaggi
♦ cascami e scarti di cotone, lino, juta e canapa	- attività tessili
♦ cascami e scarti di lana e seta	- attività tessili
♦ deiezioni animali, letami e lettiere integrate	- attività zootecniche
♦ sottoprodotti macellazione	- macellazione
♦ fanghi di depurazione	- attività di trasformazione alimentare (carne, pesce, orto-frutta, bevande,) - depuratori civili - industria della carta - attività zootecniche e agro-industria

Figura 14. ***Materiali organici compostabili***

Le fasi del processo di compostaggio

Le trasformazioni che subisce la sostanza organica nel processo di compostaggiopossono essere ricondotte a due fasi successive:

1. decomposizione o destrutturazione;
2. maturazione.

BIOMASSA ⟶ COMPOST FRESCO ⟶ COMPOST MATURO

Decomposizione Maturazione

La prima fase del processo termina con il declino delle fermentazioni termofile edha una durata limitata nel tempo; la seconda fase del processo, indicata come fasedi maturazione, è caratterizzata da un processo mesofilo prolungato.

L'obiettivo principale del processo di compostaggio è quello di ottenere unprodotto stabilizzato, intendendo con questo termine sia il raggiungimento dellamaturità biologica (rallentamento delle attività biologiche sulla sostanza organica),sia la maturità agronomica (assenza di fitotossicità per le piante).

In realtà anche dopo la fine del processo, cioè dopo la seconda fase, il compostnon è completamente stabile, dato che i fenomeni biologici continuano, anche secon scarsi effetti sulla qualità del prodotto.

1. Prima fase: decomposizione della sostanza organica

Il processo di compostaggio inizia non appena il substrato organico vienecorrettamente messo in cumulo con la fase di destrutturazione della frazioneorganica più facilmente degradabile (zuccheri, acidi organici, amminoacidi) ad opera dei microrganismi aerobi, con consumo di ossigeno, liberazione di CO_2 e produzione di energia, necessaria a portare la temperatura del cumuloprogressivamente fino al previsto regime termofilo: ciò è ottenuto tramite la rotturadei legami chimici dei diversi composti organici.

Questa fase, prettamente termofila, è nota anche come high rate phase e può durare per alcune settimane e anche più di un mese: la durata è influenzata dallecaratteristiche del substrato e dalla tecnica di compostaggio adottata.

L'incremento in temperatura è assai marcato nelle 12-48 ore successiveall'allestimento del cumulo e l'andamento è di rapida crescita fino a 55-60 °C (Fig. 15). Seil calore non viene adeguatamente dissipato le temperature possono aumentareportando all'inattivazione della maggior parte dei microrganismi.

La fase termofila comporta la devitalizzazione dei semi delle piante infestantieventualmente presenti nelle matrici di partenza.

L'aerazione forzata o il rivoltamento del cumulo sono, dunque, indispensabili per consentire il raffreddamento del substrato oltre che per mantenere l'ossigenazione della biomassa al di sopra dei valori critici per l'attività della popolazione microbica aerobica.

Durante questa fase del processo si ha la formazione temporanea di fitotossine, metaboliti naturali provenienti dalla degradazione dei materiali organici.

Le più importanti sostanze fitotossiche sono probabilmente l'azoto ammoniacale e gli acidi grassi volatili a catena corta, come gli acidi acetico, propionico e butirrico, ma si suppone che l'insieme delle fitotossine racchiuda una più ampia gamma di composti tra cui ammine alifatiche ed aromatiche, nonché acidi organici a struttura più complessa e fenoli. Le fitotossine vengono velocemente metabolizzate dalle

popolazioni microbiche che man mano si susseguono nella massa in trasformazione.

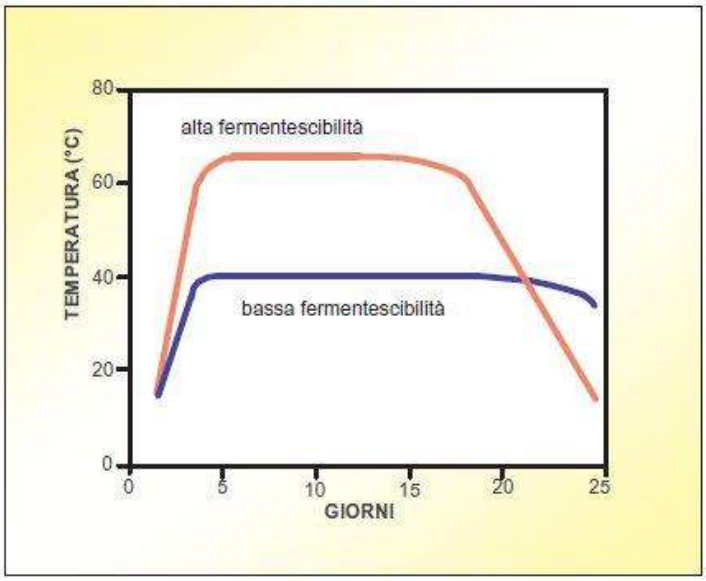


Figura 15. ***Andamento delle temperature durante il processo per una biomassa di elevata e bassa fermentescibilità (ARPAV, 2001).***

Con il progredire del processo diminuiscono le sostanze solubili econtemporaneamente iniziano a formarsi sostanze pseudo-umiche.

Le temperature elevate, le condizioni di pH e di umidità che si ingenerano nellamassa in decomposizione, fanno sì che i batteri siano i microrganismi più attivi inquesta fase.

Alla fine della prima fase si dispone di compost fresco (ARPAV, 2002).

1. **Seconda fase: maturazione**

Con la scomparsa dei composti più facilmente biodegradabili, metabolizzati nella prima fase del compostaggio, i processi metabolici di decomposizione interessano le molecole organiche più complesse e si attuano con processi più lenti, anche a seguito della morte di una buona parte della popolazione microbica per carenza di nutrimento.

Con il conseguente progressivo abbassamento della temperatura cambiano anche le popolazioni di microrganismi attivi, con passaggio da quelle termofile a quelle mesofile prima e psicrofile successivamente.

In questa fase, infatti, le temperature scendono a valori di 40-45° per poi scendere

progressivamente, stabilizzandosi poco al di sopra della temperatura ambiente. Questa fase può durare anche alcuni mesi.

Già nella fase mesofila appaiono gli attinomiceti: essi degradano attivamente amido, cellulosa e lignina, composti indispensabili per la sintesi delle sostanze umiche (Fig. 16). L'intervento degli attinomiceti è fondamentale per l'umificazione: la loro presenza è facilmente rilevabile per la produzione di composti aromatici, come la geosmina, che conferiscono al prodotto finale il tipico odore di terriccio di bosco.

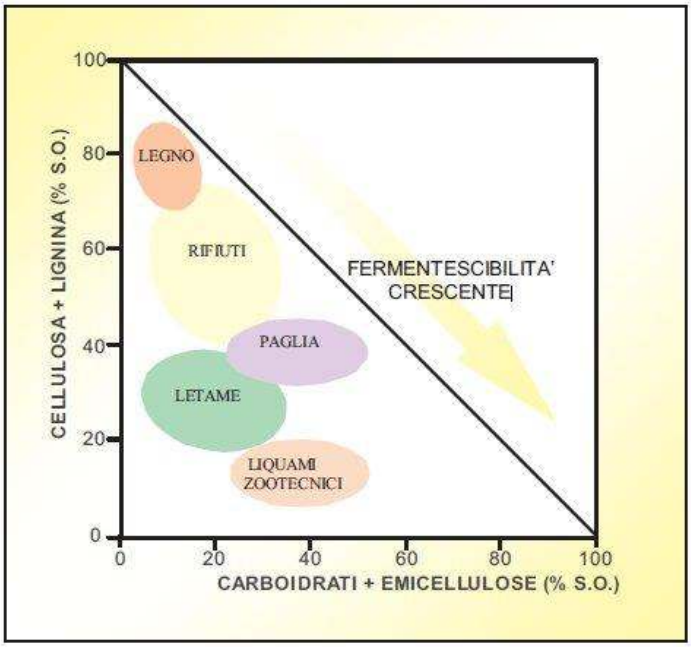


Figura 16. ***La qualità della sostanza organica, in termini di facilità di degradazione, influisce sull'andamento del processo: lignina e cellulosa richiedono, ovviamente, tempi di processo più lunghi (ARPAV, 2001.)***

Si ha anche una intensa colonizzazione del materiale da parte di animali di piccoledimensioni (ad esempio collemboli, acari e millepiedi) che contribuiscono in modoconsiderevole allo sminuzzamento e al rimescolamento dei composti organici e minerali.

Le sostanze umiche hanno origine dalla trasformazione chimica e biologicadi residui animali e vegetali e dalle attività di sintesi dei microrganismi: icomposti formatisi tendono ad associarsi in complesse strutture chimiche stabili.

L'umificazione è dovuta soprattutto alla polimerizzazione ossidativa degli acidifenolici e dei fenoli ottenuti dal catabolismo della lignina, dei tannini e dei

polifenoli, oppure per neo sintesi microbica.

Per quanto concerne la morfologia del prodotto è simile a quella di un buonterreno: la pezzatura del prodotto è ridotta rispetto a quella di partenza, ma puòpresentare aggregazione glomerulare.

Alla fine della seconda fase, denominata anche curing phase, si dispone di compostmaturo, cioè stabilizzato (ARPAV, 2002).

La ricerca sul compost

La grande massa di rifiuti da valorizzare attraverso il compostaggio è costituita principalmente dagli scarti di sfalci verdi e legnosi, dai residui della lavorazione dei vegetali nell'industria e nel commercio dei prodotti alimentari, nonché dai rifiuti organici di origine urbana, selezionati dal cittadino all'origine (raccolta differenziata), o selezionati meccanicamente dai rifiuti indifferenziati (FORSU). Benché siano disponibili anche altri materiali dalle caratteristiche chimico-fisiche ideali per conferire le opportune caratteristiche ad un compost idoneo ad essere utilizzato come componente di substrati per le coltivazioni in vaso, è fondamentale mettere a punto miscele eprocessi che valorizzino prima di tutto gli scarti più ampiamente disponibili.

In questo caso, è importante non solo la scelta delle miscele e la messa a punto del processo di compostaggio,ma anche lo sviluppo di miscele di compost con altri ammendanti organici, o minerali, in grado di conferire aquesto tipo di prodotto quelle caratteristiche che non possiede (Gonzalez e Cooperband, 2002).

Rifiuti come i residui della lavorazione delle nocciole, della lana, dei materassio delle olive presentano caratteristiche favorevoli per il compost finale, migliorandone le qualità di drenaggio, o, alcontrario, favorendo la ritenzione idrica. Occorre, tuttavia, osservare che alcuni dei residui industriali che manifestano buone caratteristiche agronomiche, sono diffusamente impiegati in altri campi, quali la produzione di energia (alcuni residui della lavorazione delle nocciole),o sono disponibili per gli usi descritti solo in piccole quantità (residui della lavorazione della lana e dei materassi).

Ne consegue che, a fronte di una grande quantità di rifiuti potenzialmente utilizzabili per la loro valorizzazione attraverso il processo di compostaggio, solo alcuni sono effettivamente utilizzabili in grandi quantità e, quindi, solo su essi il compostatore può effettivamente fare affidamento per conferire al prodotto finale caratteristiche

importanti per il settore agricolo. La limitata disponibilità di alcuni prodotti, seppure validi per conferire al compost importanti proprietà chimico-fisiche, ne condiziona l'impiego a pochi casi e lo stesso processo di compostaggio non rappresenta un significativo strumento di riduzione dei rifiuti.

Infine, l'assicurazione della qualità del compost deve essere effettuata con controlli sui prodotti finiti non solo limitati alla misurazione dei parametri chimici e fisici previsti per legge,ma estesi alle caratteristiche agronomiche prevedibili attraverso l'applicazione di saggi di laboratorio e di prove di coltivazione.

Tra questi, la valutazione degli indici di accrescimento, radicazione e sviluppo delle piante può aiutare a definire le caratteristiche del compost, eventualmente associata ad altre misurazioni, tra cuila valutazione dell'indice di maturazione ottenuta attraverso la misura della produzione di CO_2 e del contenuto inammoniaca (De Guardiaet al., 2004). D'altro canto la maturità del compost è un fattore importantissimo da tenere in considerazione soprattutto per evitare la presenza della fitotossicità residua associata alle trasformazioni biochimiche ancora presenti nei prodotti giovani (Caimi e Centemero, 2001).

Vari studi hanno mostrato che i residui organici, quali i residui solidi urbani, i fanghi, i residui di potature ed i residui sempre verde; dopo un adeguato compostaggio, possono essere utilizzati con buoni risultati come substrati alternativi alla torba (Siminis e Manios, 1990; Pryce, 1991; Garcia-Gomez, 2002; Benito, 2005). La proporzione dei composti nel substrato finale è molto importante, oltre a minimizzare il potenziale di rischio, bisogna limitare la salinità. Combinare la torba con fanghi e altri residui vegetali possono minimizzare le proprietà negative dei singoli materiali (alta salinità, eterogeneità, alto contenuto di elementi contaminanti), ottenendo così un substrato sano ed economico (Raviv, 1986). In altri studi è emerso che la presenza di compost tende a ridurre la concentrazione dei metalli pesanti nelle piante, dato dall'alto valore di pH che solitamente viene a riscontrarsi (Pinamonti, 1997; Eklind, 2001; Perez- Murcia, 2005).

Numerose sono le ricerche indirizzate alla valutazione dei benefici (input di nutrienti) e degli effetti negativi (salinità, metalli pesanti) associati all'uso di miscele con torba e fanghi compostati su diverse specie. In uno studio eseguito nel 1997 da Pinamonti si sono evidenziati incrementi nei contenuti di N, P e K in piante di cetriolo,

pomodoro e fragole coltivate con miscele di torba e fanghi compostato.

Altri studi hanno invece evidenziato come l'utilizzo di compost verde di qualità nella quota ammendante di un substrato per il florovivaismo può condurre dei benéfici effetti sulla crescita e sulla qualità di prodotto ornamentale, fermo restando una variabilità legata alla specie utilizzata (Pasquini e Mugnai. 2006).

Uno studio del 2003, eseguito dall'università della Florida, sulla validità del compost come substrato di coltivazione ha evidenziato, su tre varietà di salvia, come l'uso del 50 e 100% di compost all'interno del substrato ha prodotto un maggiore contenuto di potassio e fosforo, simile il contenuto di azoto e calcio e minore quello di alluminio, ferro e manganese rispetto a quelle coltivate con la sola torba. Gli autori hanno concluso che il compost è un ottimale sostituto della torba per la produzione in vaso di piante perenni.

Nel 2005, Lanzi, presso l'università di Pistoia e Pisa, ha effettuato una prova di impiego del compost in ambito florovivaistico, utilizzandolo in miscela con torba, pomice e fibra di cocco per la coltivazione di diverse piante da fiore e da orto. Al termine delle prove si è potuta riscontrare la possibilità di sostituire la torba con una maggiore percentuale di fibra di cocco rispetto al compost, ottenendo però i migliori risultati con l'utilizzo di compost di qualità.

Anche Zanin e collaboratori nel 2010, con l'intento di ridurre l'utilizzo della torba nella coltivazione in vaso in vivaio, ha condotto delle prove di coltivazione in vasi di plastica su *Buxus sempervirens* utilizzando miscele di substrati a base di torba (torba e pomice in rapporto 4:1) o a base di torba-compost (compost, torba e pomice in rapporto 2:2:1). Monitorando la crescita è stato possibile evidenziare che le piante coltivate nel substrato compost-torba presentavano altezze, indici di crescita, peso fresco e secco di foglie, germogli e radici maggiori.

In altre circostanze si è constatata l'importanza del processo di compostaggio al fine di produrre un materiale consono all'utilizzo come sostituto della torba all'interno del substrato di coltivazione. Prove condotte dal Ce.Spe.Vi (Centro Sperimentale per il Vivaismo di Pistoia) hanno ottenuto risultati positivi utilizzando una percentuale del 10-20% di compost a sostituzione della torba, a condizione che il processo di maturazione fosse stato completato, infatti le piante allevate con compost immaturo hanno presentato danni su tutti i loro apparati.

D'altro canto il compost può presentare alcuni problemi dovuti all'incostanza delle caratteristiche chimico fisiche causate dall'eterogeneità del materiale utilizzato (Pimpini, 2001).

Papafotiou nel 2004 ha eseguito delle prove di coltivazione su *Euphorbia pulcherrima* cv Peterstar White utilizzando come sostituto della torba, dei residui della frangitura delle olive compostate. La prova ha evidenziato che l'aggiunta del compost ha progressivamente influenzato negativamente l'altezza delle piante ed il numero di brattee, ma solamente con il 75% di compost si è notato un peso secco delle radici minore. Invece, con l'utilizzo del 25% di compost nel substrato si è ottenuta una fioritura e un colore simile al controllo senza compost.

L'utilizzo di compost prodotto da una miscela composta per il 70% di materiale ligno-cellulosico e per il 30% di acque fognarie con torba bionda in diverse percentuali è stata verificata nel 2007 con delle prove di coltivazione su Philodendron. I risultati ottenuti hanno evidenziato una riduzione del 37 e del 36% del peso secco delle foglie e della superficie fogliare rispettivamente. In aggiunta si è riscontrato un accumulo di metalli pesanti e una carenza di P, Mg e Mn per azione antagonista degli altri elementi. A fronte di questo l'utilizzo delle acque di scolo fognario per la coltivazione in vaso di Philodendron non è favorevole per uno sbilanciamento nutrizionale nella pianta (Grigatti, 2007).

Nel 2012, uno studio condotto dal Dipartimento di Scienze Agro-Ambientali e Territoriali dell'Università di Bari ha valutato la possibilità di utilizzare i residui delle foglie di Posidonia oceanica, che periodicamente si accumulano lungo le aree costiere del Mar Mediterraneo, compostati con scarti delle potature dell'olivo ed altri rifiuti verdi, con l'obiettivo di verificare l'efficacia della base posidonia-compost in sostituzione della torba. Le miscele che si sono create prevedevano percentuali crescenti del 25% di compost all'interno del substrato (tesi C0, testimone, C25, C50, C75 e C100), utilizzati per la coltivazione di piantine di lattuga per il trapianto. Lo studio ha mostrato un notevole potenziale del compost a base di posidonia nel sostituire la torba, in particolare per la produzione della lattuga si è verificato che l'utilizzo di posidonia-compost nelle percentuali del 25 e 50% ha comportato un indice di crescita maggiore rispetto al testimone allevato con la sola torba (Minnini e Santamaria, 2012).

Recentemente si è valutata la possibilità di utilizzare il compost a base di tessuti

animali e segatura come substrato per la produzione di piante in contenitore. La prova prevedeva l'utilizzo di questa particolare categoria di compost in miscela con torba (in diverse proporzioni) e perlite costante al 20%, per la coltivazione di diverse piante da fiore (geranio, garofano d'India, viola e petunia). Al termine della prova si sono ottenuti risultati positivi utilizzando una percentuale non superiore del 20% di compost (Getter e Rozeboom, 2014).

Come è possibile vedere negli ultimi vent'anni si sono effettuate notevoli ricerche nel campo orto-florovivaistico per valutare le capacità del compost. Alcune prove hanno dato risultati soddisfacenti dando, per lo più, esiti positivi qualsiasi sia stata la materia compostata, risultando un ottimo substrato per la coltivazione in vaso (Chong, 2005). In altri casi, invece, gli esiti non sono stati soddisfacenti, comportando ridotti accrescimenti delle piante, per tal motivo è opportuno continuare con la sperimentazione affinché si possa capire con certezza se il compost è un possibile sostituto della torba.

SCOPO DEL LAVORO

Nella produzione vivaistica vi è un largo utilizzo di substrati costituiti da miscugli nei quali viene impiegata torba come componente principale; tuttavia lo sfruttamento delle torbiere può causare un forte impatto ambientale alterando i siti di estrazione. In questi ultimi anni è particolarmente sentita la necessità di ridurre l'impiego di torba diluendola, nei miscugli, con altri materiali e la stessa UE se ne è fatta promotrice. D'altro canto l'attività umana produce sempre più prodotti organici di scarto provenienti sia da residui vegetali di origine diversa che, eventualmente e/o opportunamente compostati, possono essere vantaggiosamente impiegati nella pratica vivaistica per la preparazione, in proporzioni diverse, dei terricci di coltura.

Questo studio si propone l'obbiettivo di valutare, tramite la caratterizzazione chimico-fisica ed attraverso la risposta produttiva di Abelia e Rosa le potenzialità dei diversi materiali alternativi, quali lolla di riso e compost, in un'ottica di parziale sostituto della torba, nella costituzione di substrati di coltivazione per il settore vivaistico e floristico.

MATERIALI E METODI

Premessa

Le analisi di caratterizzazione dei substrati è stata svolta presso il laboratorio del Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali ed Ambiente – DAFNE situato presso il Polo di Agripolis a Legnaro (PD), mentre le prove di coltivazione sono state svolte presso l'Azienda Floroviviastica Vanin situata a Quinto di Treviso (TV).

Preparazione dei miscugli

I substrati di partenza usati per questa sperimentazione sono:

- Substrato professionale a base di torba utilizzata dalla stessa ditta Vanin, (HAWITA BALT-UNI 20 TONSUBSTRAT 2, costituita dal 20% di torba scura, 50% con struttura 1b [5-10 mm], 30% struttura 2 [10.25 mm], con argilla granulare, concimazione 500 g/m^3 PG-MIX + 100 g/m^3 RADIGEN + OSMOCOTE EXACT 8/9 mesi 1000 g/m^3 + TRIABON 1000 g/m^3 + 50 g/m^3 Ferro chelato [NPK+micro], pH 5,5 (da qui in avanti denominata torba).
- Lolla di riso proveniente da riseria La Pila Soc. Agr. Coop, Isola della Scala (VR),
- Compost da solo verde (Ammendante compostato verde) proveniente da Bioman Spa (sede amministrativa Mirano [VE], impianto di Maniago, [UD]).

Mediante la miscelazione di questi 3 materiali in proporzioni diverse, su base volumetrica, si sono preparati 7 substrati di cui uno denominato aziendale (AZ),utilizzato come testimone, costituito dal 100% da torba aziendale e sei caratterizzati da una percentuale costante (50%) di torba e percentuali diverse di compost e lolla.

Si riportano in tabella 9 le percentuali dei tre materiali impiegati nella costituiscono sette substrati

Tabella 9. Composizione deisette substrati in esame. Le proporzioni sono intese in volume.

Nome tesi	Torba aziendale	Lolla di Riso	Compost
AZ	100	-	-
0	50	50	-
10	50	40	10
20	50	30	20
30	50	20	30
40	50	10	40
50	50	-	50

Di seguito (Tab. 10) si riportano le caratteristiche chimico-fisiche dei materiali utilizzati per la preparazione dei miscugli.

Tabella 10. Caratteristiche dei materiali utilizzati per la preparazione dei miscugli.

Parametro	Torba	Compost	Lolla
Peso Volumico Apparente (g/l)	110 ± 7	461 ± 4	327
Porosità totale (%)	84,7 ± 0.4	69.1 ± 0.3	87
Macroporosità (%)	21.5 ± 0.8	26.2 ± 1.9	60
Microporosità (%)	63.2 ± 0.7	42.9 ± 2.1	27
Sostanza Secca (%)	33.7 ± 1.7	67.1 ± 0.7	65.5 ± 0.1
pH	6.13 ± 0.06	7.7	5.92 ± 0.02
EC (mS/cm)	0.54 ± 0.01	6.03 ± 0.11	0.46 ± 0.01
Sostanza Organica (%)	77.3 ± 4.7	45.3 ± 2.4	83.7 ± 0.1

CARATTERIZZAZIONE FISICA

La caratterizzazione fisico-idraulica dei substrati è stata condotta attraverso l'analisi dei seguenti parametri:

- peso volumico apparente (PVA);
- porosità totale (PT);
- capacita per l'aria (CA);
- capacita di ritenzione idrica (CRI).

Le analisi sono state eseguite un'unica volta con 3 ripetizioni per ciascuno degli 7 substrati.

La preparazione dei campioni per le analisi fisiche

La preparazione dei vari campioni per le analisi fisico-idrauliche ha seguito le indicazioni fornite dalla metodica del porometro NCUS pubblicata dal Horticultral Substrates Laboratory, Department of Horticultural Science North Carolina State University (USA).

Determinazione del peso volumico apparente

Il peso volumico apparente, o densità apparente, è stata determinata adottando la metodica UNI CEN 13040 (1999).

Attrezzatura (Figg. 17 e 18): la metodica per la densità apparente prevede l'utilizzo di uno strumento metallico formato da un cilindro di volume pari a 1000 ml ± 30 m, di diametro interno di 100 mm ± 1 mm e altezza 127 ± 1 mm, provvisto di un collare removibile di diametro interno uguale al cilindro di base e altezza pari a 50 mm e di un imbuto superiore di apertura angolare di 60° e diametro superiore di 170 mm, un peso di forma cilindrica con diametro di 5 mm inferiore rispetto a quello del cilindro e avente massa di 650 g, una griglia forata, coltello con lama tagliente, e bilancia.

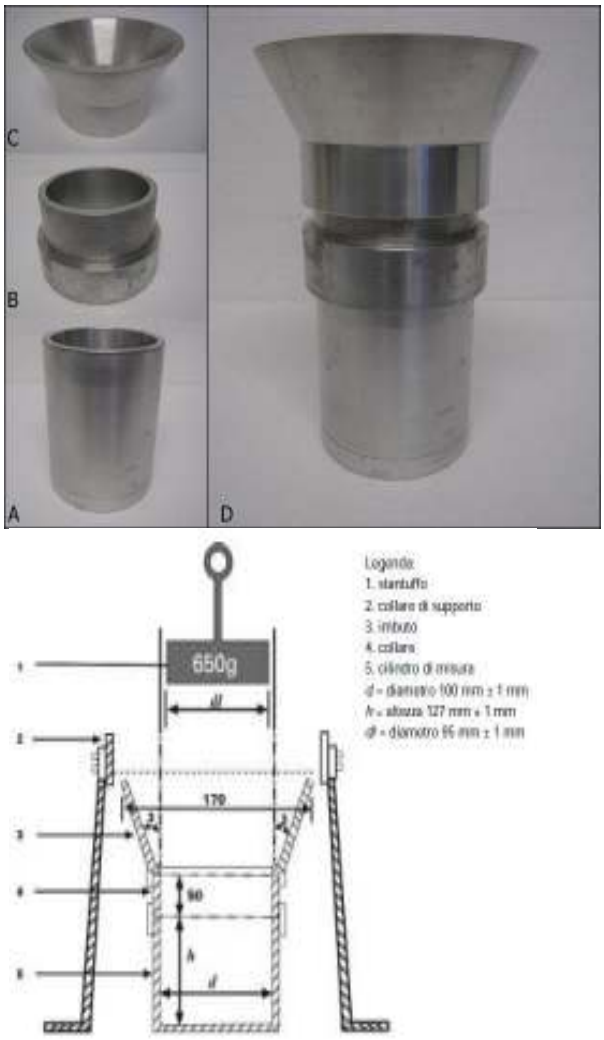


Figura 17. A sinistra: cilindro (A), collare (B), imbuto (C), strumento assemblato (D) a destra schema dello strumento impiegato per determinare il PVA

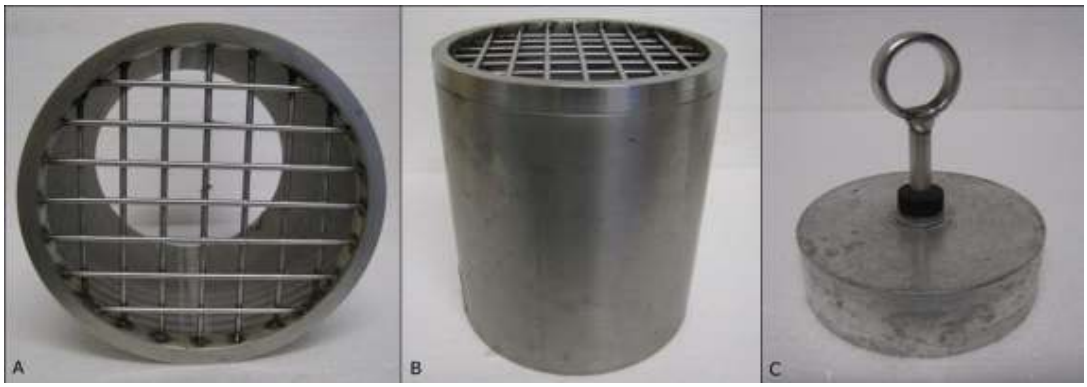


Figura 18. Griglia forata (AB), peso di forma cilindrica (C)

Procedura: per eseguire la prova il substrato non doveva essere troppo bagnato, appiccicoso o costituito da materiale molto grosso, mentre doveva possedere un

umidità adeguata ovvero quella che normalmente in vivaio consente un invasamento ottimale. La metodica UNI CEN 13040 (1999) prevede dapprima l'omogeneizzazione manuale del substrato (indicativamente 5 litri) facendolo passare una prima volta attraverso l'apposita griglia in modo da rompere eventuali zolle e aggregati, senza tuttavia influire sulla granulometria del prodotto; se effettuando l'omogeneizzazione più del 10% in volume della totalità del materiale setacciato non riesce a passare la griglia forata, la procedura risulta inadeguata per quel tipo di materiale per cui non può essere eseguita.

Per prima cosa si è pesato il cilindro rilevandone la tara (m_0), successivamente si sono impilati l'uno sull'altro ad incastro i vari pezzi andando così a formare un corpo unico costituito da cilindro-collare imbuto. Il sistema cilindro-collare imbuto viene riempito di substrato il quale prima viene fatto passare una seconda volta attraverso la griglia forata in modo da avere un ulteriore omogeneizzazione, arrivati a questo punto si rimuove l'imbuto, la superficie viene livellata con una lama tagliente, si applica lo stantuffo e si lascia a riposo per 180 ± 10 secondi, dopo di che si rimuovono stantuffo e collare; si livella come in precedenza ed in fine si pesa il cilindro con il suo contenuto (m_x).

Il peso volumico apparente (PVA) viene determinato secondo il seguente calcolo: $PVA= m_s/V$

dove m_s è il peso netto in grammi del substrato (m_x- m_0)e V è il volume del cilindro espresso il litri. La misura è stata ripetuta tre volte, usando sempre nuovo substrato.

Porosità totale, capacità per l'aria e capacità di ritenzione idrica

Attrezzatura: Porometro NCSU, vaschette in plastica, bilancia analitica.

Reagenti: H_2O deionizzata

Il Porometro NCSU è stato progettato per fornire un test rapido, coerente e affidabile sulla capacità idrica dei substrati. È stato sviluppato in collaborazione con i produttori di substrati ad uso professionale e la National Bark and Soil Producers Association. I dati sviluppati da questo apparecchio sono stati approvati per la registrazione di terricci, nello stato della Georgia (USA).

Il porometro NCSU è costituito da due parti essenziali:

- la parte principale è una piastra base in alluminio (Fig. 19) (diametro 10

cm), presenta un disco interno ed esterno entrambi muniti di 8 fori ognuno. I due dischi si incastrano formando una sola unità, che può essere ruotata in modo che i fori siano allineati, cioè aperti per permettere il drenaggio attraverso la piastra base, oppure disallineati, cioè chiusi per evitare infiltrazioni di acqua attraverso le piastre.

- la seconda parte è costituita da un cilindro di alluminio (Fig. 19) (diametro e altezza uguali a 7,6 cm e un volume di 347,5 cm^3) che viene incastrato sulla piastra base e successivamente riempito con un campione di substrato.

Figura 19. Piastra in allumino aperta e chiusa (A), cilindro (B), porometro (C).

Per l'esecuzione della prova abbiamo seguito la procedura riportata nel manuale del porometro, però sono state apportate alcune modifiche.

Preparazione del campione: al substrato è stata aggiunta acqua distillata per portarlo ad una umidità di circa il 50%, questo per avere una migliore coesione tra le particelle che lo compongono.

Procedura:il cilindro di alluminio è stato inserito nella piastra base con i fori chiusi e sulla sommità del primo cilindro è stato fissato con del nastro isolante un secondo cilindro di eguale dimensioni. All'interno di questo contenitore è stato inserito il materiale da analizzare fino ad un'altezza pari al 75% dell'intero cilindro, il quale ora è formato da due cilindri sovrapposti, facendo molta attenzione che il materiale al suo interno si compattasse scuotendo il cilindro e facendolo cadere per cinque volte da un'altezza di 2-3 cm. Una volta riempito, il porometro con i fori aperti, è stato posto in una bacinella dove è stata aggiunta dell'acqua distillata in modo graduale per il 25, 50, 75 e 100% in altezza del primo cilindro, aspettando 8-10 minuti tra l'aggiunta di acqua e la successiva.

Dopo 15 minuti dall'ultima aggiunta di acqua sono stati chiusi i fori e il porometro, con cautela, è stato estratto dalla bacinella e posto su una griglia di drenaggio dove i fori sono stati riaperti per far si che avvenga un primo drenaggio dell'acqua dal campione. Una volta terminato il drenaggio è stato eliminato il cilindro superiore facendo attenzione ad asportare il suo contenuto, questa operazione è stata eseguita facendo passare una lama tagliente tra i due cilindri, si è riposto il porometro all'interno della bacinella per una completa saturazione che è avvenuta come nella fase precedente variando solo i tempi di attesa tra per l'aggiunta dell'acqua che passa da 8-10 minuti a 10-15 minuti. Passati 15 minuti dall'ultima aggiunta di acqua i fori sono stati chiusi, il porometro è stato estratto dalla bacinella ed è stata fatta la pesata del porometro con al suo interno il campione saturo di acqua. Successivamente i fori del porometro sono stati riaperti e il campione è stato fatto drenare per un ora, poi è stato nuovamente pesato e, solo dopo la pesata estratto dal porometro, posto in una vaschetta in alluminio precedentemente pesata e identificata, è stato pesato. La vaschetta contenente il campione è stata posta in stufa a 105°C per 24 ore e poi ripesata.

Calcoli: i dati ricavati dell'analisi fisica, sono stati elaborati al fine di ottenere le percentuali di porosità totale, capacità per l'aria e capacità di ritenzione.

I dati rilevati sono stati:

- tara del porometro (TP);
- peso del porometro saturo di acqua (PPS);
- tara della vaschetta (TV);

- peso del podometro dopo il drenaggio del campione (PPD);
- peso lordo (vaschetta + campione secco) (PLS).

Dobbiamo ricordare che:

- il peso del campione saturo di acqua (CSA) è uguale a peso del campione più il peso dell'acqua trattenuta al suo interno, viene calcolato per differenza tra PPS e TP;
- il peso del campione sgocciolato (CSG) è uguale al peso del campione più il peso dell'acqua trattenuta nei micropori, viene calcolato per differenza tra PPD e TP;
- il peso del campione secco (PSN) è uguale al peso del campione seccato in stufa a 105°C per 24h viene calcolato per differenza tra PLS e TV.

Ora possiamo calcolare:

- la quantità di acqua alla capacità idrica massima (CIM)

  CIM = CSA-PSN
- la quantità di acqua alla capacità di vaso (CV)

  CV = CSA-PSN
- la macroporosità =PPS-PPD

Per ottenere i valori percentuali di PT, CA e CRI del substrato analizzato sono stati eseguiti i seguenti calcoli:

- PT % = Acqua alla CRI /347,5 × 100
- CA % = Macroporosità/347,5 × 100
- CRI % = Acqua alla CV/347,5 × 100

CARATTERIZZAZIONE CHIMICA

La caratterizzazione chimica dei substrati è stata condotta attraverso l'analisi dei seguenti parametri:

- sostanza secca sostanza e organica;
- pH;
- salinità (CE);

- NO_3^-, NH_4^-, Cl P, K, Ca, Mg, SO_4, Na sull'estratto acquoso;

Ogni analisi è stata fatta in tre ripetizioni per campione.

Preparazione dei campioni per le analisi chimiche

La preparazione dei vari campioni (AZ, 0, 10, 20, 30, 40, 50) per le analisi chimiche ha seguito le indicazioni fornite dalla metodica EN 13040 (65.080 nella classificazione ICS) pubblicata dal CEN (Comité Européen de Normalisation) nel 1999.

ANALISI CHIMICHE

Determinazione della sostanza secca e della umidità

Per questa analisi è stata seguita la metodica EN 13040 pubblicata nel 2000.

Attrezzatura: forno essiccatore a 103°C, vaschette in alluminio, bilancia analitica con 3 decimali.

Procedura:nelle vaschette di alluminio sono stati pesati 50 g di campione. Si è poi proceduto all'essicazione in stufa a 103°C per 24 ore e dopo il raffreddamento il campione è stato pesato nuovamente.

Il contenuto di umidità è stato determinata come differenza tra la prima pesata del campione tal quale e la seconda del campione secco, questo valore viene è stato poi espresso in percentuale.

Determinazione della sostanza organica

Per questa analisi è stata seguita la metodica EN 13039 pubblicata nel 1999.

Attrezzatura: forno essiccatore a 103 °C, muffola a 550 °C, ciotoline in porcellana, bilancia analitica con 4 decimali.

Procedura:sono state pesate le ciotoline su cui sono stati stesi circa 5 g di campione secco frantumato precedentemente nel mortaio (secondo la metodica EN 13040). Si è posto il tutto in una stufa a 103 °C per 4 ore e dopo il raffreddamento lo si è pesato .

Successivamente, prima di mettere i campioni in muffola, il campione è stato sottoposto a una prima bruciatura (sotto cappa con l'ausilio delle piastre elettriche a induzione), al fine di evitare la formazione di fiamma libera una volta in muffola.

I campioni sono quindi stati messi in muffola a 550 °C per 6 ore. Una volta

raffreddati i campioni sono stati pesati.

Il contenuto di sostanza organica, è stato espresso come una percentuale data dalla seguente formula:

$$\mathbf{W_{om} = \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 - m_0)} * 100}$$

dove:

- W_{om} è il contenuto di sostanza organica in % di peso;
- m_0 è il peso della ciotolina;
- m_1 è il peso della ciotolina e del campione dopo il forno;
- m_2 è il peso della ciotolina e del campione dopo la muffola.

Determinazione del pH

Per questa analisi si è seguito la metodica EN 13037 pubblicata nel 1999.

Attrezzatura: pH-metro a compensazione di temperatura, agitatore, becher in plastica o vetro.

Reagenti: H_2O deionizzata, soluzioni tampone a pH 4,01 e 7,01.

Procedura: dopo aver pesato l'equivalente di 60 ml di substrato umido (vedi metodica EN 13040) con un margine di errore di 1 g, i campioni sono stati trasferiti in becher. Sono stati aggiunti 300 ml di acqua deionizzata, e una volta tappati sono stati posti in agitazione per 1 ora.

Si è tarato il pH-metro immergendo l'elettrodo nelle soluzioni tampone a pH 4,01 e 7,01 secondo le indicazioni del costruttore e misurato il pH immergendo l'elettrodo nella sospensione.

Determinazione della conducibilità elettrica

Per questa analisi è stata seguita la metodica EN 13038 pubblicata nel 1999.

Attrezzatura: conduttivimetro a compensazione di temperatura, agitatore, becher in plastica o vetro.

Reagenti: H_2O deionizzata, soluzioni a conducibilità nota 1413 µS/cm.

Procedura: Dopo aver pesato l'equivalente di 60 ml di substrato umido (vedi metodica EN 13040) con un margine di errore di 1 g, i campioni sono stati trasferiti in becher. Sono stati aggiunti 300 ml di acqua deionizzata, e tappati sono stati posti in

agitazione per 1 ora. Una volta calibrato il conduttivimetro immergendo l'elettrodo nella soluzione a conducibilità nota secondo le indicazioni del costruttore si è misurata la conducibilità elettrica immergendo l'elettrodo nella sospensione.

Determinazione del contenuto di: N-NO_3^-, N-NH_4^-, P_2O_5, Cl, K, Ca, Mg, Na e SO_4 nell'estratto acquoso.

Dopo aver pesato l'equivalente di 60 ml di substrato umido (vedi metodica EN 13040) con un margine di errore di 1 g, i campioni sono stati trasferiti in becher. Sono stati aggiunti 300 ml di acqua deionizzata usata come soluzione estraente, e tappati sono stati posti in agitazione per 1 ora e filtrati poi con carta da filtro.

Gli estratti successivamente sono stati filtrati con filtri per siringa in acetato di cellulosa (0.20 µm) ed analizzati mediante cromatografia ionica.

Le cromatografie ioniche (sono state effettuate usando un sistema cromatografico con modalità isocratica (Dinox ICS-900), costituito da una pompa che consente di operare in modalità e da un rilevatore di conducibilità (Dionex DS5) con soppressore anionico (AMMS 300, 4 mm) per l'analisi degli anioni e soppressore cationico (CMMS 300, 4 mm) per l'analisi dei cationi. La colonna IonPac AS23 con dimensioni 4x250 mm è stata utilizzata per l'analisi degli anioni mentre la colonna IonPac CS12A con dimensioni 4x250 mm è stata utilizzata per l'analisi dei cationi. Entrambe sono precedute da una precolonna. I dati forniti da questo sistema sono stati raccolti ed elaborati usando il software Chromeleon per sistemi LC. Le iniezioni sono state fatte usando l'autocampionatore AS-DV. L'eluente utilizzato per l'identificazione degli anioni è costituito da sodio carbonato (4.5 mM) e sodio bicarbonato (0.8 mM). Mentre 65 l'eluente utilizzato per l'identificazione dei cationi è costituito da acido metansolfonico (20 mM). Il flusso utilizzato 31 ml/min e la colonna cromatografica operano a temperatura ambiente. La curva di calibrazione è stata ottenuta con diluizioni seriali della soluzione madre. Per l'analisi degli anioni è stata utilizzata una miscela costituita da nitrati, fosfati e solfati. Per l'analisi dei cationi è stata utilizzata una miscela costituita da ammonio, potassio, magnesio e calcio.

PROVA DI COLTIVAZIONE

La prova di coltivazione di rosa e abelia è stata condotta presso l'azienda florovivaistica Vanin, situata nel comune di Paese (TV).

Per il trapianto è stato utilizzato il tradizionale vaso in plastica in 2 diverse misure: diametro 15 cm per le talee di rosa e abelia (provenienti da un contenitore alveolare di 3 cm di diametro) e diametro 19 cm per le sole piante di abelia (provenienti da precedente coltivazione in contenitore in plastica di diametro 15 cm, con substrato aziendale). Maggiori informazioni sui vasi impiegati sono riportati in tabella 11.

Tabella 11. *Caratteristica vasi impiegati*

Vaso	Diametro interno (cm)	Volume (ml)	Colore
Plastica	15	1.500	Nero
Plastica	19	3.900	Nero

Per ciascun substrato, il giorno 16 maggio 2014, sono state trapiantate 75 talee di rose (*Rosa* 'Sweet Haze') e abelia (*Abelia grandiflora* 'Variegata')nei contenitori di diametro 15 cm, per un totale di 525 piante per specie ed altrettante piante di abelia nei contenitori di diametro 19 cm, per un totale complessivo di 1.575 piante. Di seguito le piante sono state collocate vaso contro vaso nelle aiuole di coltivazione su telo antialga che poggia su del ghiaino. Specie e tipologie di coltivazione sono stati tenuti separati e disposti secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con 3 ripetizioni di 175 vasi ciascuna.La disposizione delle tesi è rappresentata in figura 20 (foto 1 e 2).

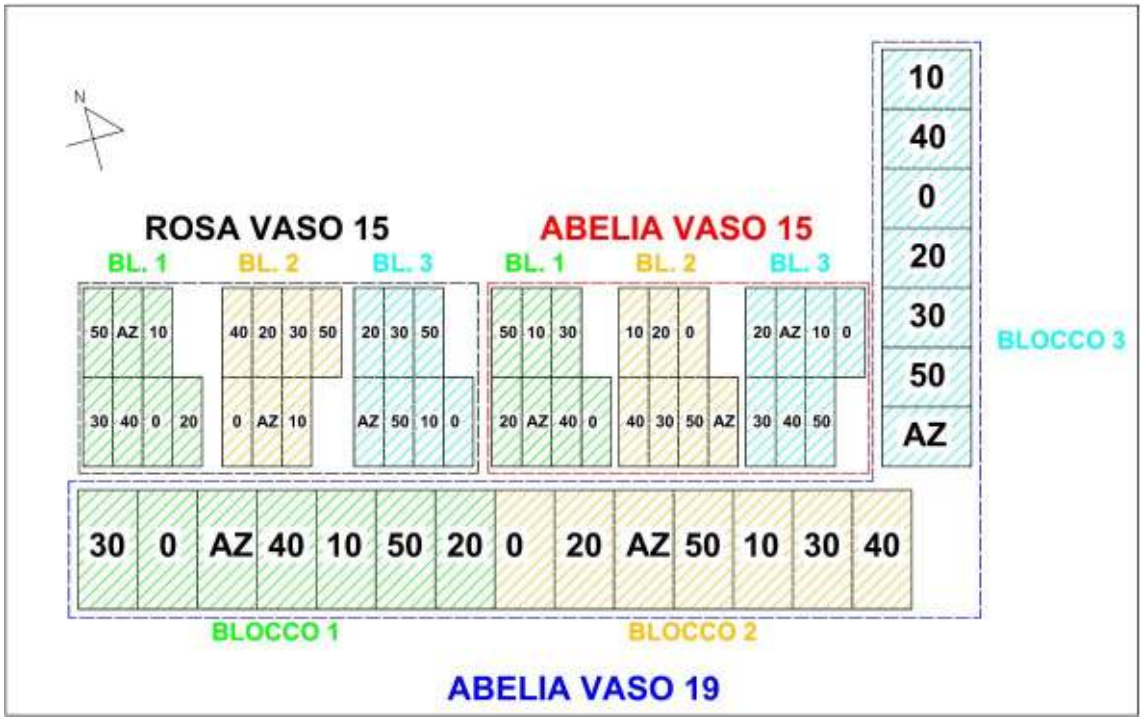


Figura 20. Disposizione vasi a blocchi randomizzati.

Dopo il trapianto è stata eseguita un'innaffiatura con solo acqua per assestare il substrato nel vaso. L'irrigazione è stata eseguita per aspersione.

Durante la coltivazione sono state adottate le seguenti tecniche colturali:

- irrigazioni: effettuata ogni giorno nelle prime 2 settimane dopo il trapianto e successivamente ogni 2 giorni;
- trattamenti fungicidi: sono stati eseguiti a cadenza quindicinale utilizzando i seguenti prodotti fitosanitari: Difenoconazolo, Ditianon, Trifloxystrobin, idrossido di rame;
- trattamenti insetticidi: anche questi sono stati eseguiti a cadenza quindicinale utilizzando i seguenti prodotti: Lambda-cialotrina, Betacyflutrin e Thiamethoxan;
- concimazioni: non è stata eseguita, in quanto è pratica abituale concimare solo dopo 10-12 mesi di coltura in quanto, durante il primo anno di coltivazione le piante riescono a sfruttare la concimazione iniziale del substrato.

Rilievi eseguiti

I rilievi in vivo durante il ciclo di coltivazione sono stati tre, le cui date vengono riportatenella tabella sottostante (Tab. 12).

Tabella 12. ***Date rilievi in itinere per specie.***

Data	ABELIA 15	ABELIA 19	ROSA
1° rilievo	25/07/2014	25/07/2014	25/07/2014
2° rilievo	21/08/2014	21/08/2014	21/08/2014
3° rilievo	02/10/2014	02/10/2014	06/10/2014

I rilievi sono stati eseguiti su otto vasi per tesi e per blocco. I parametri rilevati, inerenti la crescita delle piante (foto 3, 4, 5 e 6), sono stati i seguenti:

- altezza della pianta
- larghezza massima della chioma (L_{max})
- larghezza ortogonale alla larghezza massima (L_{ort})

I dati raccolti sono stati impiegati per il calcolo dell'indice di crescita [$IC=(H+L_{max}+L_{ort})/3$], che esprime l'accrescimento in volume della pianta.

A fine ciclo colturale per le piante di abelia, il 2 ottobre, è stato eseguito il rilievo finale per il calcolo dell'indice di crescita, come descritto in precedenza; invece per le piante di rosa, il giorno 6 ottobre, visto il tipo di accrescimento della pianta poco ordinato si è preferito rilevare per il rilievo finale i seguenti due parametri:

- conta numero dei rami principali e secondari aventi una lunghezza superiore a 10 cm
- lunghezza cumulativa dei rami

In seguito sono state prelevate 5 piante per tesi e per blocco, le quali sono state portate nella serra del dipartimento DAFNAE dell'università di Padova per eseguire il rilievo distruttivo. Per tutte e tre le specie è stata eseguita la conta e l'asportazione delle foglie dai rami (eseguite in precedenza per la sola rosa per la conta del numero dei rami e per calcolo della lunghezza cumulativa degli stessi) (foto 7). Di questi organi è stato misurato il peso fresco. In seguito è stato rimosso il substrato dalla parte ipogea con lavaggio in acqua corrente e, dopo asciugatura, l'apparato radicale è stato pesato (foto 8 e 9).

Infine, tutti gli organi delle piante sono stati posti in vaschette di alluminio ed essiccate in stufa a 105°C per 48 ore: al termine delle quali sono state pesate e si è ottenuto il peso secco, grazie al quale si è potuta calcolare la percentuale di sostanza secca di ogni organo.

ANALISI STATISTICA DEI DATI

Tutti i dati raccolti sono stati sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA) e le medie separate per mezzo del test di Tukey. Per chiarezza espositiva nei grafici e nelle figure a lettere diverse corrispondono valori statisticamente diversi secondo il test di Tukey ($P \leq 0,05$).

RISULTATI

ANALISI DEI SUBSTRATI – CARATTERISTICHE FISICHE E CHIMICHE

Per quanto riguarda il peso volumico apparente (PVA) (Fig. 21) si è notato che la presenza della lolla di riso all'interno del substrato (tesi 0/50) non ha scostato i valori da quelli ottenuti con il substrato testimone che ha fatto registrata il valore più basso in assoluto (110 g/l). La presenza del compost ha determinato un aumento progressivo dei valori fino ad ottenere i valori che hanno sfiorato i 280 g/l con la tesi 50/0.

La porosità totale dei substrati (Fig. 22) ha presentato un andamento opposto dal precedente; man mano che aumenta la percentuale di compost all'interno dei substrati diminuiscono i valori della porosità totale, fino ad ottenere i valori minimi con la presenza del 50% di compost (73,3%). I valori più alti si sono registrati nel substrato testimone e nelle tesi 0/50 e 10/50 (in media, 84,3%).

In termini di macroporosità, o di capacità per l'aria (Fig. 23), si sono osservati valori massimi nei substrati contenenti la più alta percentuale di lolla di riso (34,4%). Con l'aggiunta del compost e la conseguente diminuzione della lolla i valori sono diminuiti progressivamente fino a far registrare i valori minimi con la tesi 50/0 (8%). Valori simili si sono ottenuti con il substrato contenente il 20% di compost (e 30% di lolla) ed il testimone con una porosità per l'aria del 20%.

La capacità di ritenzione idrica (Fig. 24), o microporosità, è inversamente correlata alla capacità per l'aria, infatti, con la presenza del 50% di lolla all'interno del substrato si sono registrati i valori più bassi (50,4%). L'aggiunta del compost ha evidenziato un costante aumento dei valori e valori simili a quelli del testimone si sono tendenzialmente ottenuti con percentuali di compost pari o superiori al 20% (in media, 64,3%).

Il contenuto di sostanza organica nei substrati (Fig. 26) non è stato influenzato dalla presenza della sola lolla di riso, infatti, il substrato contenente il 50% di lolla di riso ha avuto valori simili a quello del testimone (in media, 78,3%). I substrati contenenti il compost hanno presentato una percentuale di sostanza organica inferiore

rispetto al testimone ed alla tesi 0/50, facendo registrare valori minimi nelle tesi contenenti il 20, 30, 40, 50% di compost (in media, 56,8%).

Per quanto riguarda il pH (Fig. 27) si è notato che all'aumentare della percentuale di compost presente nel substrato sono gradualmente aumentati i valori. Infatti, valori più bassi sono stati riscontrati nel substrato testimone ed in quello contenente il 50% di lolla di riso (in media, 6,15) ed i più alti con il 50% di compost (+17,4% rispetto al testimone). Valori intermedi riscontrati nelle altre tesi.

La conducibilità elettrica (CE) è aumentata in modo progressivo all'aumentare della percentuale di compost presente nel substrato (Fig. 28). La presenza della lolla di riso nella tesi 0/50 non ha influenzato in alcun modo tale parametro, facendo registrare valori simili al substrato testimone (in media 0,50 mS/cm). Con la massima presenza di compost all'interno del substrati si sono ottenuti i valori più alti (3,86 mS/cm).

Per il contenuto di azoto nitrico ($N\text{-}NO_3$) nell'estratto acquoso (Fig. 29), anche in questo caso, la presenza del compost ha avuto un'influenza significativa. I valori più elevati, infatti, sono stati riscontrati nei substrati contenenti il 40 e 50% di compost (in media, 137,3 mg/l), mentre quelli minimi nei substrati contenenti la sola lolla di riso ed il testimone (in media, 4,24 mg/l). Le altre tesi hanno registrato valori intermedi.

La concentrazione di azoto in forma ammoniacale ($N\text{-}NH_4$) (Fig. 30) è stata di 23,4 mg/l nel caso del substrato testimone, e un valore simile è stato riscontrato nel substrato contenente il 50% di compost (19,9 mg/l). Minori concentrazione si sono rilevate nei substrati contenenti il 20% di compost ed il 30% di lolla di riso (-65% rispetto al testimone).

Per quanto riguarda le concentrazioni di fosforo (espresse in anidride fosforica, P_2O_5) si è notato che la presenza del compost ha un'influenza negativa questo elemento (Fig. 31). I valori massimi sono stati registrati sul substrato testimone (27,9 mg/l), non dissimili dal punto di vista statistico con quelli riscontrati con il substrato contenente il 50% di lolla (19,9 mg/l). L'influenza negativa del compost si è evidenziata in particolar modo nelle tesi 40/10 e 50/0 per le quali sono stati registrati i valori minimi, inferiori rispetto al testimone del -78%.

Per quanto riguarda le concentrazioni di potassio, solfati, magnesio e sodio nell'estratto acquoso (Figg. 32, 33, 34 e 37) i substrati si sono comportati pressoché

nella stessa maniera, ovvero la presenza del 50% di lolla non ha influenzato la concentrazione di questi parametri, mentre la presenza crescente di compost ha provocato un aumento dei valori evidenziato un incremento consistente per tutti questi elementi. Nel substrato testimone e nelle tesi 0/50, 10/40 e 20/30 si sono registrate, da punto di vista statistico, le concentrazioni minori (in media, 115,4 mg/l di potassio, 121,2 mg/l di solfati, 10,3 mg/l di magnesio e 31,1 mg/l di sodio), mentre per le altre tesi le concentrazioni massime, evidenziando valori medi superiori rispetto le precedenti del 332% per il potassio, del 209% per i solfati, del 222% per il magnesio e del 420% per il sodio.

Lo stesso andamento si è verificato anche nel caso del calcio e dei cloruri (Figg. 35 e 36), la presenza del compost ha comportato incrementi significativi sia in termini assoluti che statistici. Con più del 30% di compost le concentrazioni medie massime riscontrate sono state rispettivamente di 121,6 mg/l e 332,9 mg/l. Le altre tesi hanno ottenuto valori tra di loro simili e nettamente inferiori rispetto i precedenti, facendo registrare diminuzioni del -59% per il calcio e -84% per i cloruri.

PROVA DI COLTIVAZIONE: RILIEVI IN ITINERE

Rosa vaso 15 cm

Al primo rilievo in itinere, condotto a 70 giorni dal trapianto (Fig. 38), si è riscontrato che le piante coltivate con il 20% di compost nel substrato (e il 30% di lolla di riso) hanno evidenziato, in termini assoluti, l'altezza maggiore (24,5 cm) rispetto a tutte le altre, anche se i valori non si sono scostati statisticamente da quelle coltivate con il substrato testimone (23,9 cm) e con il substrato contenente il 10% di compost (23,0 cm). Le minori altezza si sono verificate con le tesi 30/20 e 40/10 (in media, 17,5 cm).

In termini di larghezza media (Fig. 39), si sono evidenziate differenze tra le piante allevate con il substrato testimone (che ha riscontrato il valore massimo, 30,1 cm) e quelle coltivate con gli altri substrati. I valori più bassi sono stati ottenuti con le tesi contenenti le più alte percentuali di compost (40 e 50%), con decrementi rispetto al

testimone del 40,8%. Con gli altri substrati si sono ottenute larghezze intermedie.

Infine, considerando l'indice di crescita (Fig. 40) le piante maggiormente accresciute sono state quelle coltivate con il substrato testimone (28,1 cm). Valori statisticamente inferiori rispetto al testimone sono stati rilevati con le piante coltivate con lo 0, 10 e 20% di compost nel substrato, con un accrescimento inferiore del -13,2%. Gli accrescimenti minimi sono stati rilevati sulle piante allevate con il 40 e 50% di compost (-36,7% rispetto al testimone).

Al secondo rilievo in itinere, eseguito 97 giorni dal trapianto, si è constatato chiaramente che le piante coltivate nel substrato testimone hanno manifestato un accrescimento generale maggiore rispetto a quelle coltivate con le altre tesi (Fig. 41 e 42). Le piante coltivate con il substrato contenente il 50% di compost non sono state considerate in quanto la sopravvivenza per le piante di questa tesi è stata molto scarsa. Le piante che hanno rilevato un'altezza e una larghezza media maggiore sono state quelle coltivate con il substrato testimone (rispettivamente 35,6 e 36,0 cm). Una contenuta diminuzione dei valori è stata riscontrata con le tesi 0/50, 10/40 e 20/30 (in media 25,1 cm di altezza e 29,7 cm di larghezza). Maggiore è stata invece la contrazione dei valori con le tesi contenenti il 30 e 40% di compost (in media 20,7 cm di altezza e 24,5 cm di larghezza).

Come appena evidenziato, anche in termini di indice di crescita (Fig. 43), il substrato testimone ha riportato un accrescimento volumetrico maggiore (35,8 cm). Accrescimenti inferiori del -21,4% si sono riscontrati con le tesi contenenti lo 0, 10 e 20% di compost nel substrato. Per ultime, le tesi 30/20 e 40/10 con valori inferiori rispetto il testimone del -35,2%.

All'ultimo rilievo eseguito in data 6/10/14, si è constatato che le piante allevate con il testimone e con un quantitativo massimo di compost del 20% tutte le piante sono sopravvissute, invece con un quantitativo superiore di compost, e inferiore di lolla, si è riscontrato una sopravvivenza del 78% nella tesi 30/20, del 35% nella tesi 40/10 e dello 0% nella tesi contenente il solo compost (Tab. 13).

In quest'ultimo rilievo i parametri considerati, a causa dell'accrescimento poco regolare di questa rosa sarmentosa, hanno riguardato la lunghezza cumulativa e il conteggio dei rami di lunghezza minima superiore a 10 cm. Questi dati hanno messo subito in evidenza una netta differenza tra le piante coltivate con il substrato

testimone e gli altri substrati, sia in termini di numero di rami che di lunghezza cumulativa (Fig. 44 e 45).

Tabella13. ***Percentuali di sopravvivenza all'ultimo rilievo in itinere.***

	ROSA vaso 15	ABELIA vaso 15	ABELIA vaso 19
AZ	100 a	100	100
0/50	100 a	100	100
10/40	100 a	100	100
20/30	100 a	100	100
30/20	78 b	100	100
40/10	35 c	92	95
50/0	0 d	83 n.s.	95 n.s.

Entro colonne, valori con lettere diverse differiscono statisticamente per $P \leq 0.05$ (Test di Tukey).

Con riferimento alla lunghezza cumulativa (Fig. 44), come appena descritto, le piante coltivate con il substrato testimone hanno evidenziato una lunghezza complessiva dei rami più elevata (155 cm). A seguire il valore rilevato con le piante coltivate con la tesi 0/50 (89,5 cm), che ha messo in evidenza un decremento di lunghezza dei rami di ben il 42,3%. La tesi 40/10 ha realizzato i valori più bassi con una lunghezza di 50,6cm. Valori intermedi sono stati riscontrati con le altre tesi.

Per il numero dei rami (Fig. 45), i valori sono stati massimi con il substrato testimone (7,13) che si sono scostati notevolmente dal valore rilevato con la tesi 0/50 (4,6) evidenziando una differenza del -35,5%. Tutte le altre tesi hanno evidenziato valori molto contenuti e statisticamente uguali tra di loro, con una media di 2,83 rami per pianta coltivata.

Abelia vaso 15 cm

Per Abelia vaso 15, dal primo rilievo condotto in itinere a più di due mesi dal trapianto è emerso che, all'aumentare della percentuale di compost, l'accrescimento generale della piante è diminuito, sia in termini di altezza che di lunghezza media (Figg. 46 e 47).

Le piante maggiormente cresciute in altezza sono state, in termini assoluti, quelle coltivate nel substrato aziendale (18,5cm), mentre quelle che hanno presentato un'altezza minore sono risultate quelle coltivate nel substrato con il 40 e 50 % di compost (13,0 e 13,1cm). Valori intermedi si sono riscontrati con gli altri substrati. Da evidenziare che le piante allevate nei substrati contenenti lo 0 e il 10% di compost (e 50 e 40% di lolla di riso) hanno evidenziato una altezza simile, dal punto di vista statistico, a quelle delle piante testimoni (Fig. 46).

In termini di larghezza media (Fig. 47) si è riscontrato un effetto simile, all'aumentare del contenuto di compost si è evidenziata una costante riduzione dei valori. Anche in questo caso i valori più elevati sono stati riscontrati nelle piante coltivate nel substrato aziendale (29,7cm) e quelli minimi su quelle coltivate con il 40 e 50 % di compost (17,5e 19,1cm); in questo caso, però, con le tesi 0/50 e 10/40 i valori sono stati più bassi anche dal punto di vista statistico.

Per quanto riguarda l'indice di crescita, media aritmetica dell'altezza e delle due larghezze della pianta, gli effetti dei substrati non possono essere diversi da quanto appena descritto (Fig. 48). Con il substrato testimone, si sono evidenziati gli accrescimenti volumetrici maggiori anche dal punto di vista statistico (26,0 cm), e con i substrati contenete il 50 ed il 40% di lolla si sono realizzati accrescimenti inferiori del -11,7 e del -14,4% rispetto il substrato aziendale. Infine con il 40% di compost l'indice di crescita è risultato il più basso in assoluto, anche se i valori non si sono scostati statisticamente da quelli riscontrati nei substrati con il 50% di compost, con un accrescimento inferiore del -36,4% rispetto al testimone.

Nel secondo rilievo in itineresi è confermato l'andamento generale riscontrato nel precedente rilievo. Le piante maggiormente accresciute in altezza (Fig. 49) sono state quelle coltivate nel substrato aziendale (19,5 cm), anche se tali valori non si sono scostati statisticamente da quelli riscontrati nel substrato con il 10% di compost (17,4 cm); quelle che hanno presentato un'altezza minore sono risultate quelle coltivate con il 30, 40 e 50 % di compost (rispettivamente 15,2, 14,0 e 15,3 cm).

Anche per la larghezza media (Fig. 50) i valori maggiori sono stati riscontrati nelle piante coltivate nel substrato aziendale (35,0 cm), cui è seguita una progressiva diminuzione dei valori con l'aumentare della percentuale di compost ed il diminuire di quella della lolla nel substrato. Statisticamente si è riscontrata una più contenuta

diminuzione dei valori con le tesi 0/50 e 10/40(-14,9%) ed una riduzione più consistente con il 20, 30, 40 e 50% di compost nel substrato (in media il 33,2% in meno rispetto il testimone).

Per quanto riguarda l'indice di crescita (Fig. 51), infine, si conferma l'andamento del primo rilievo, con il migliore accrescimento delle piante coltivate nel substrato aziendale (29,8cm) ed un costante decremento dei valori con l'aumentare della percentuale di compost. Valori intermedi si sono riscontrati nei substrati con il 50 e 40% di lolla (rispettivamente 25,8 e 25,4 cm), mentre il valore minimo è stato riscontrato nel substrato con il 40% di compost (18,8 cm).

All'ultimo rilievo, eseguito dopo 139 giorni dal trapianto, si è constatato che la sopravvivenza delle piante allevate con i maggiori contenuti di compost (40 e 50%) non è stata totale (del 92 e 83%, rispettivamente; Tab. 13). Comunque sia, l'elaborazione statistica non ha evidenziato differenze significative tra i trattamenti.

Le piante maggiormente accresciute in altezza (Fig. 52) sono state quelle coltivate nel substrato aziendale (20,0 cm), anche se i valori non si sono scostati statisticamente da quelli riscontrati nelle tesi 0/50 e 10/40 (rispettivamente 17,1 e 17,07cm). Le piante delle rimanenti tesi hanno presentato una riduzione media del 24% in meno rispetto il testimone.

Anche per la larghezza media (Fig. 53) i valori maggiori sono stati riscontrati nelle piante coltivate nel substrato aziendale e in quelli contenenti il 50 e il 40% di lolla (in media, 30.8 cm), mentre quelle che hanno presentato un'altezza minore sono risultate quelle coltivate nel substrato con il 40% di compost (- 34,0%). Valori intermedi si sono riscontrati con gli altri substrati.

Per quanto riguarda l'indice di crescita, infine, gli effetti dei substrati non possono essere diversi da quanto appena descritto (Fig. 54). L'accrescimento maggiore è stato ottenuto con il substrato testimone (29,0 cm), non dissimile da quanto rilevato per le piante della tesi 0/50 (26,0 cm). Quindi, i valori sono via via diminuiti e le piante che hanno presentato l'indice di crescita minore sono risultate quelle coltivate con il 40% di compost con un accrescimento inferiore del -32,4%.

Abelia vaso 19 cm

Al primo rilievo in itinere (25/7/2014) è risultato che l'altezza di abelia allevate in

vaso 19 cm (Fig. 55) è stato simile per le piante del substrato testimone e di quelli con lo 0, 10, 20 e 30% di compost (in media 26,4 cm), mentre con i substrati contenenti il 40 e 50 % di compost sono state ottenute altezze lievemente inferiori (-15,5%, rispetto al testimone).

La larghezza media (Fig. 56) è risultata massima, in termini assoluti, nelle piante coltivate nel substrato testimone (47,0 cm). Valori inferiori sono stati riscontrati con le tesi contenenti il 10, 20, 30, 40 e 50% di compost nel substrato, con un valore medio di 42,3 cm.

L'indice di crescita (Fig. 57) ha evidenziato un accrescimento volumetrico simile nelle piante coltivate nel substrato testimone ed in quelle coltivate con il 50% e il 40% di lolla di riso nel substrato (in media 38,7 cm). Per le altre tesi si sono riscontrati valori simili (in media 36,2 cm) e più bassi rispetto al testimone, e l'indice di crescita più basso in assoluto è stato rilevato nelle piante coltivate nel substrato contenente il 50% di compost, con un accrescimento inferiore del -12,8% rispetto il testimone.

Il secondo ha confermato, in termini di altezza (Fig. 58), l'andamento del precedente rilievo, visto che le piante non hanno avuto, in questo intervallo di tempo, un accrescimento in altezza di rilievo. I valori riscontrati con il substrato testimone e le tesi 0/50, 10/40 e 20/30 sono stati simili (in media, 26,7 cm), e con le tesi 40/10 e 50/0 l'accrescimento è risultati del 18,3% inferiore.

Con riferimento alla larghezza media (Fig. 59) rispetto al substrato testimone, solamente con quello 40/10 sono state osservate differenze statisticamente significative a sfavore di quest'ultimo.

Per quanto riguarda l'indice di crescita, infine, le piante allevate nei substrati contenenti sino al 20% di compost hanno conseguito un indice di crescita simile, dal punto di vista statistico, a quello delle piante testimoni (Fig. 60), mentre i valori minimi sono stati riscontrati con la tesi 40/10 con un accrescimento inferiore del -11,9% rispetto al testimone.

All'ultimo rilievo, eseguito 42 giorni dopo il secondo, come visto anche per il vaso 15, la sopravvivenza delle piante è stata prossima al 100% in tutti i trattamenti (Tab. 13). In termini di altezza il valore maggiore è stato ottenuto con il substrato testimone (27,8 cm), non dissimile da quanto rilevato per le piante coltivate con il 10 e 30% di compost (rispettivamente 25,1 e 25,7 cm). Le tesi 40/10 e 50/0 hanno ottenuto i valori

minimi (in media 22,7 cm) (Fig. 61).

Dal punto di vista della larghezza media e dell'indice di crescita non si sono verificate, per questo ultimo rilievo, differenze significative tra le tesi, ed i valori medi ottenuti sono stati rispettivamente di 47,2 e 39,3 cm.

PROVA DI COLTIVAZIONE: RILIEVO FINALE

Rosa vaso 15 cm

Per quanto riguarda la parte epigea delle piante, e nello specifico per il peso fresco delle foglie (Fig. 62), si è riscontrata una sostanziale riduzione dei valori con percentuali uguali e maggiori del 20% di compost all'interno del substrato. Il substrato testimone ha ottenuto i valori massimi in assoluto (17,3 g), del tutto simili, dal punto di vista statistico, a quelli riscontrati con le tesi 0/50 (14,1 g) e 10/40 (14,7 g). Valori minori sono stati registrati con le altri tesi che hanno evidenziato una riduzione media in termini di peso fresco delle foglie del -50%.

In termini di peso fresco dei fusti (Fig. 63), si sono rilevate differenze significative tra le piante coltivate con il substrato testimone e quelle delle altre tesi. Una differenza più contenuta (-52,6%) è stata ottenuta con le piante coltivate con la presenza della sola lolla di riso ed una più importante (-69%) per le quelle coltivate con il 30 e 40% di compost.

A fronte di quanto appena decritto, anche in termini di peso fresco della intera chioma (Fig. 64), ovvero la somma dei pesi freschi delle foglie e dei fusti, gli effetti dei substrati non possono essere stati molto diversi. Con il testimone si sono ottenute i pesi maggiori (36,6 g), mentre le piante allevate con il substrati 0/50 e 10/40 hanno evidenziato valori simili tra loro (in media, 23,0 g) e inferiori del -37,3% rispetto al testimone. I valori minimi sono stati osservati con una percentuale di compost uguale e superiore al 20% (in media -59% rispetto al testimone).

In Fig. 65 vengono riportati gli effetti dei vari substrati di coltivazione sull'accrescimento radicale. Come si può ben notare, la presenza di percentuali diverse di lolla di riso e del compost non ha fatto evidenziare differenze significative (in media

13,1 g), ma i valori sono stati nettamente inferiori rispetto a quelli ottenuti con le piante allevate nel substrato testimone.

Infine, sono stati calcolati i pesi freschi totali (Fig. 66) sommando i pesi delle chiome e quelli delle radici. Anche per questo parametro si riscontrano i valori più elevati in assoluto con il substrato testimone (58,4 g), valori intermedi con le tesi 0/50 e 10/40 (in media, 37 g), inferiori rispetto al testimone del -36,6% ed, infine, i valori minori con i substrati contenenti più del 20% di compost (in media -52,9% rispetto al testimone).

Il peso secco delle foglie (Fig. 67) delle piante allevate con il 50 e il 40% di lolla di riso è risultato simili a quello del testimone (in media, 6,86g), mentre con percentuali maggiori di compost si sono osservati pesi secchi inferiori del -40,2% rispetto gli altri.

Differenza altamente significative sono state riscontrate sul peso secco dei fusti (Fig. 68): la presenza di lolla e di compost all'interno del substrato hanno fatto evidenziare valori nettamente inferiori al testimone che ha avuto il valore più alto (8,17 g). Tale differenza si è presentata leggermente più contenuta nelle tesi contenenti una percentuale di compost fino al 20%, con valori inferiori del 52,7% rispetto al testimone, a differenza delle altre tesi che hanno manifestato una differenza significativamente maggiore con valori inferiori del 64,1%.

Per il peso secco della chioma (Fig. 69), la presenza del compost all'interno dei substrati ha influito negativamente, facendo evidenziare i valori più bassi in assoluto con la tesi 40/0 (6,61 g); più contenuta l'influenza negativa dalla lolla di riso alle dosi maggiori (tesi 0/50 e 10/40) che hanno fatto ottenere valori intermedi (10,9 g), a fronte dei valori massimi registrati con il substrato testimone (15,2 g).

Anche in termini di peso secco delle radici (Fig. 70) il valore più alto in assoluto è stato riscontrato con il substrato testimone (6,24 g), non dissimile da quello ottenuto con il 10% di compost e il 40% di lolla di riso (5,22 g). Con il 40% di compost si sono registrati i valori più bassi in assoluto (3,66 g), e i valori intermedi con le altre tesi.

Relativamente al peso secco totale, la figura 71 mostra come la presenza del compost abbia influito negativamente sul peso rispetto al testimone che ha fatto registrare i valori più alti con il peso di 21,4 g. I valori più vicini al testimone si sono ottenuti con le piante coltivate con il 10 e il 20% di compost (in media, -26,8% rispetto al testimone). Con percentuali superiori di compost la differenza dal testimone è

aumentata al -40,1%.

Sul peso secco è stato calcolato anche il rapporto tra chioma e radici che rappresenta il diverso sviluppo tra la parte epigea rispetto a quella ipogea della pianta. Come mostra la figura 72, con l'utilizzo del 50% di lolla il valore del rapporto è stato maggiore in termini assoluti (2,59), anche se simile a quanto riscontrato con il substrato testimone (2,47). Le tesi contenenti dal 10 al 40% di compost hanno evidenziato tra di loro una certa similitudine, diminuendo questo parametro del 21,8% rispetto il testimone.

La percentuale di sostanza secca delle foglie (Fig. 73) è stata più alta nei substrati con il 20 e 40% di compost (in media, 50,7% s.s.), non dissimile da quelli osservati con lo 0, 10 e 30% di compost (46,8% s.s.). I più bassi valori si sono verificati con il testimone, con il 40,2 % di sostanza secca.

Per quanto riguarda la percentuale di sostanza secca dei fusti non è risultata significativamente influenzata dai fattori di studio e, in media, si è attestata sul 46,5%.

Con il substrato contente la sola lolla di riso e quantitativi crescenti di compost fino al 40% si sono evidenziati, con riferimento alla percentuale di sostanza secca nella chioma (Fig. 74), i valori massimi con una media del 47,4%. Valori inferiori del -13,6% nel substrato testimone.

Nelle radici, la percentuale di sostanza secca (Fig. 75) è stata, nelle piante testimoni, dello 29,0%. Nei miscugli contenenti anche lolla e compost, all'aumentare delle percentuale di compost si sono osservati inizialmente valori maggiori rispetto a quelli del testimone, e crescenti passando dal substrato 0/50 a quello 10/40. Successivamente i valori sono diminuiti e con il substrato 40/0 la percentuale di sostanza secca è risulta simile a quelle del testimone.

In definitiva, la percentuale di sostanza secca dell'intera pianta è stata, con riferimento al testimone, superiore con le tesi contenentila lolla alle percentuali di 50, 40, 30 e 20%, e simile con il 10% di lolla (Fig. 76) .

Abelia vaso 15 cm

In termini di peso fresco della parte epigea di Abelia allevata in vaso 15 cm non si sono evidenziate differenze significative tra le tesi contenenti lolla di riso e il compost. Come si evince dalle figure 77, 78 e 79, comunque, le piante della tesi testimone si

sono presentate maggiormente accresciute, facendo registrare i valori massimi in assoluto (34,7 g foglie, 14,5 g fusti e 49,2 g nell'insieme della chioma), quasi doppi rispetto a quelli delle piante allevate con gli altri substrati (in media 18,9, 7,6 e 26.5 g rispettivamente per foglie, fusti e chioma).

Nella figura 80 si riporta il peso fresco dell'apparato radicale, il quale ha presentato un maggiormente accrescimento nelle piante allevate con il substrato testimone (9,75 g), valori simili dal punto di vista statistico a quelli riscontrati con le piante allevate con la sola lolla di riso (8,74 g) e, in generale, per tutti i substrati contenenti più del 30% di lolla. I valori inferiori, infine, sono stati ottenuti con la tesi contenente il 50% di compost che ha evidenziato una riduzione, rispetto al testimone, del 46,5%.

Nel suo complesso le piante, in termini di peso fresco dell'intera pianta, hanno evidenziato una sostanziale differenza tra quelle coltivate nel substrato testimone e quelle delle altre tesi (Fig. 81). La presenza della lolla di riso e del compost all'interno del substrato ha prodotto nel complesso una riduzione dell'accrescimenti simile e, nella media delle tesi, del -43,6% rispetto al testimone.

Per il peso secco delle diverse parti della chioma si conferma il trend visto per il peso fresco; come mostrano le figure 82, 83 e 84, la presenza della lolla e del compost all'interno del substrato ha comportato una netta penalizzazione dei valori rispetto al testimone (in media del -47%) sia in termini di foglie che di fusti.

Per il peso secco delle radici (Fig. 85), invece, si è notato una sostanziale uguaglianza tra il testimone e la tesi 0/50 (in media, 1,56 g) e valori inferiori per le altre tesi. Valori minimi sono stati riscontrati con le percentuali più alte di compost all'interno del substrato (-48,5% rispetto il testimone).

In riferimento a quanto sopra riportato, nel suo insieme (peso secco totale; Fig. 86) le piante allevate con le diverse percentuali di lolla e compost hanno avuto una riduzione dei valori simile nelle diverse tesi, pari al 48,8% rispetto allo sviluppo registrato con il testimone (18,3 g).

Relativamente al rapporto chiome/radice (Fig. 87), si sono riscontrati valori massimi e simili tra il testimone e la tesi contenente la percentuale più alta di compost (10,2) ed uno scostamento del rapporto a favore delle radici per le altre tesi, in particolar modo nelle tesi 0/50, 20/30 e 40/10 con un rapporto minimo medio di 7,53.

In termini percentuali, la sostanza secca è risultata maggiore nelle foglie delle piante allevate con più del 40% di lolla di riso (in media, 29,1%) e minori con il 50% di compost (24,3%; Fig. 88).

Nei fusti (Fig. 89), la sostanza secca si è presentata, in linea generale, simile tra il testimone ed i substrati contenenti un quantitativo di compost inferiore al 20% (rispettivamente 47,2, 45,8, 43,5 e 44,4 g per le tesi Az, 0/50, 10/40 e 20/30). Con il 40% di compost sono stati registrati i valori minimi (37,7% di sostanza secca).

Nel suo complesso, rispetto alle piante della tesi testimone che ha evidenziato percentuali di s.s. della parte epigea del 33,9% (Fig. 90), solamente quelle della tesi 50/0 hanno avuto valori statisticamente inferiori (28,2%).

La sostanza secca presente nelle radici, espressa in termini percentuali, non ha riscontrato alcuna differenza significativa tra i vari substrati di coltivazione, con una media del 16%.

Infine, la percentuale di sostanza secca totale della pianta (Fig. 91) ha fatto registrate valori massimi con il testimone (30,8%), e comunque simili a quanto riscontrato con la tesi contenete il 40% di lolla e il 10% di compost (30,2%). Una netta riduzione è stata constatata con la tesi contenete la più alta percentuale di compost che ha fatto registrare valori inferiori del 15% rispetto al testimone.

Abelia vaso 19 cm

In termini di peso fresco delle foglie (Fig. 92) si è notata una certa similitudine tra i valori riscontrati nelle tesi contenenti la lolla di riso e/o il compost. I valori massimi sono stati ottenuti dal testimone (150,7 g) mentre, le altre tesi, hanno fatto registrare valori del tutto simili tra di loro con, in media, una riduzione del 28,7% rispetto al testimone.

Nei fusti (Fig. 93) questa differenza è risultata più contenuta in termini assoluti: le piante allevate con la sola lolla e con un quantitativo massimo del 40% hanno evidenziato pesate simili, dal punto di vista statistico, con il testimone (in media, 64,2 g).

Per quel che riguarda la chioma (Fig. 94), si può notare che i valori massimi riscontrati nel testimone (221,1 g) non hanno presentato differenze significative con quanto registrato con la tesi contenente il 20% di compost (182,6 g). Valori inferiori

per tutte le altre tesi (in media -25,4% rispetto al testimone).

Per quel che riguarda l'apparato radicale (Fig. 95), i valori più alti sono stati riscontrati nelle piante coltivate con la tesi 40/10 (24,6 g) e quello minore in quelle coltivate con la sola lolla di riso (tesi 0/50, 17,7 g). Tutte le altre tesi hanno evidenziato uno sviluppo intermedio, simile tra di loro, inferiore del 15% rispetto la tesi contenete il 40% di compost.

Le piante che hanno manifestato un accrescimento complessivo maggiore sono state quelle coltivate con il substrato testimone, ed il peso fresco totale è stato di 24,6 g (Fig. 96). La presenza di lolla e di compost all'interno del substrato ha prodotto, in linea generale, un effetto negativo, facendo registrare però, con i substrati contenenti il 20 e 30% di compost, valori simili al testimone (in media, 202,6 g). Le altre tesi hanno invece indotto contenimenti di accrescimento più importante, nell'ordine del 25,4% rispetto il testimone.

Relativamente al peso secco, in linea generale si è constatato una minore differenza tra i valori ottenuti nel testimone e quelli nelle altre tesi. Come mostra la figura 97, il peso secco delle foglie con la tesi 20/30 ha avuto valori statisticamente simili (35,4 g) a quelli massimi riscontrati con il substrato testimone (43,2 g). Tutte le altre tesi hanno evidenziato valori pressoché identici tra loro (in media, 30,6 g).

Anche per il peso secco dei fusti (Fig. 98) il testimone ha fatto registrare, in termini assoluti, i valori maggiori (35,8 g) e comunque, anche per questo parametro, non dissimili da quanto riscontrato con la tesi contente il 20% di compost (32,0 g). Con la presenza del 50% di compost all'interno del substrato si sono invece registrati i valori più bassi (24,8 g).

Infine, sul complesso chioma (Fig. 99) si è rilevato un accrescimento simile nelle tesi contenenti lolla e/o compost (59,8 g di peso secco), inferiore del -24,3% rispetto a quello della tesi testimone.

Per quanto riguarda il peso secco dell'apparato radicale, non si sono evidenziate differenze significative dovute ai substrati e, in media, è stato pari a 4,60 g.

Come evidenziato nella figura 100, i valori maggiori in assoluto di peso secco totale sono stati riscontrati nelle piante coltivate con il substrato testimone. I valori ottenuti con le altre tesi sono stati leggermente inferiori (-16% rispetto al testimone) con la sola eccezione del substrato con il 20% di compost.

Il rapporto chioma/radici (Fig. 101), in termini di peso secco, ha evidenziato uno scostamento maggiore verso lo sviluppo della chioma nelle piante coltivate con il substrato testimone (17,8) e un maggior sviluppo verso l'apparato radicale con la tesi 40/10 (11,5).

Dal punto di vista generale (Figg. 102, 103, 104 e 105), per quel che riguarda la percentuale di sostanza secca, si è notato che le piante allevate con la sola lolla di riso hanno evidenziato le percentuali maggiori sia per la parte epigea che per l'apparato radicale (39,5% di sostanza secca totale). La presenza del compost ha influito negativamente facendo registrare le più basse percentuali nelle piante allevate con più del 30% di compost (in media, 31,9% di sostanza secca totale). Infine, con il substrato testimone, si sono riscontrate, sulla chioma e sul totale, percentuali simili a quelle riscontrate con le tesi contenenti il 10 e 20% di compost (rispettivamente in media, 36,1 e 34,7%).

Per quanto riguarda la percentuale di sostanza secca delle radici, i risultati ottenuti non hanno evidenziato differenze significative tra i substrati, con una media del 21,4%.

DISCUSSIONE

Le analisi fisiche eseguite hanno riguardato: il peso volumico apparante, la porosità totale e la relativa suddivisione in macro e microporosità.

Sostanzialmente l'aumento del compost, e la parallela diminuzione della lolla, hanno aumentato la densità apparente, ottenendo comunque substrati accettabili con il 30% di compost e il 20% di lolla. Con percentuali maggiori di compost e minori di lolla all'interno dei substrati di coltivazione, si sono verificate densità apparenti superiori a 250 kg/m^3 (valore limite di riferimento), maggiore del 223% rispetto quelli riscontrati nel substrato testimone e nella miscela 50:50 di torba:lolla. Anche altri ricercatori hanno riscontrato l'aumento del peso apparente con l'aumentare del contenuto di compost nel substrato (Rea, 2009).

Per quanto riguarda la porosità totale e la porosità per l'aria, queste sono diminuite progressivamente con l'aumento del compost e la conseguente diminuzione della lolla. Normalmente, i substrati usati per il florovivaismo devono avere un'elevata porosità con un intervallo ottimale compreso tra l'80 ed il 95% di cui, a disposizione per l'aria dal 15 al 35% e la rimanente parte a favore della ritenzione idrica (50-80%) (Pozzi e Valagussa, 2009). Nel nostro caso la porosità totale e la porosità per l'aria è risultata non conforme nei substrati contenenti una percentuale superiore del 30% di compost ed inferiore del 20% di lolla (con valori compresi tra il 73 ed il 78% per la porosità totale e tra l'8 ed il 12% per la porosità per l'aria). L'effetto della lolla (caratterizzata da elevata porosità per l'aria) sulla presenza del compost, ha permesso di raggiungere valori accettabili, compresi all'interno dell'intervallo di riferimento, nelle tesi 10/40 e 20/30.

Anche Papafotiou e collaboratori (2004), in una prova eseguita su Poinsettia hanno riscontrato che, con alte percentuali di compost, la porosità totale diminuiva; in altri casi, invece, si sono riscontrati porosità totali maggiori nei substrati costituiti da compost, torba e perlite rispetto ai terricci universali (Lanzi, 2005). Nel nostro caso la presenza del compost all'interno del substrato di coltivazione ha inciso negativamente sui parametri legati alla porosità totale ed alla disponibilità per l'aria, la presenza in

miscela della lolla di riso ha permesso di attenuare tali deficit portando i valori, in alcuni casi, all'interno dell'intervallo ottimale.

Per la capacità di ritenzione idrica, tutte le tesi hanno evidenziato valori ottimali compresi tra il 50 ed il 65%; in tal senso la percentuale più bassa è stata riscontrata con l'utilizzo nel substrato del 50% di lolla, mettendo in evidenza la sua scarsa capacità di trattenere l'acqua di questo materiale come già evidenziato da altri autori (Sambo, 2008; Cattivello, 2009).

Le analisi chimiche hanno verificato una serie di parametri, quali: sostanza secca ed organica, pH, conducibilità elettrica (EC), azoto nitrico, azoto ammoniacale, potassio, sodio, calcio, magnesio, cloro, solfati e anidride fosforica.

In termini di sostanza secca e sostanza organica, si sono riscontrati degli incrementi di valore in corrispondenza della presenza in miscela di lolla e compost; le loro caratteristiche hanno influenzato il quantitativo di sostanza secca all'interno del miscuglio, aumentandola in tutte le tesi. In termini di sostanza organica il compost (caratterizzato da un quantitativo inferiore rispetto gli altri due materiali) ha provocato una riduzione progressiva con l'aumentare della sua presenza all'interno del miscuglio. Probabilmente questo effetto è dà attribuirsi al fatto che questa tipologia di biomassa ha già subito profonde trasformazioni rispetto alla torba ed alla lolla di riso, giustificando il suo minor contenuto di sostanza organica.

Per quanto riguarda il pH e la conducibilità elettrica, i risultati ottenuti hanno evidenziato l'influenza del compost. L'elevata salinità ed il pH neutro-alcalino del compost hanno comportato un aumento dei valori in maniera proporzionale alla percentuale del suo impiego all'interno del substrato. Per il pH si è raggiunta la neutralità con la tesi 50/0 (7,2), evidenziando lo stesso andamento riscontrato da altri autori in prove analoghe che prevedevano l'utilizzo all'interno dei substrati di coltivazione di compost verde derivante da scarti vegetali (Minuto et al., 2006; Rea et al., 2009).

Come detto in precedenza, l'aumento del compost e la parallela diminuzione della lolla hanno aumentato la salinità del miscuglio, raggiungendo il valore massimo di 3,86 ms/cm con la percentuale più alta di compost, nettamente superiore all'intervallo di riferimento (0,20-0,50 mS/cm) (Pozzi e Valagussa, 2009). Valori ritenuti ottimali sono stati riscontrati solamente nel miscuglio lolla:torba (0,45 mS/cm) e valori leggermente

superiori nel substrato aziendale (0,54 mS/cm). In molti casi si preferisce utilizzare, per la coltivazione in contenitore, dei substrati poveri o chimicamente inerti in modo da poter facilmente aggiungere alla soluzione nutritiva gli elementi necessari alle diverse specie, in funzione alle specifiche esigenze della coltura.

Analizzando il contenuto di ioni presenti nelle diverse tesi, si sono evidenziati valori superiori di riferimento per la maggior parte degli elementi nutritivi analizzati, fatto salvo per i quantitativi di azoto ammoniacale riscontrati nelle tesi 20/30, 30/20 e 40/10, e di anidride fosforica nelle tesi 0/50 e 10/50, che sono rientrati all'interno dell'intervallo di riferimento (Pozzi e Valagussa, 2009).

In particolare l'aumento del compost, e la diminuzione della lolla, hanno comportato aumenti in termini di: azoto nitrico, potassio, sodio, calcio, magnesio, cloro e solfati, mostrando valori nettamente superiori all'intervallo di riferimento. Diversamente, i quantitativi più bassi registrati per l'anidride fosforica e l'azoto ammoniacale sono stati rilevati nei substrati contenti il 50% di compost. Anche altri autori hanno riscontrato con il compost una diminuzione di questi due parametri con l'utilizzo del compost (Brazzale, 2013). Va fatto notare, comunque, che anche il substrato aziendale ha presentato, per molti parametri, valori discostanti da quelli di rifermento (superiori per: azoto ammoniacale, potassio, calcio, solfati e anidride fosforica (Pozzi e Valagussa, 2009); questo è facilmente giustificabili dal fatto che si tratta di torba commerciale per la quale sono già stati integrati parte degli elementi nutritivi necessari alle piante.

Analizzando l'accrescimento delle piante si sono avuti comportamenti diversi tra le diverse specie (abelia e rosa) e diversi tra le due grandezze di contenitore (vaso diametro 15 cm e 19 cm).

Infatti, dalle prove di coltivazioni eseguite è emerso che la rosa, invasata su vaso 15, appare poco tollerante all'uso del compost; gli indici di crescita, il numero di rami e la loro lunghezza hanno evidenziato valori via via inferiori con l'aumentare della percentuale di compost all'interno del substrato, provocandone la morte di tutte le piante con l'utilizzo del 50%. La presenza della lolla di riso in percentuali maggiori rispetto al compost ha contenuto l'effetto negativo di quest'ultimo, con particolare riferimento al peso secco delle foglie, per le quali si sono verificati valori simili al testimone nelle piante coltivate con il 40 e 50% di lolla, ed al rapporto C/R che è stato

maggiore con la tesi contenente la sola lolla.

Diversamente, l'abelia si è dimostrata più rustica; l'influenza negativa del compost, verificatasi comunque anche per questa specie, è parsa meno evidente, con indici di sopravvivenza nettamente superiori alla rosa.

In questo caso, i pesi secchi di foglie e fusti non hanno risentito della presenza in diverse percentuali di compost e lolla, i quali si sono dimostrati inferiori in pari misura rispetto al testimone (rispettivamente -46 e -48% rispetto al testimone). Anche il rapporto C/R è risultato diverso, le piante di abelia coltivate con il 50% di compost hanno evidenziato un rapporto simile al testimone e maggiore a tutte le altre tesi.

Relativamente all'abelia rinvasata di abelia dal vaso 15 al 19, la risposta è stata migliore. L'accrescimento rilevato all'ultimo rilievo è risultato simile in tutte le tesi; con questa tipologia di coltivazione la presenza in diverse percentuali di compost e lolla non ha prodotto effetti negativi sull'indice di crescita delle piante.

In termini di peso secco, l'apparato radicale non ha presentato alcuna differenza tra le diverse tesi ed il testimone. Mentre per le foglie e i fusti i valori maggiori riscontrati nel testimone non sono stati dissimili (dal punto di vista statistico) da quelli riscontrati nelle piante allevate con quantitativi simili di compost e lolla (tesi 20/30 e 30/20). Solamente il rapporto C/R e la percentuale di sostanza secca dei vari organi delle piante sono stati influenzati dalla presenza del compost, per le quali ha provocato una riduzione lieve dei valori. Da notare come le piante allevate con il 50% di lolla hanno prodotto, per tutte le varie parti della pianta, le percentuali più alti di sostanza secca, e valori simili al testimone per il rapporto C/R.

In linea generale le piante di abelia in vaso 19 hanno risposto meglio rispetto alle talee coltivate in vaso 15. Sicuramente l'età della pianta ha svolto un ruolo importante nel determinare la risposta della stessa. Per le talee, pur essendo già radicate, la prima fase di affrancamento è molto più problematica di quella per le piante adulte. In aggiunta a questo, l'incidenza dei nuovi substrati nel rinvaso dell'abelia da vaso 15 al 19 è stata inferiore rispetto all'invaso delle talee; infatti la capienza totale di 3,9 litri del vaso 19, solamente 2,4 litri (ovvero il 61,5%) sono stati riempiti con i substrati oggetto di studio. In pratica in questa tipologia di produzione le piante si sono giovate di un effetto di diluizione. Questi risultati sono in accordo con quanto osservato da Brazzale (2013) in prove analoghe.

CONCLUSIONI

Con questo lavoro di sperimentazione sono state messe in evidenza le differenti caratteristiche fisiche e chimiche dei diversi substrati a base di torba con l'aggiunta di diverse percentuali di lolla di riso e compost.

Le analisi chimico-fisiche eseguite sui vari miscugli hanno evidenziato subito alcuni limiti nell'utilizzo del compost in elevate percentuali; i parametri maggiormente influenzati da quest'ultimo sono stati: l'elevata densità apparente, la scarsa porosità totale e per l'aria, e l'elevata salinità. L'utilizzo in miscela della lolla ha permesso di contenere questa influenza, riuscendo a portare all'interno dell'intervallo di riferimento i valori relativi alla densità apparente e dalla porosità totale e per l'aria, e riducendone la salinità, nei substrati contenenti almeno il 20 e il 30% di lolla.

Dalle prove di coltivazione eseguite, la rosa da talea invasata su vaso 15 è risultata poco tollerante, essendo stata influenzata negativamente dal compost. Più rustica è apparsa l'abelia, anche se i valori di accrescimento ottenuti con le più alte percentuali di compost, e le più basse di lolla, sono risultati comunque poco soddisfacenti (soprattutto nei riguardi dei pesi freschi di foglie e fusti). Le diverse percentuali di compost e di lolla all'interno del substrato di coltivazione hanno prodotto, tra abelia e rosa, una risposta diversa in termini di pesi secchi dei vari organi della pianta; mentre con la rosa l'aumento del compost ha tendenzialmente ridotto i valori, in abelia c'è stata pochissima differenza (dal punto di vista statistico) tra la tesi 0/50 e 50/0.

Andando a confrontare invece i risultati di abelia nei due vasi, è apparso chiaro come le piante nel vaso 19 abbiano risposto meglio alla presenza del compost e della lolla, dimostrandosi più rustiche nei loro confronti, evidenziando parametri biometrici di accrescimento e pesi secchi simili a quelli del testimone.

In definitiva, la riduzione all'interno dei substrati di coltivazione del 50% della torba, attraverso l'apporto in miscela di questi due materiali, è risultata eccessiva per la coltivazione di talee in vaso 15; in linea generale per entrambe le specie non sono stati raggiunti risultati accettabili dal punto di vista operativo. Diversamente, i risultati soddisfacenti ottenuti su abelia in vaso 19, suggeriscono il valido impiego di questi

materiali alternativi alla torba per i rinvasi; grazie alla maggiore tolleranza della pianta legata al suo grado di maturità e, probabilmente, all'effetto di diluizione del substrato.

BIBLIOGRAFIA

1. ACCATI G.E. e DEAMBROGIO F. (1992). *L'impiego di miscugli per l'ottenimento di substrati.* Colture protette. 5, 75-80.
2. AENDEKERK Th. G. L., CEVAT H., DOLMANS N., VAN ELDEREN C., KIPP J.A., DE KREEIJ C., SONNEVELD C., VERHAGEN J.B.G.M. e WEVER G., (2000). *International substrate manual.* Elsevier international.
3. ANGELINI R. e VIGGIANI P., (1998). *Dicotiledoni spontanee e infestanti.* Bayer Edizioni. l'Informatore Agrario Spa.
4. ARMSTRONG H., (2014). *No response to bio-alternative for peat.* FlowerTech 7 (3) 24-25.
5. ARNOLD M.A., WILKERSONO D.C. (1993). *Dare un impulso diverso alla produzione in contenitore.* The Texas Nuerseyman Vol. 24 N. 9, 1993.
6. BARTOLINI G., PETRUCCELLI R. (1991). *I substrati nel vivaismo*. Colture protette 6/1991.
7. BENITO M., MASAGUER A., DE ANTONIO R., MOLINER A., (2005). *Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media.*Bio resour. Technol. 96:597–603.
8. BRAZZALE L.(2013). *Effetto di dosi crescent di compost sull'allevamento di specie arbustive ornamentali in vaso.* Relatore Zanin G. DAFNAE, Facoltà di Agraria, Università degli studi di Padova, Legnaro.
9. BORD NA MONA (2014). Ultimo contatto 15/12/2014 (www.bnm.ie).
10. BRAGG N., (1998). *Grower handbook 1. Growing media*. Nexus media limited, Nexus house Swantley, Kent.
11. BUCK J.S., (2008). *The use of ground parboiled fresch rice hulls as an alternative horticultural root substrate component for containerized greenhouse crop production.* University of Arkansas, Fayetteville, AR.
12. BUCK J.S., EVANS M.R., (2010). *Physical proprieties of ground parboiled fresch rice hulls used as a horticultural root substrates.* HortScience 45:643-649.
13. BUNT A.C. (1988) – *Media and mixes for container grown plants*. 2° Ed. Unwin

Hyman Ltd., London.

14. CATTIVELLO C. (1990). *Valutazione analitiche sulle principali torbe di sfagno commercializzate nel nostro paese.* L'informatore agrario 30/90.
15. CATTIVELLO C., (2005). *Le torbiere d'Europa prima tappa: Irlanda*. Colture protette 4, 2005.
16. CATTIVELLO C., (2005). *Le torbiere d'Europa seconda tappa: Finlandia*. Colture protette 6, 2005.
17. CATTIVELLO C., (2009). *La torba.* In Accheo P. e Cattivello C. (ED) *I substrati di coltivazione. Aspetti teorici ed applicativi di un fattore chiave delle produzioni in contenitore.* Edagricole. Bologna.
18. CATTIVELLO C., BASSI M. (1990). *Valutazioni analitiche e colturali sui terricci più diffusi in ortoflorovivaismo*. L'informatore agrario 24/90.
19. CATTIVELLO C. (1990). *Valutazione analitiche sulle principali torbe di sfagno commercializzate nel nostro paese.* L'informatore agrario 30/90.
20. CENTEMERO M., CAIMI V., ADANI F., (2001). *L'impiego di compost in agricoltura "The use of compost in agricolture". http://www.chimic-cannizzaro.it.*
21. DE BOODT M., VERDONK O. (1972). *The physical properties of the substrates in horticulture*. ActaHoticulturae 26:37-44.
22. DE DATTA S.K., (1981). *Principles and practices of rice production.* John Wiley & Sons, Inc. New York.
23. DE GUARDIA A., PETIOT C., (2004). *Composting in a laboratory reactor: a review* – compost Science e Utilization. Vol.12:69-79.
24. DUEITT S., NEWMAN S.E., (1994). *Physical analysis of fresh and ages rice hulls used a peat moss substitute in greenhouse media .* Proc. Southern Nursey Research Conf. 39:81-85.
25. EINERT A.E. (1972). *Performance of rice hull media for pot Easter lilies under three forcing systems.* HortScience Vol.7:60-61.
26. EVANS M.R., GACHUKIA M.M., (2004). *Fresch parboiled rice hulls serve as an alternative to perlite in greenhouse crop substrates.* HortScience. 39:232-235.
27. EVANS M.R., GACHUKIA M.M., (2007). *Physical proprieties of sphagnum peat-based root substrates amended with perlite or parboiled fresh rice hull.* HortTechnology 17:312-315.

28. FERRINI F. (2002). *Tecniche di gestione del vivaio rispettose dell'ambiente.* L'informatore Agrario 40/2002, 63-70.
29. FINI A. (2008). *Selezione in vivaio: il metodo di produzione.* Acer 3/2008, 103-104.
30. GARCIA-GOMEZ A., BERNAL M.P., (2002). *Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes.* Bioresource Tech. 83:81-87.
31. GETTER K.L., ROZEBOOM D.W., (2014). *Animal tissue compostas a potential sustrate amendment for production of four annual floriculture crops.* Acta Hort.
32. GOMEZ C., ROBBINS J., (2011). *Pine bark substrates amended with parboiled rice hulls: physical proprieties and growth of container-grown spirea during long-term nursey production.* Acta Horticulturae.
33. GONZALES R.F., COOPERBAND L.R., (2002). *Compost effects on soil physical propreties and field nursery production.* Acta Horticulturae.
34. GRAIFEMBERG A., TESI R. (1969). *L'impiego dei substrati in serra: un tema di attualità*. Informatore di ortoflorofrutticoltura, 23:1969.
35. GRIGATTI M., GIORGIONI M.E., CAVANI L., CIAVATTA C., (2007). *Vector analysis in the study of the nutritional status of philodendron cultivated in compost-based media.* Scientia Horticulturae, Vol.12, pp. 448-455.
36. INTERNATIONAL PEAT SOCIETY (2008). *Peat as a resource*. Ultimo contatto 09/12/2014. (www.ips.org).
37. INTERNATIONAL PEAT SOCIETY (2001). *Statement on the wise use of peatland*. Ultimo contatto 09/12/2014, (www.ips.org).
38. INTERNATIONAL PEAT SOCIETY (2008). *The global peat initiative*. Ultimo contatto 09/12/2014. (www.ips.org).
39. INTERNATIONAL PEAT SOCIETY (2008). *Peatlands*. Ultimo contatto 09/12/2014, (www.ips.org).
40. ISPRA (2010). *La conservazione ex situ della biodiversità delle specie vegetali spontanee e coltivate in Italia.* Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Manuali e linee guida 51/2010.
41. JOONSTEN H., DONAL C., (2002). *The wise use of mires and peatland. Background and principles including a frame work for decision.* Ultimo accesso 10/06/2014 (www.mirewiseuse.com).
42. JULIANO B.O., (1985). *Rice hull and rice straw.* Chemistry and Tecnology Juliano

B.O. ed Am. Assoc. Chem: St. Paul, MN.

43. JULIANO B., MANINGAT C., PASCUAL C. (1987). *Proprietes of fraction of rice hull* – Phytocem. Vol. 26:3261-3263.
44. LAICHE S.J.Jr., NASH V.E. (1990). *Evaluation of composted rice hulls ans a lightweight clay aggregate as components of container-plaint growth media.* Hortscience Vol. 8:14-18.
45. LANZI A. (2005). *I substrati alternativi alla torba: verifiche sperimentali sull'impiego di compost e fibra di cocco nell'ortoflorovivaismo*. relatore: Prof. Pardossi A. Facoltà di Agraria, Università di Pisa.
46. LARSSON L.E. (2005). *Peat in Sweden cutwaypeatlands to be restored.* Ultimo accesso 10/12/2014 (www.torvforsk.se).
47. L'INFORMATORE AGRARIO (1998). Fertilizzanti organici.
48. KADLEC R.H., KNIGHT R.L. (1996). *Treatment weatlands*. Lewis Publisher, CRC Pres, Inc, Bona Ration, FL 853.
49. KAMATH S.R. and PROCTOR A. (1998). *Silica gel from rice hull ash: preparation and characterization.* Cereal Chem. 75(4): pp 484-487.
50. KAMPF A.N., JUNG M., (1991). *The use of carbonized rice hulls as an horticultural substrate.* Acta Hort. 294:271-283.
51. MALORGIO F. (2004). *Le colture fuori suolo per le produzioni floricole di serra.* Quaderno Arsia 5/2004.
52. MININNI C., SANTAMARIA O., (2012). *Posidonia-based compost as a peat substitute for lettuce transplant production.* Acta Horticolturae.
53. PAPAFOTIOU M., CHRONOPOULOS J., KARGAS G., VOREAKOU M., LEODARITIS N., LAGOGIANI 0., GAZI S., (2001). *Cotton gin trash compost and rice hulls as growing medium components for ornamentals.* J. Hort. Sci. Biotechnol. 76 pp. 431-435.
54. PAPAFOTIOU M., PHSYHALOU M., KARGAS G., CHATZIPAVLIDIS I., CHRONOPOULOS J., (2004). *Olive-mill wastes compost as growing medium component for the production of poinsettia.* Scientia Horticulturae 102, pp. 167-175.
55. PARDOSSI A., INCROCCI L., MARZIALETTI P, BIBBIANI C. (2009). *I substrati e la coltivazione delle piante in contenitor.* fertilitas Agrorum 3 (1) 2009 pp. 22-31.
56. PASQUINI T., MUGNAI S., (2006). *Compost di qualità e colture ornamentali in*

contenitore. Dip. Ortoflorofrutticoltura, Università di Firenze (www.cespevi.it).

57. PERELLI M., PIMPINI F. (2003). *Coltivazioni fuori suolo.* Il nuovo manuale di concimazione. 1° Ed. Arvan. Mira-Venezia.
58. PIMPINI F. (2001). *Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo.* Veneto Agricoltura.
59. PINAMONTI F., CENTEMERO M., (1997). *Compost nella preparazione di terricci e substrati coltural.* L'informatore Agrario 44: 51-55.
60. PONCHIA G., SIMEONI S., ZANIN G. (2010). *Influence of winter pruning on ornamental grown in two kinds of container.* Acta Horticulture 881 pp. 581-584.
61. POZZI A., VALAGUSSA M., (2009). *Caratterizzazione agronomica dei substrati di coltivazione: metodologie ed esperienze a confronto.* MAC, Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l., Fertilitas Agrorum 3 (14) pp. 50-55.
62. PRYCE S., (1991). *Alternative to peat.* Professional Hortic., 5:101-106.
63. PUUSTJÄRVI V., (1973). *Peat and its use in orticulture.* Turveteollisuusliitto ry., 160 pp.
64. RAVIV M., CHEN Y., INBAR Y., (1986). *Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants* - The Role of Organic Matter in Modern Agriculture. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 257–287.
65. SAMBO P., SANNAZZARO F., EVANS M.R., (2008). *Physical properties of ground fresh rice hulls and sphagnum peat used for green house root substrates.* HortTecnology vol.18 (3) pp. 384-388.
66. SANNAZZARO 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).
67. SCIORTINO A. (2003). *Origine, consistenza, diffusione e sviluppo del florovivaismo italiano.* Italus Hortus. Vol. 10, supplemento al n. 4, luglio-agosto 2003,pp. 41-49.
68. SIMINIS H.I., MANIOS V.I., (1990). *Mixing peat with MSW composts.* BioCycle 31(11):60-61.
69. TATUM D., WINTER N., (1997). *Rice hull ash as a potting substrates for bedding plants.* Proc. Southern Nursey Assoc. Research Conf. 42:121-122.
70. TESI R. (1984). *Substrati in ortofloricoltura*. Colture protette 12/1984.
71. TESI R. (2008). *Colture protette. Ortoflorovivaismo in ambiente mediterraneo.* 6°

Ed. Il Sole 24 Ore. Edagricole, Milano.

72. VEZZOSI C. (2003). *Vivaistica ornamentale.* Edagricole.
73. VIGGIANI P. (1998). *Erbe spontanee e infestanti: tecniche di riconoscimento: graminacee.* Bayer, Milano
74. ZANIN G., SAMBO P., PONCHIA G., (2010). *Production of containerized boxwood with different substrates and fertilizer rates* - Acta Hort. 927:1021-1028
75. ZUCCONI F., PERA A., FORTE M. (1981). Evaluating toxicity of immature compost

SITI CONSULTATI

ARPAV – La tecnologia del compostaggio (2001) – (www.arpa.veneto.it)

CNR – Dipartimento di Scienze Bio-Agroalimentari (2012) – L'attività vivaistica in Italia – Lo stato dell'arte e le innovazioni di ricerca (www.daa.cnr.it)

ISPESL (2002) – Profilo di rischio sul floro-vivaismo (www.ispesl.it)

IPS – International Peat Society (www.peatsociety.org)

ISTAT – Lo spazio economico dell'agricoltura veneta del 2010 (www.istat.it)

MIPAAF – Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (www.politicheagricole.it)

www.mediopiave.it

www.dicyt.com

www.fieradelriso.it

FIGURE E FOTO

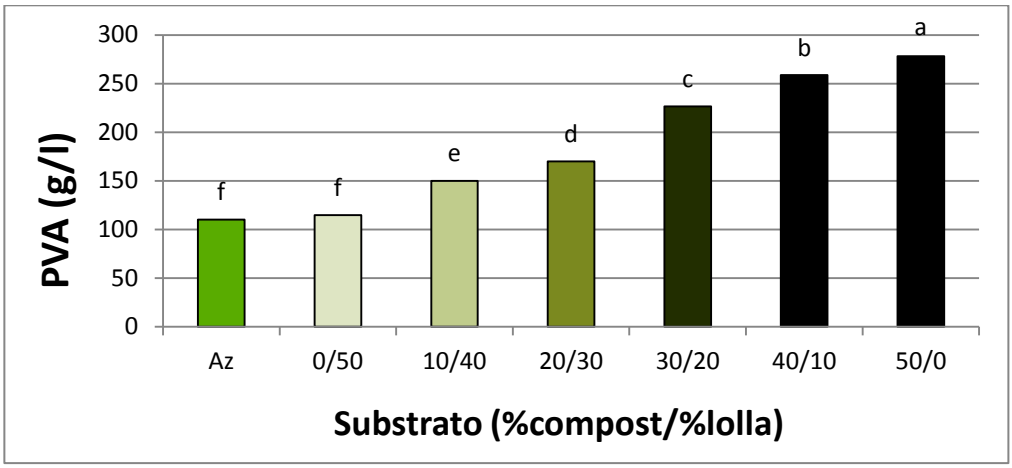


Figura 21. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul peso volumico apparente (PVA) dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

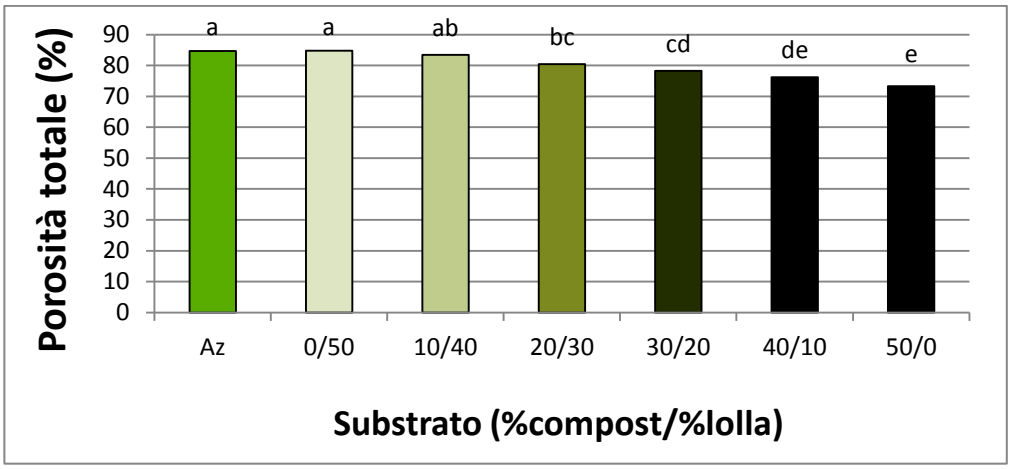


Figura 22. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sulla porosità totale dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P ≤0.05).

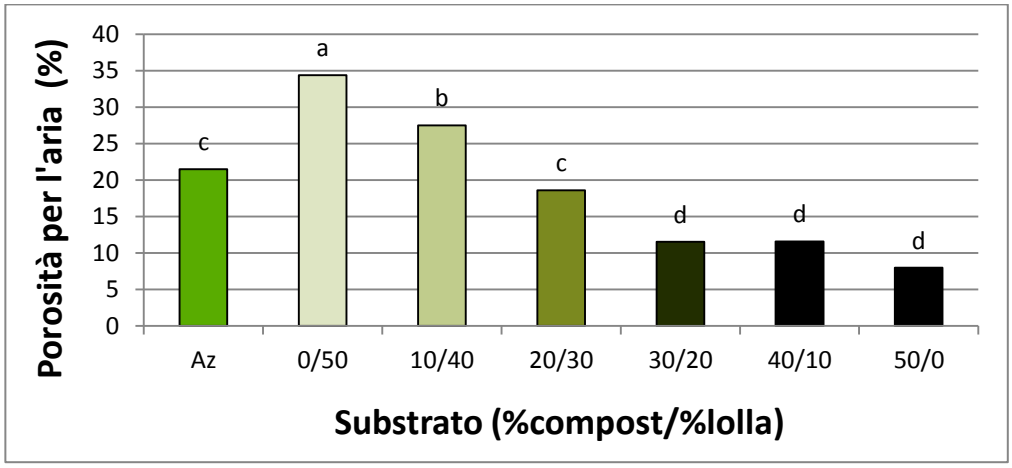


Figura 23. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sulla capacità per l'aria dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

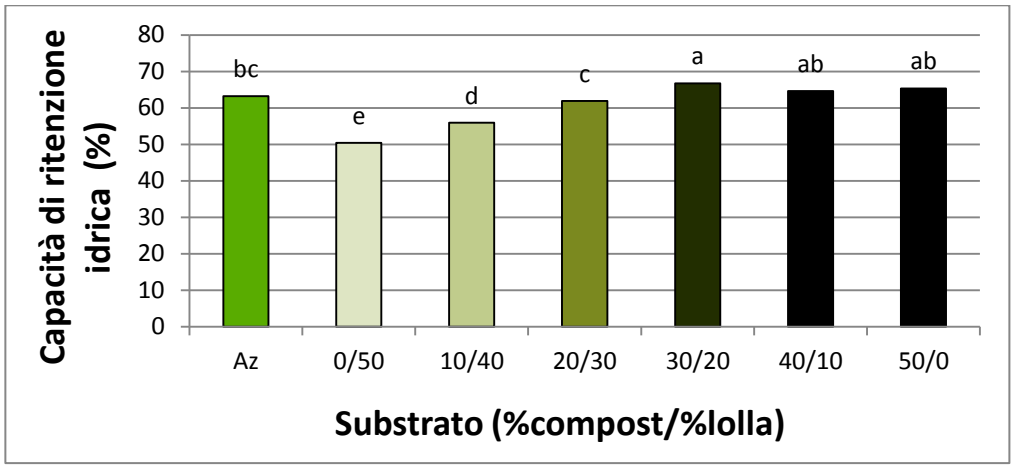


Figura 24. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sulla capacità idrica dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

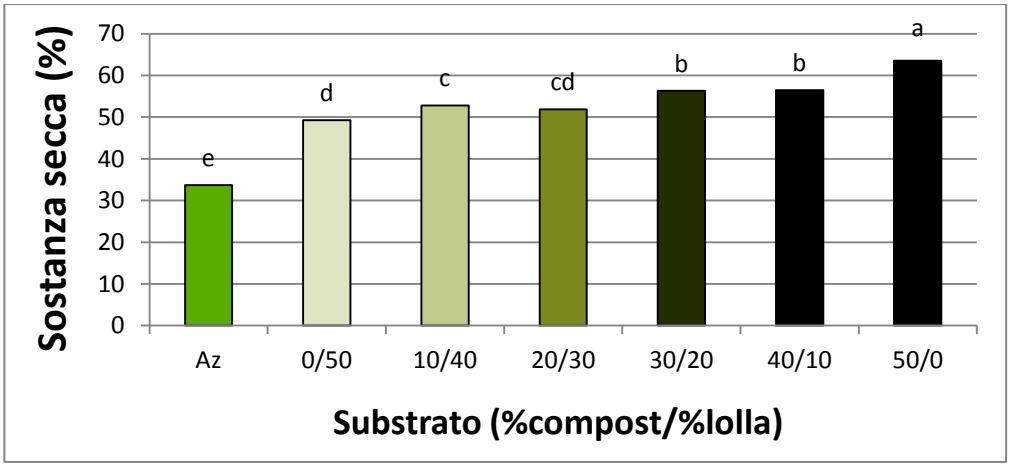


Figura 25. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sulla sostanza secca dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

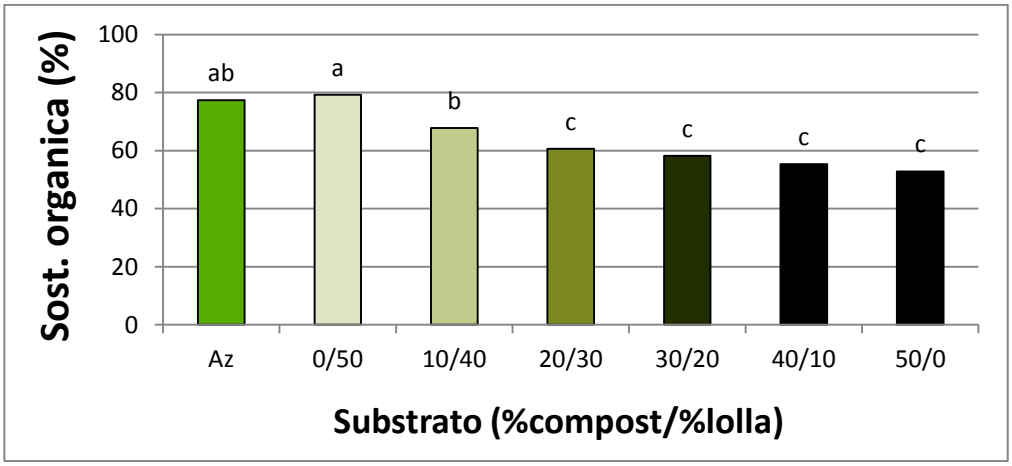


Figura 26. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sulla sostanza organica dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

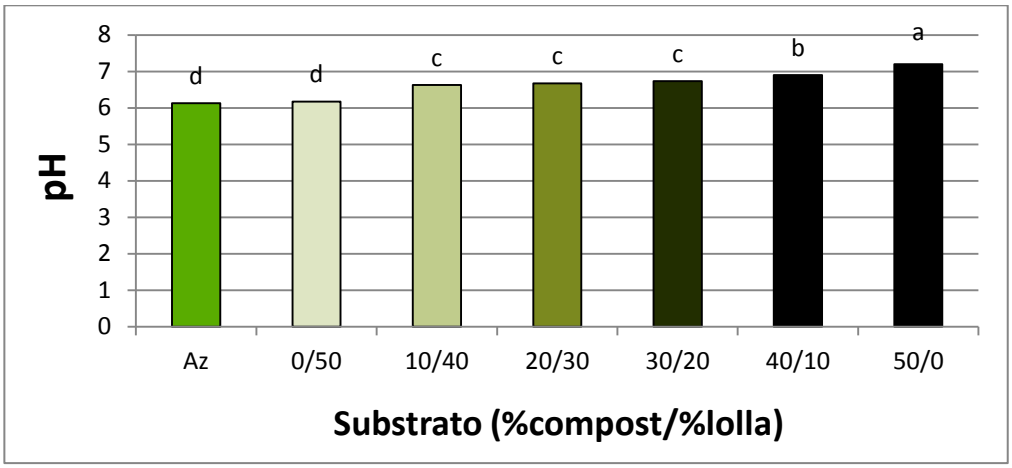


Figura 27. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul pH dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

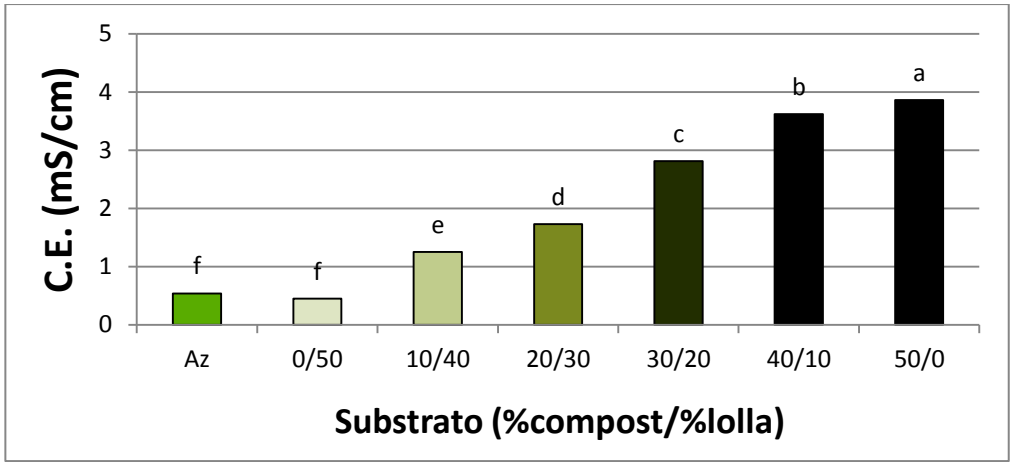


Figura 28. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sulla conducibilità elettrica (C.E.) dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

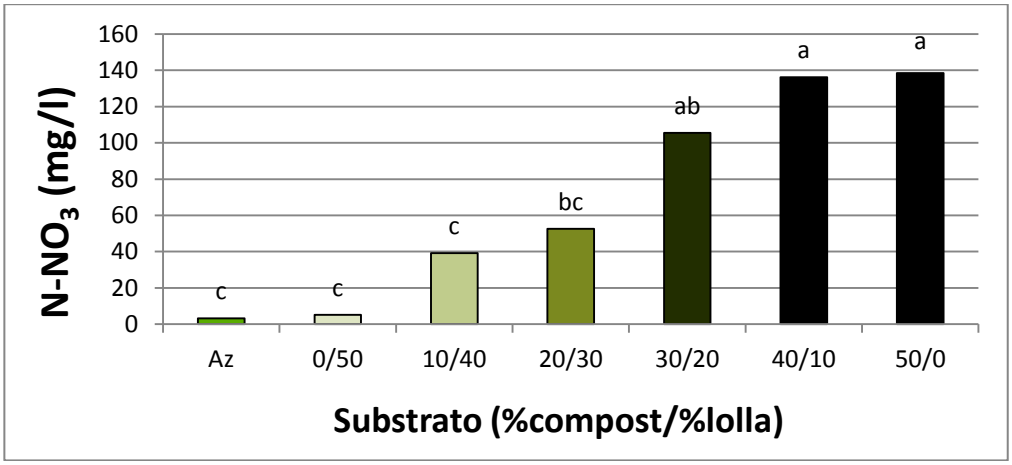


Figura 29. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul contenuto di azoto nitrico ($N\text{-}NO_3$) nell'estratto acquoso dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

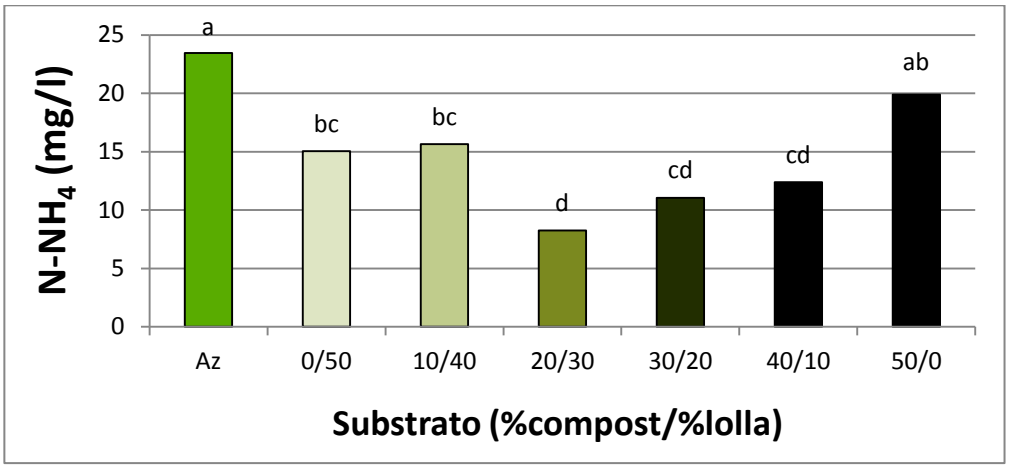


Figura 30. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul contenuto di azoto ammoniacale ($N\text{-}NH_4$) nell'estratto acquoso dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

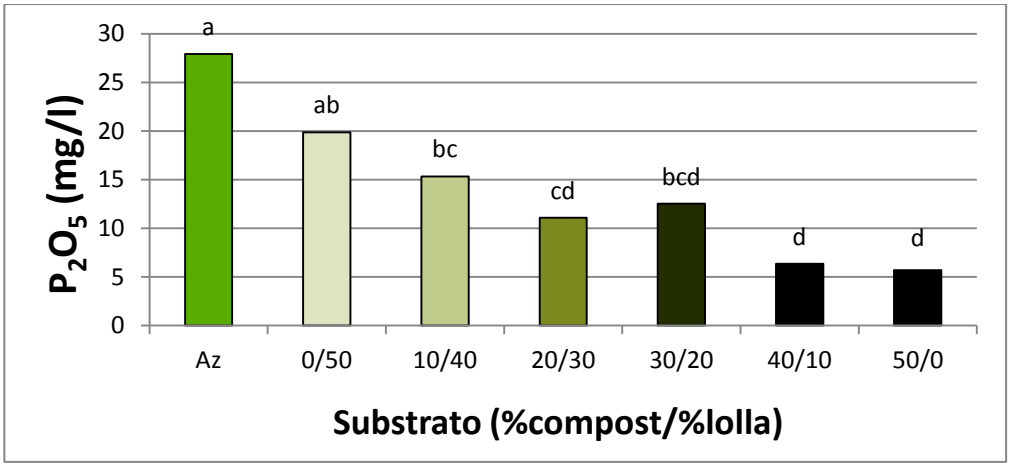


Figura 31. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul contenuto di anidride fosforica (P_2O_5) nell'estratto acquoso dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

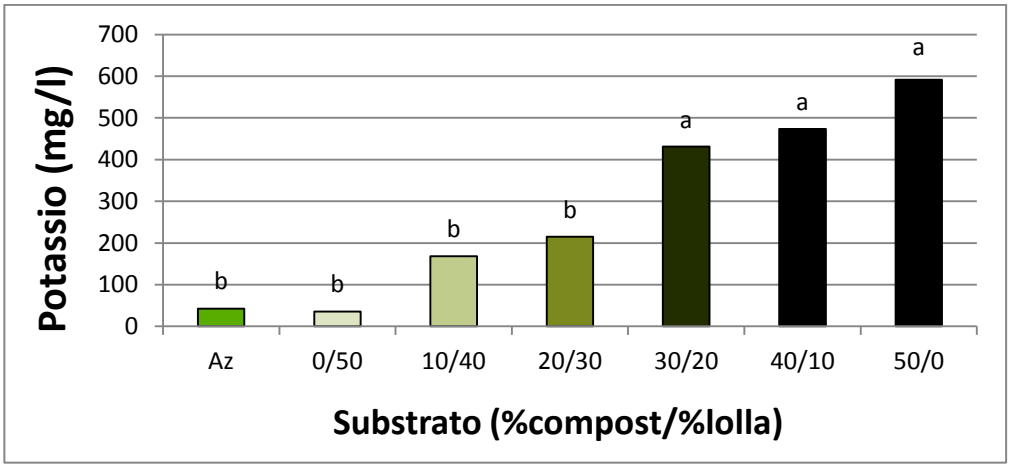


Figura 32. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul contenuto di potassio nell'estratto acquoso dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

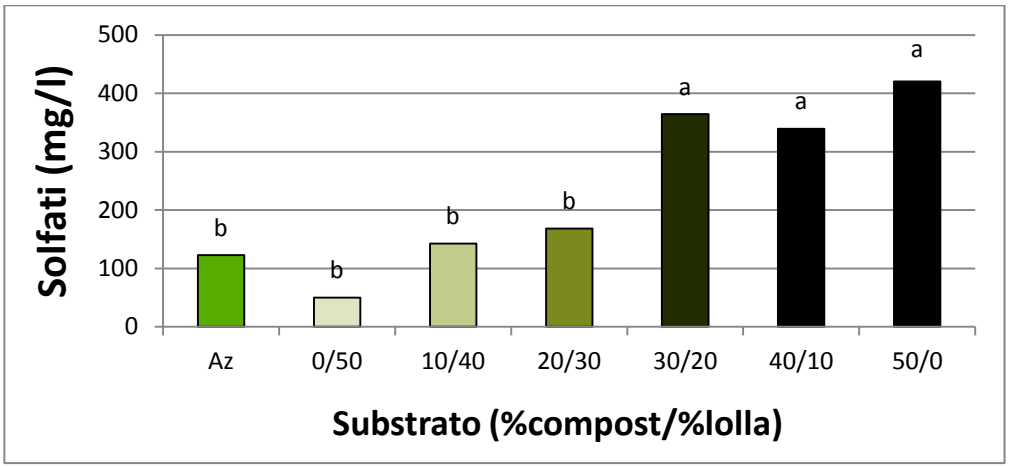


Figura 33. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul contenuto di solfati nell'estratto acquoso dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

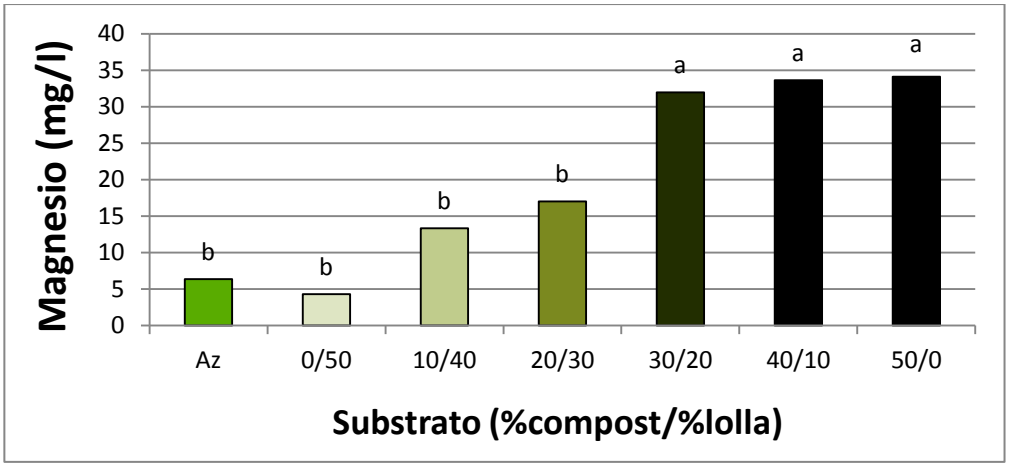


Figura 34. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul contenuto di magnesio nell'estratto acquoso dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

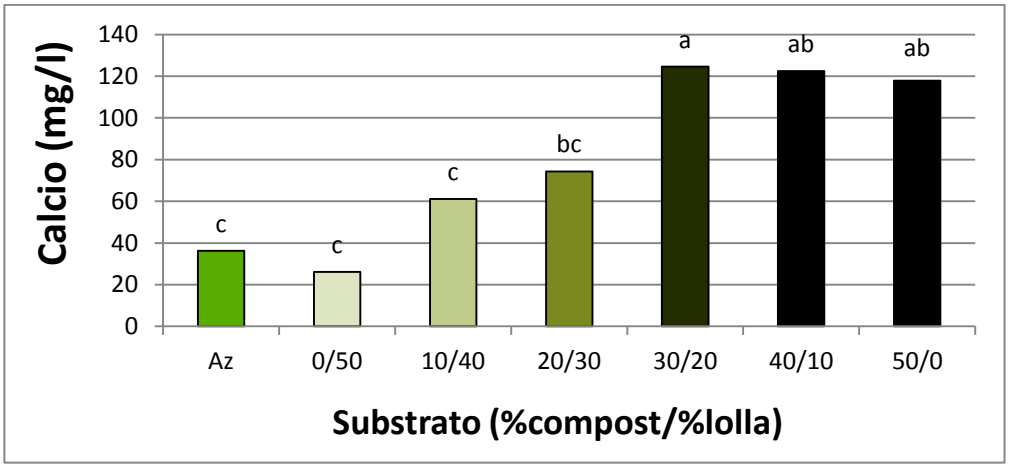


Figura 35. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul contenuto di calcio nell'estratto acquoso dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

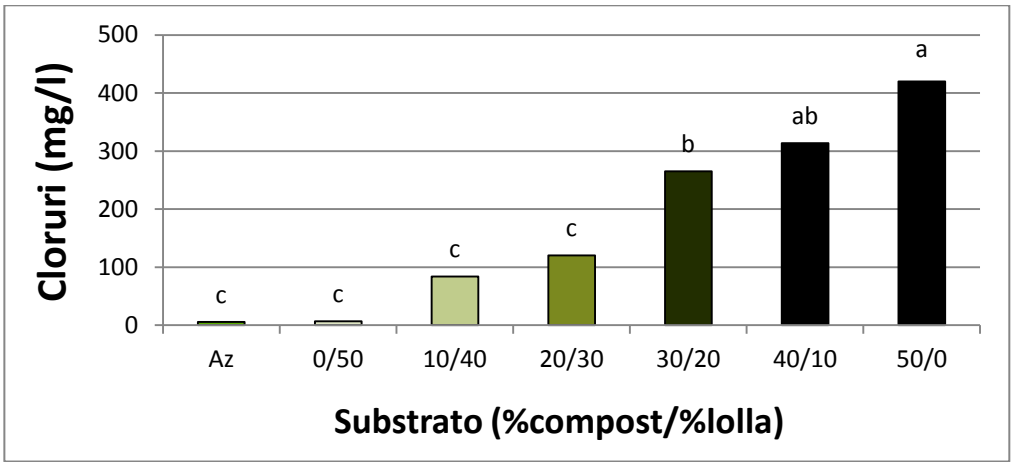


Figura 36. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul contenuto di cloruri nell'estratto acquoso dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

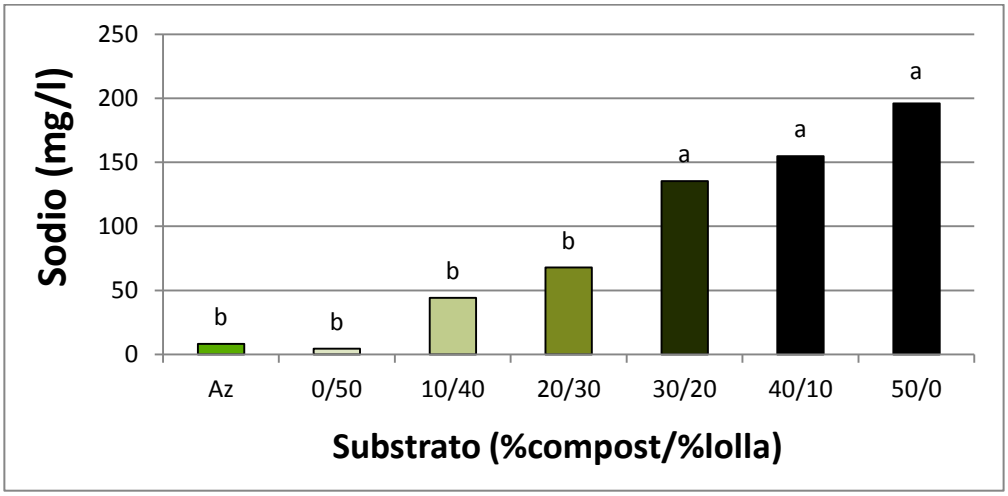


Figura 37. Effetto della percentuale di lolla di riso e di compost sul contenuto di sodio nell'estratto acquoso dei substrati analizzati. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

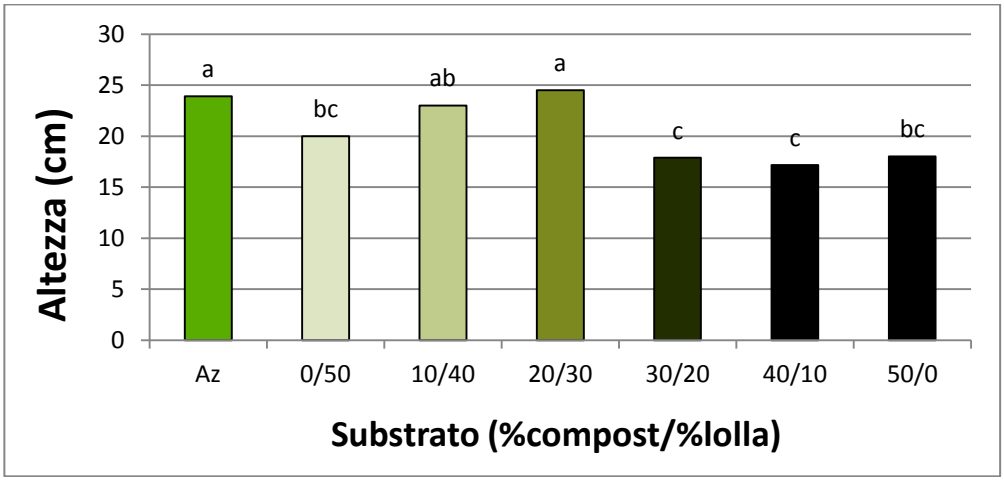


Figura 38. Effetto dei diversi substrati sull'altezza delle piante di Rosa al primo rilievo in itinere (25 luglio 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

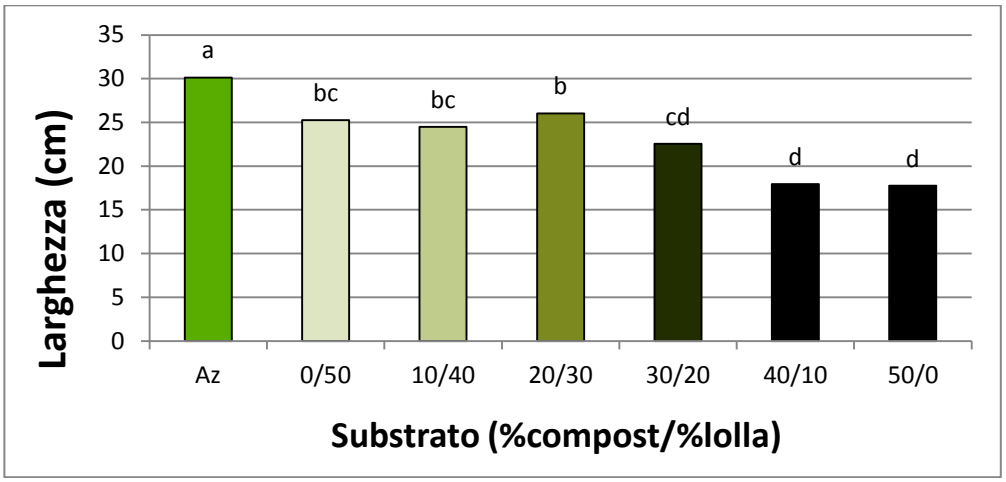


Figura 39. Effetto dei diversi substrati sulla lunghezza media delle piante di Rosa al primo rilievo in itinere (25 luglio 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

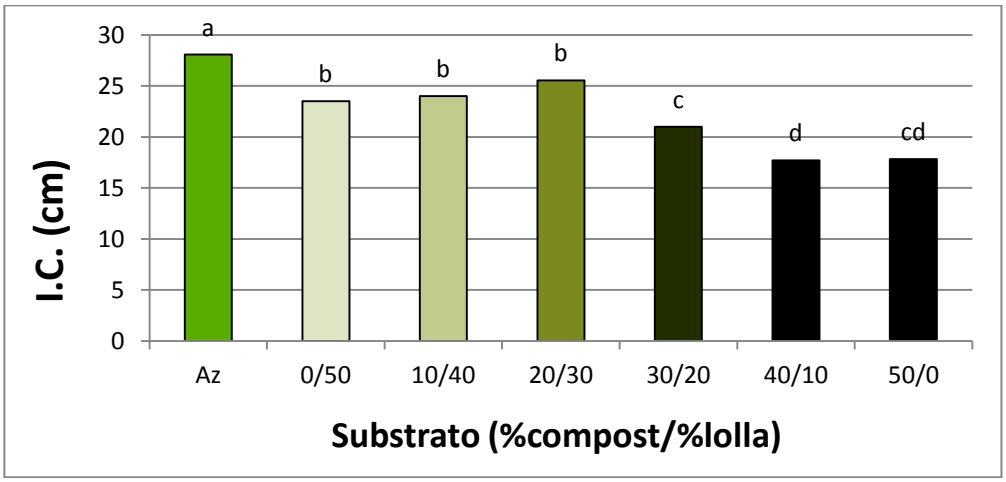


Figura 40. Effetto dei diversi substrati sull'indice di crescita (I.C.) delle piante di Rosa al primo rilievo in itinere (25 luglio 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

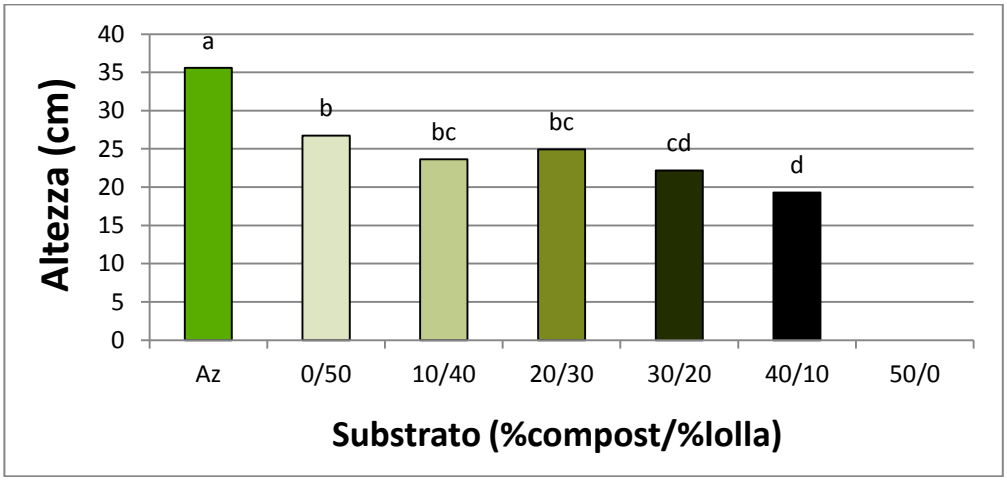


Figura 41. Effetto dei diversi substrati sull'altezza delle piante di Rosa al secondo rilievo in itinere (21 agosto 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

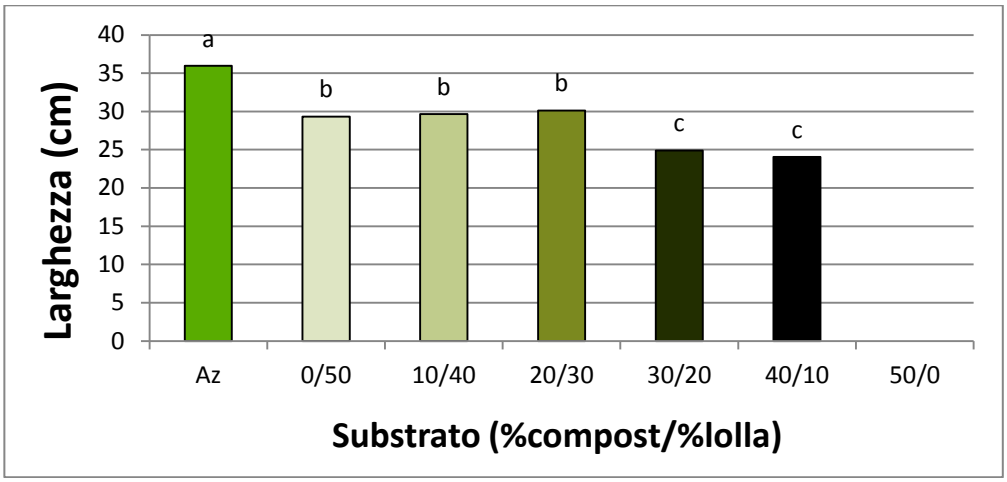


Figura 42. Effetto dei diversi substrati sulla lunghezza media delle piante di Rosa al secondo rilievo in itinere (21 agosto 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

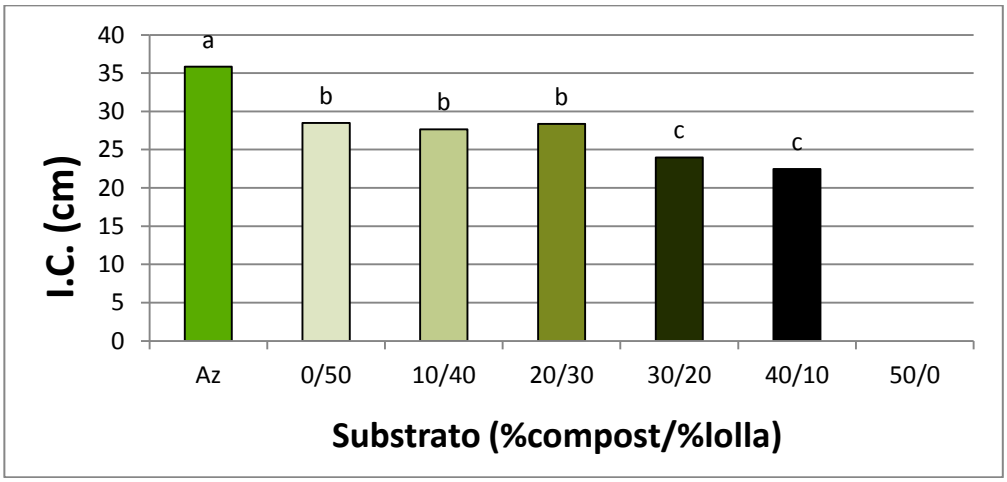


Figura 43. Effetto dei diversi substrati sull'indice di crescita delle piante di Rosa al secondo rilievo in itinere (21 agosto 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

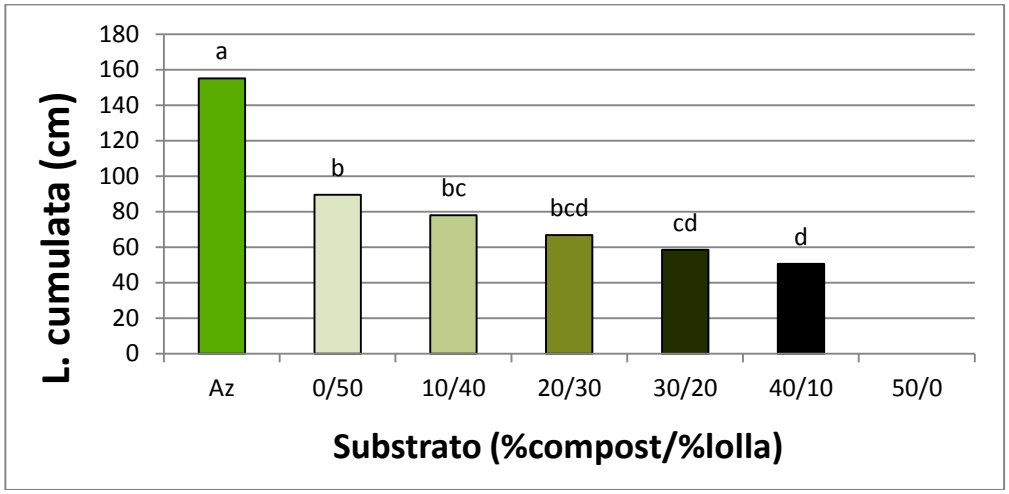


Figura 44. Effetto dei diversi substrati sulla lunghezza cumulativa dei rami presenti nelle piante di Rosa al rilievo distruttivo (06 ottobre 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

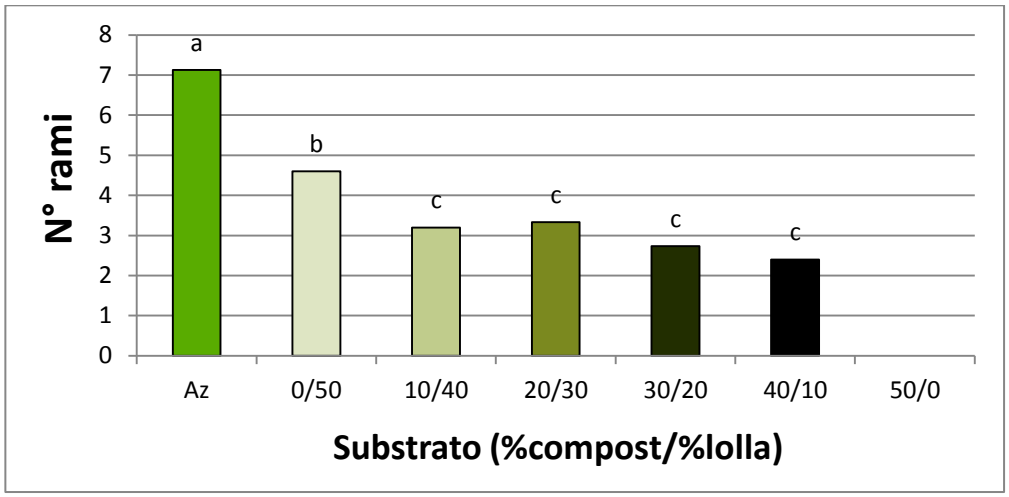


Figura 45. Effetto dei diversi substrati sul numero di rami presenti nelle piante di Rosa al rilievo distruttivo (06 ottobre 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

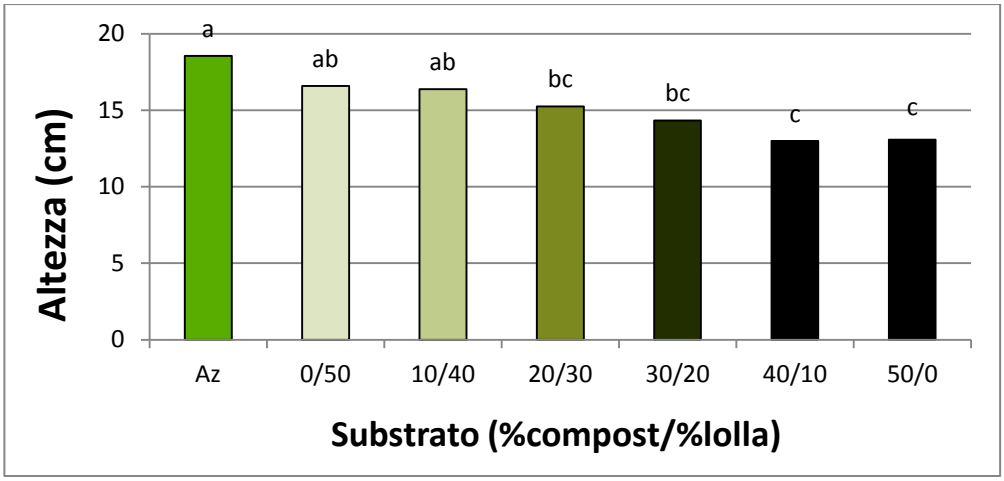


Figura 46. Effetto dei diversi substrati sull'altezza delle piante di Abelia in vaso 15 cm al primo rilievo in itinere (25 luglio 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

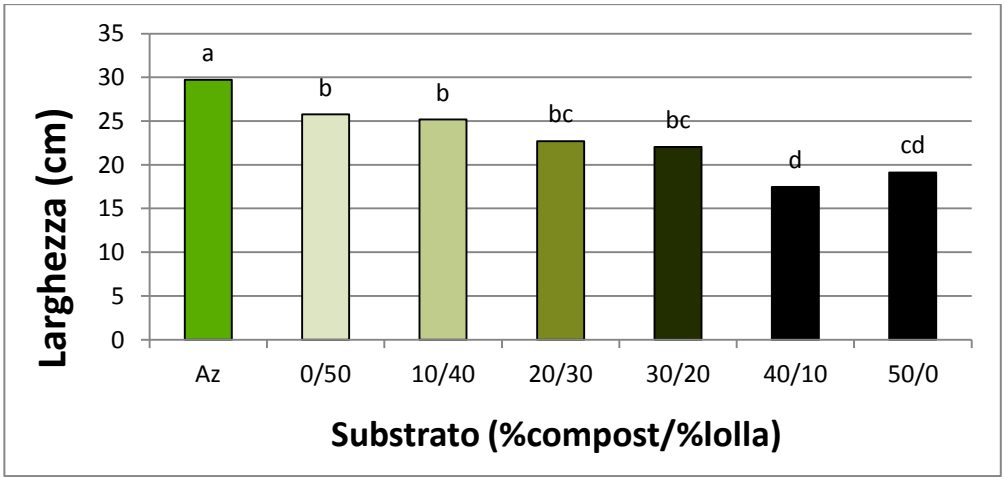


Figura 47. Effetto dei diversi substrati sulla lunghezza media delle piante di Abelia in vaso 15 cm al primo rilievo in itinere (25 luglio 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

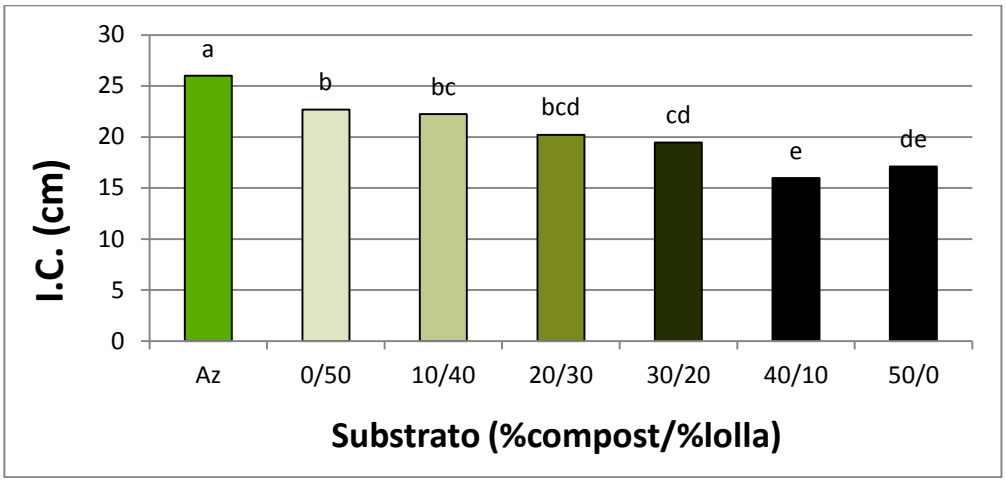


Figura 48. Effetto dei diversi substrati sull'indice di crescita (I.C.) delle piante di Abelia in vaso 15 cm al primo rilievo in itinere (25 luglio 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

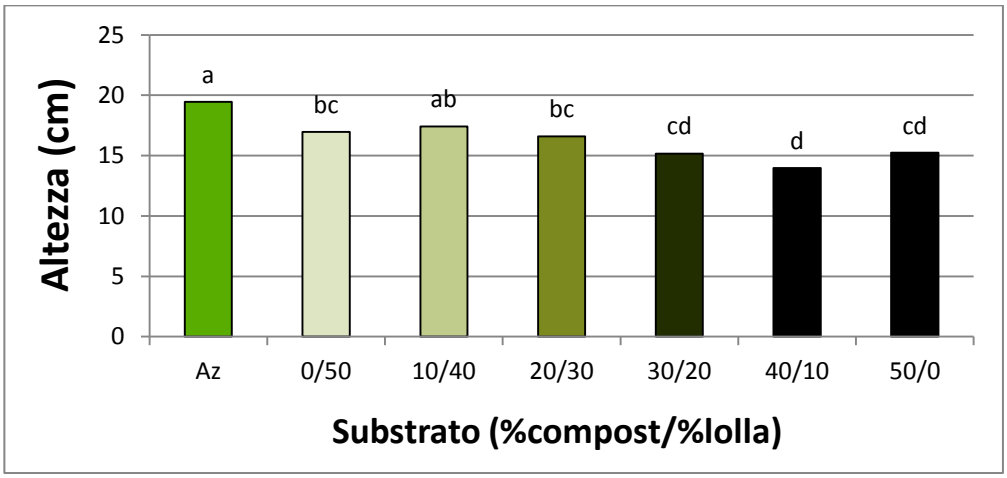


Figura 49. Effetto dei diversi substrati sull'altezza delle piante di Abelia in vaso 15 cm al secondo rilievo in itinere (21 agosto 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

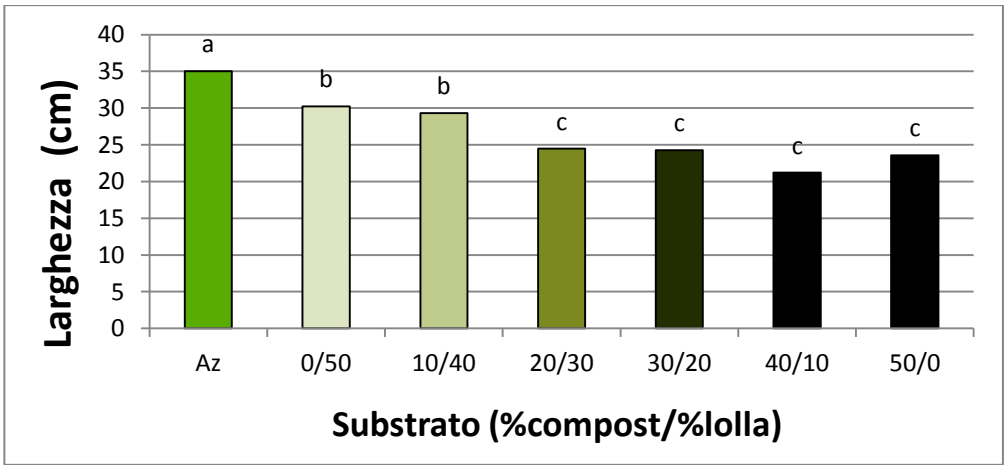


Figura 50. Effetto dei diversi substrati sulla lunghezza media delle piante di Abelia in vaso 15 cm al secondo rilievo in itinere (21 agosto 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

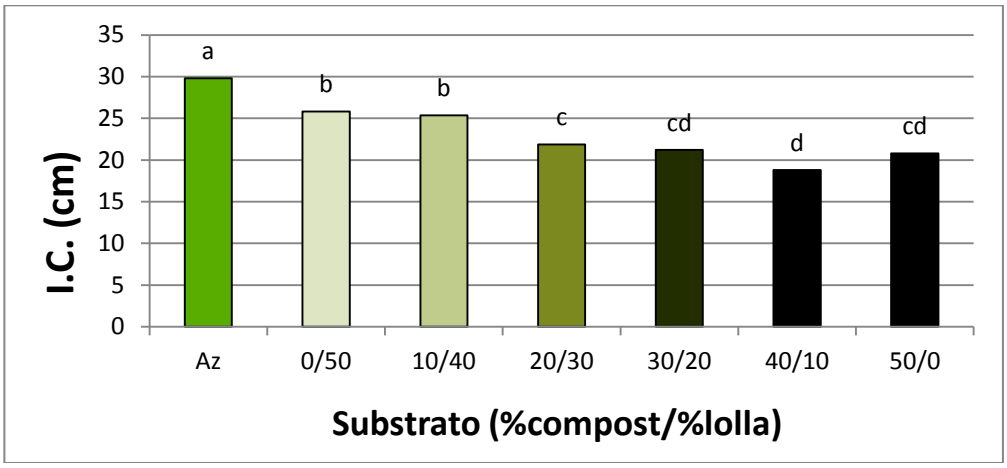


Figura 51. Effetto dei diversi substrati sull'indice di crescita (I.C.) delle piante di Abelia in vaso 15 cm al secondo rilievo in itinere (21 agosto 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

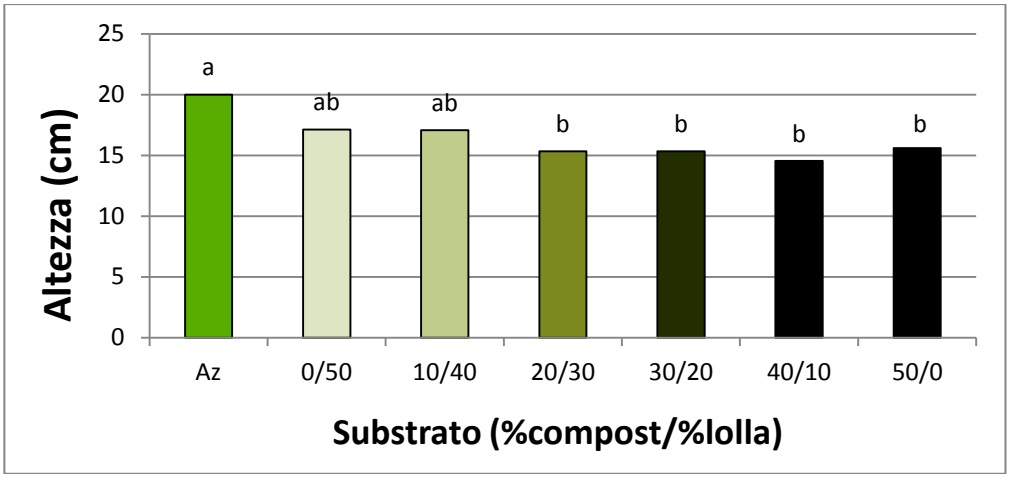


Figura 52. Effetto dei diversi substrati sull'altezza delle piante di Abelia in vaso 15 cm al terzo rilievo in itinere (2 ottobre 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

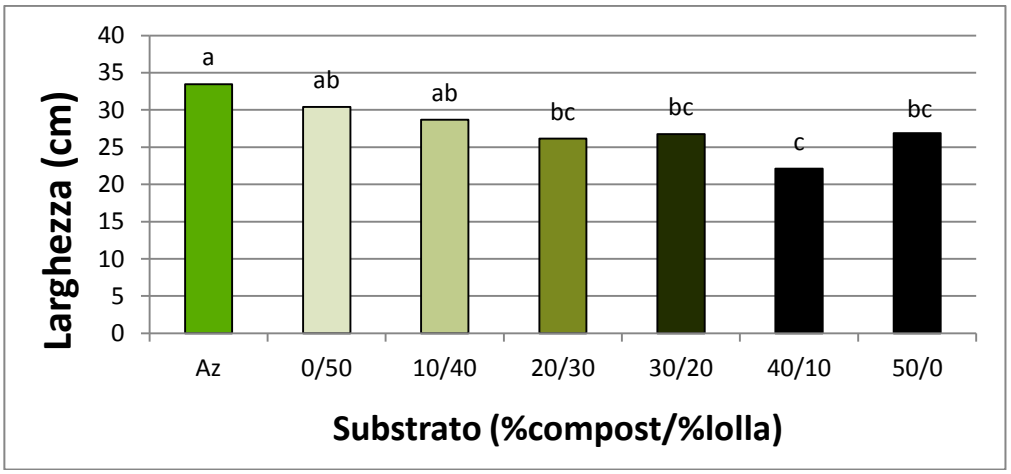


Figura 53. Effetto dei diversi substrati sulla lunghezza media delle piante di Abelia in vaso 15 cm al terzo rilievo in itinere (2 ottobre 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

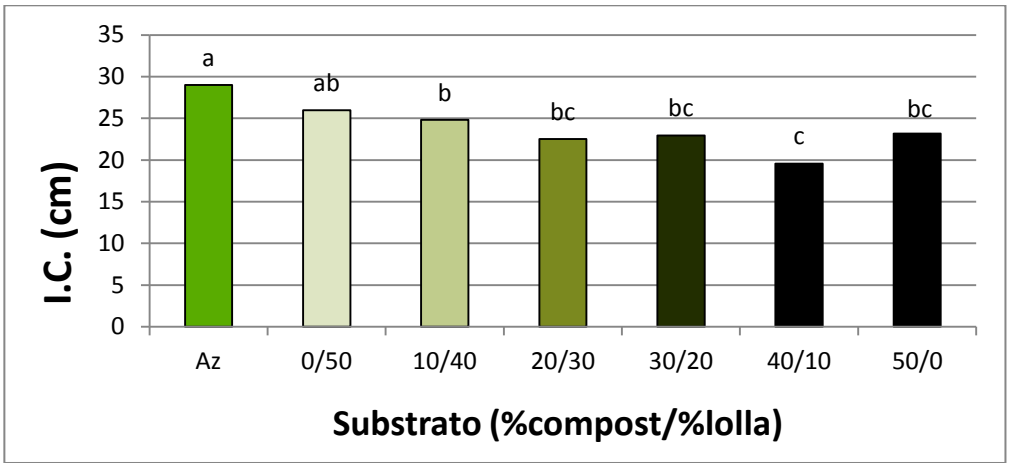


Figura 54. Effetto dei diversi substrati sull'indice di crescita (I.C.) delle piante di Abelia in vaso 15 cm al terzo rilievo in itinere (2 ottobre 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

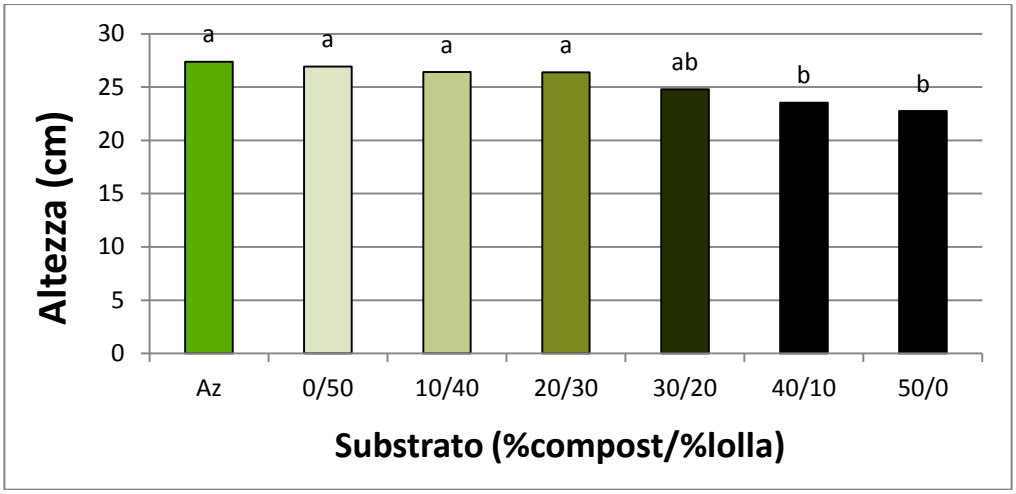


Figura 55. Effetto dei diversi substrati sull'altezza delle piante di Abelia in vaso 19 cm al primo rilievo in itinere (25 luglio 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

.

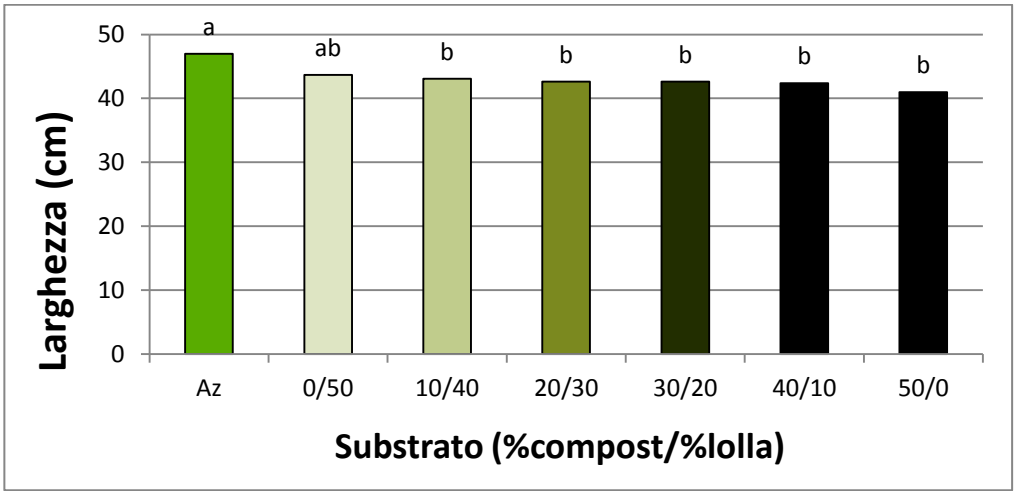


Figura 56. Effetto dei diversi substrati sulla lunghezza media delle piante di Abelia in vaso 19 cm al primo rilievo in itinere (25 luglio 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

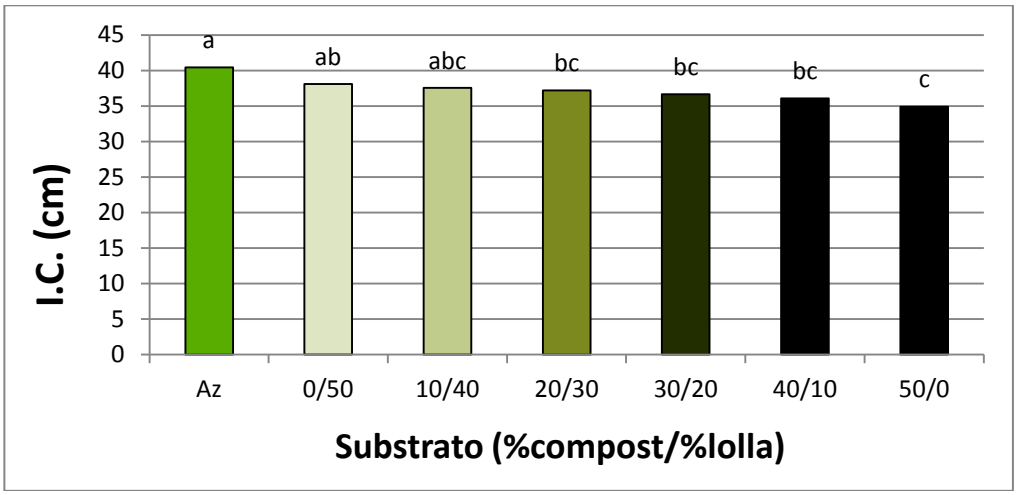


Figura 57. Effetto dei diversi substrati sull'indice di crescita (I.C.) delle piante di Abelia in vaso 19 cm al primo rilievo in itinere (25 luglio 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

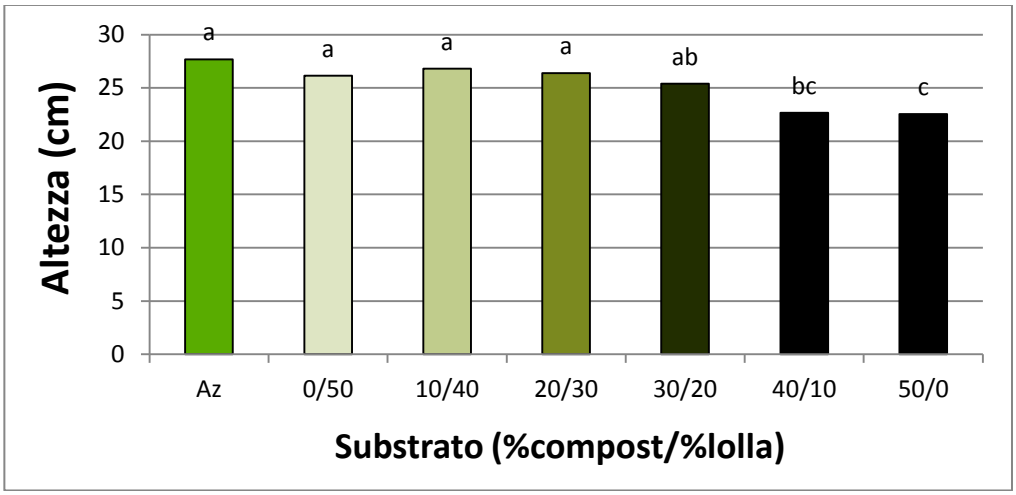


Figura 58. Effetto dei diversi substrati sull'altezza delle piante di Abelia in vaso 19 cm al secondo rilievo in itinere (21 agosto 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

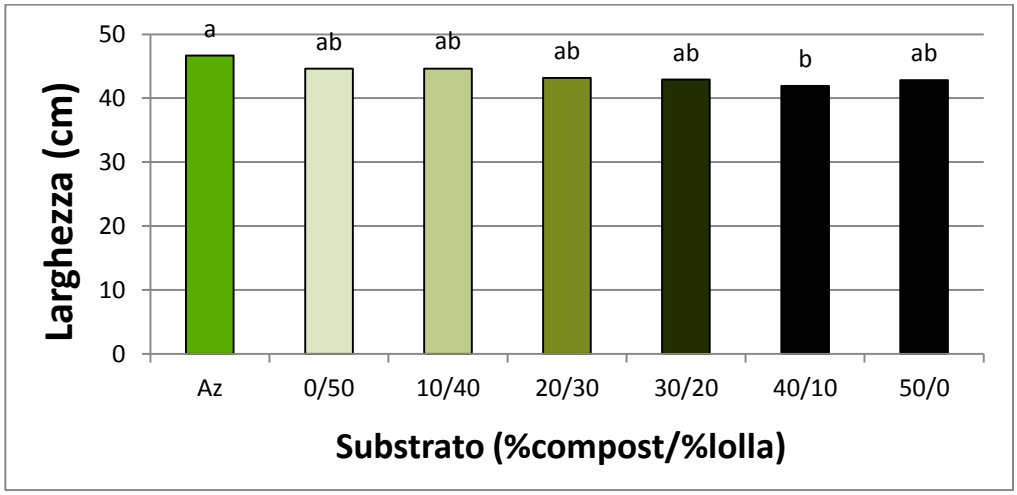


Figura 59. Effetto dei diversi substrati sulla lunghezza media delle piante di Abelia in vaso 19 cm al secondo rilievo in itinere (21 agosto 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

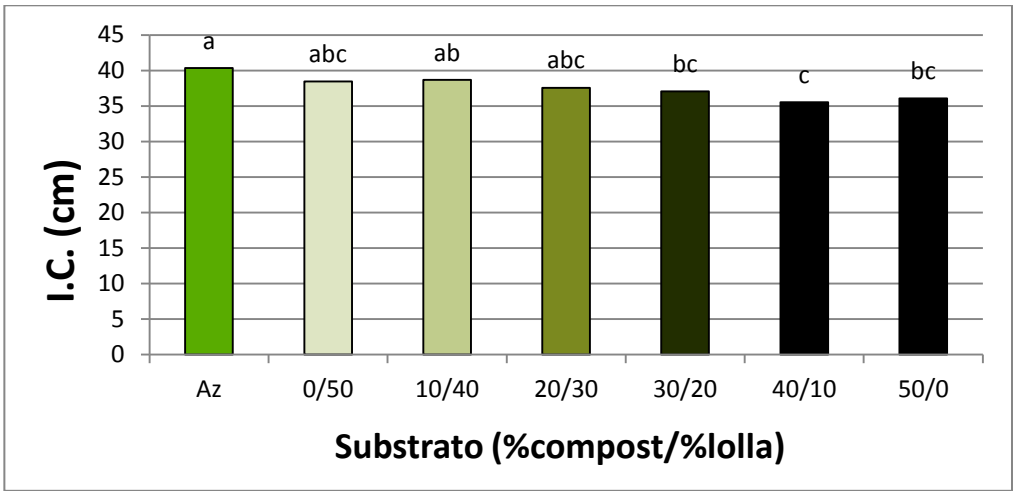


Figura 60. Effetto dei diversi substrati sull'indice di crescita (I.C.) delle piante di Abelia in vaso 19 cm al secondo rilievo in itinere (21 agosto 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

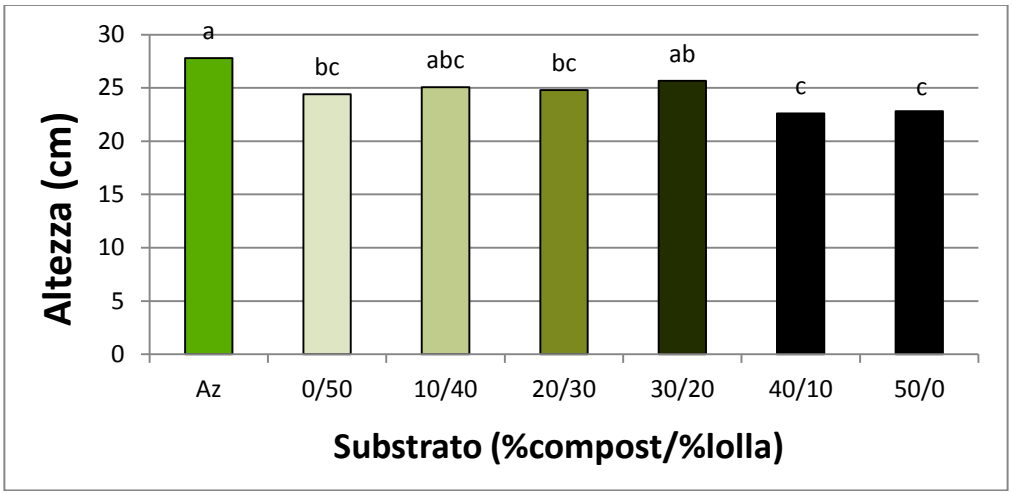


Figura 61. Effetto dei diversi substrati sull'altezza delle piante di Abelia in vaso 19 cm al terzo rilievo in itinere (02 ottobre 2014). Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

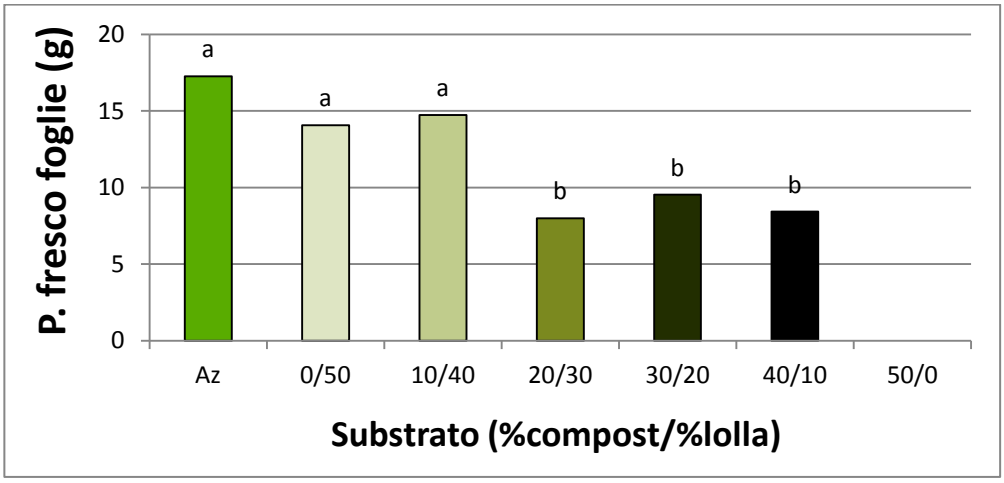


Figura 62. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco delle foglie delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

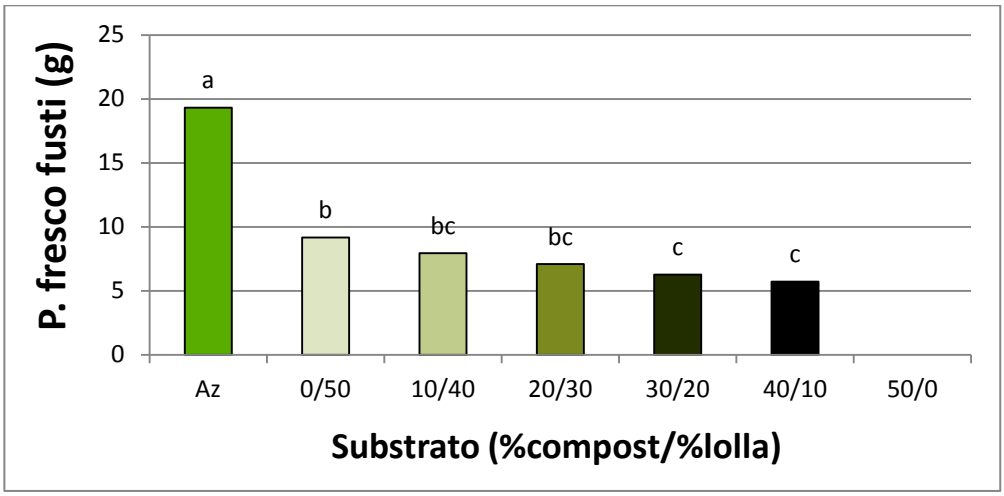


Figura 63. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco dei fusti delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

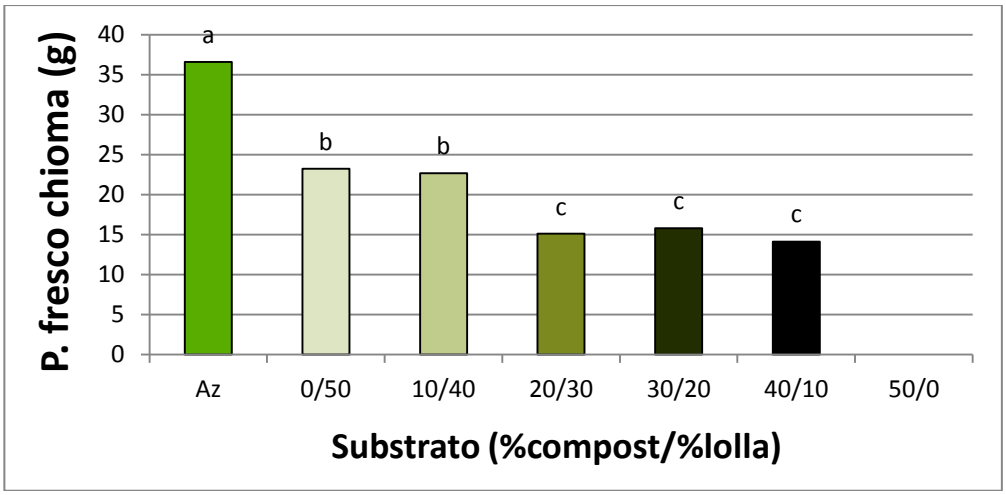


Figura 64. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco della chioma delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

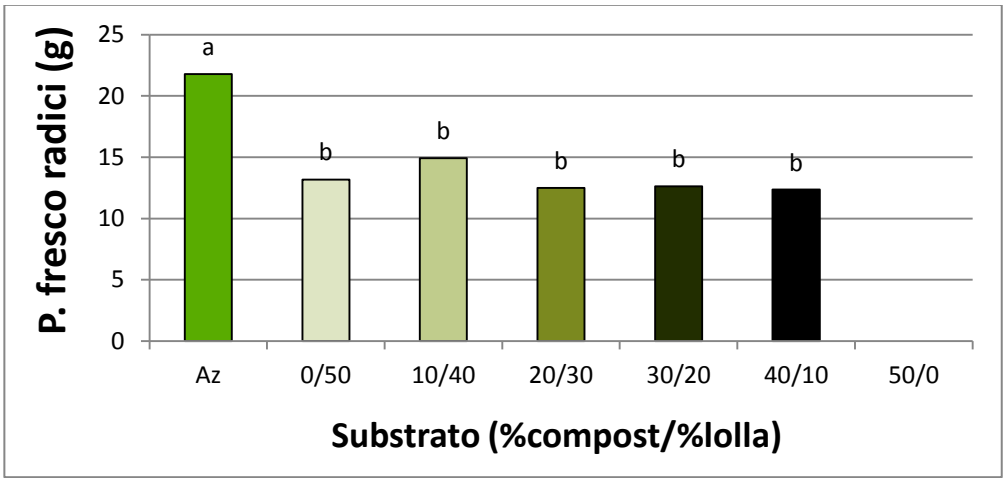


Figura 65. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco delle radici delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

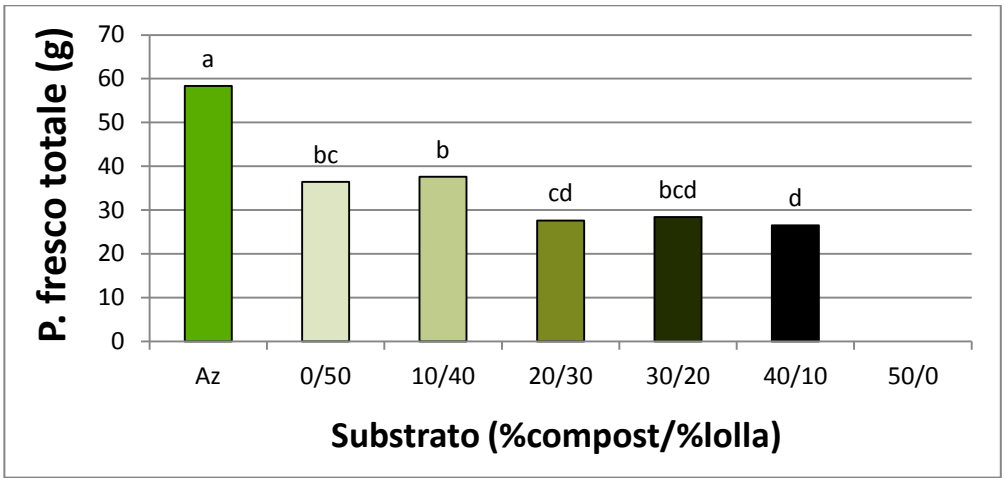


Figura 66. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco totale delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

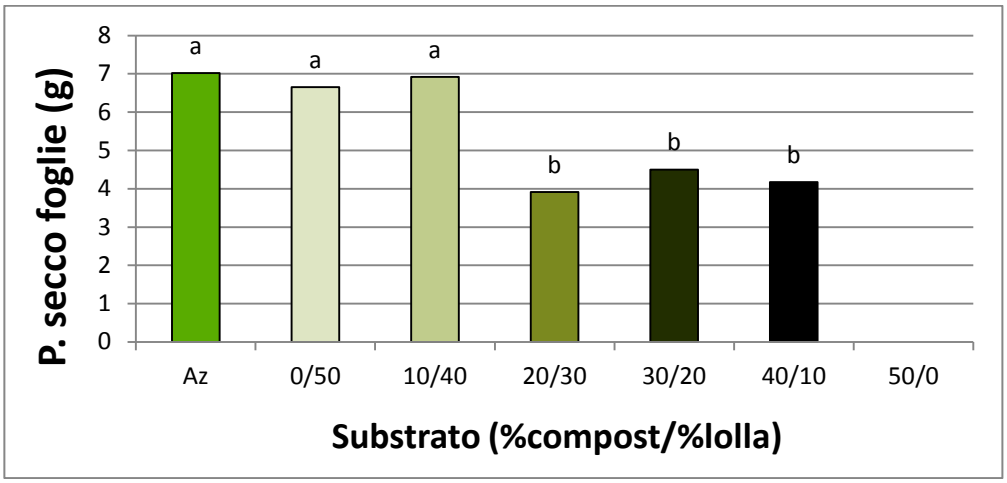


Figura 67. Effetto dei diversi substrati sul peso secco delle foglie delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

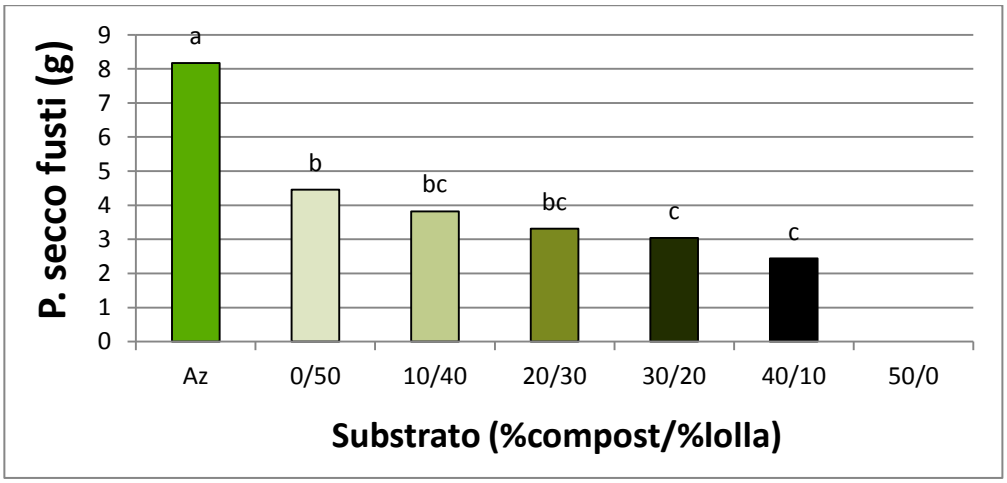


Figura 68. Effetto dei diversi substrati sul peso secco dei fusti delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

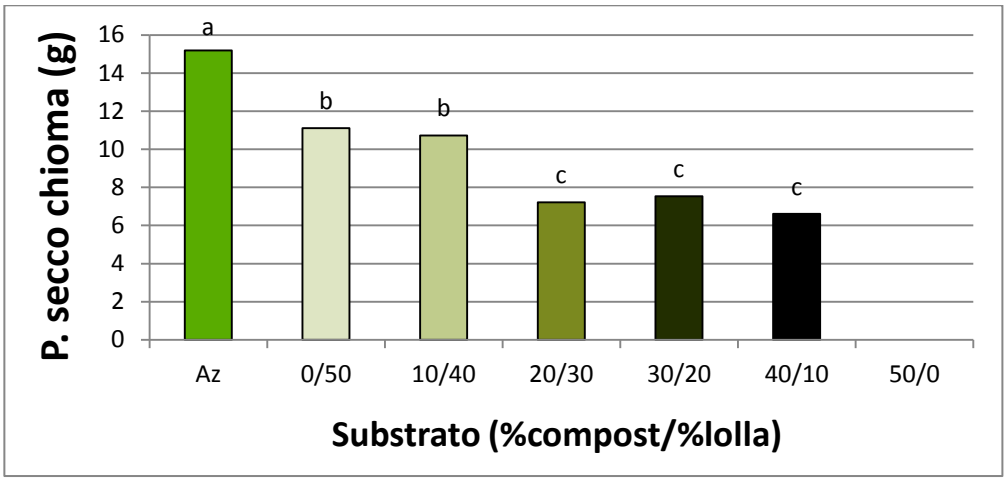


Figura 69. Effetto dei diversi substrati sul peso secco della chioma delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

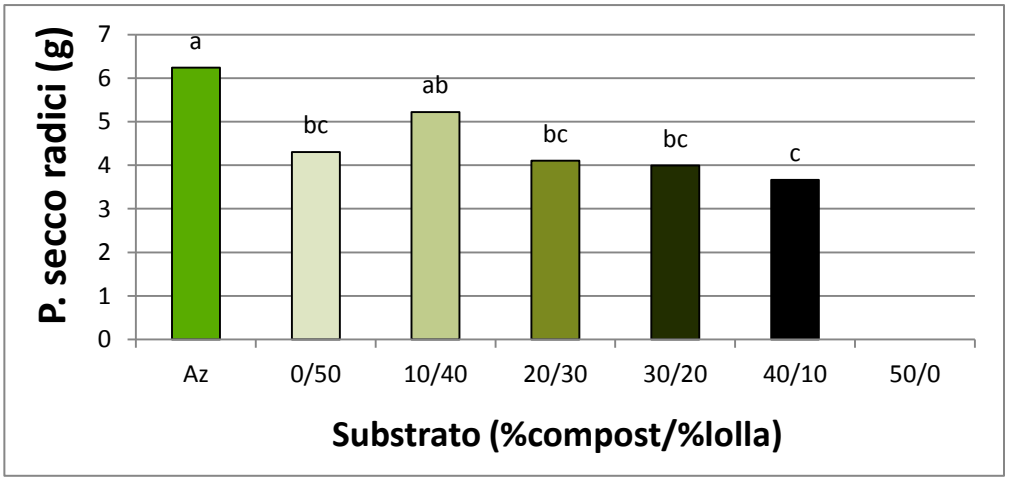


Figura 70. Effetto dei diversi substrati sul peso secco delle radici delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

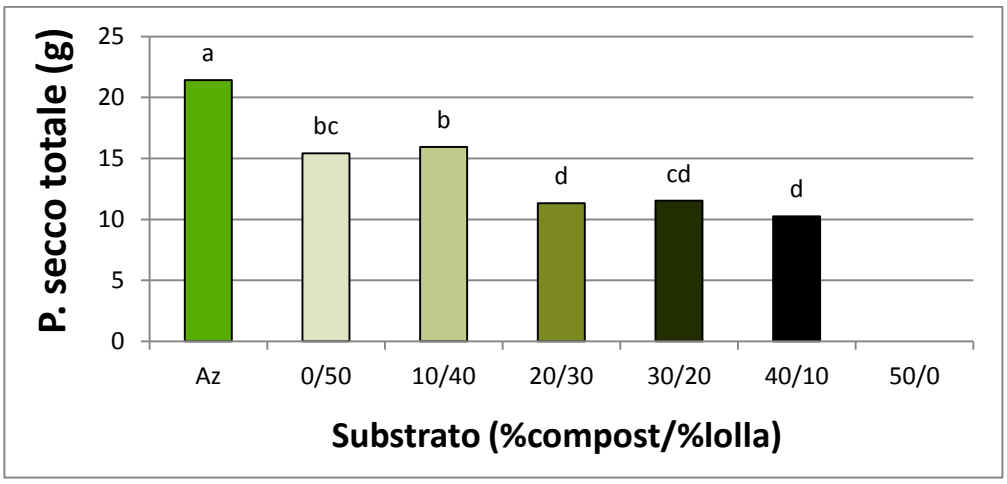


Figura 71. Effetto dei diversi substrati sul peso secco totale delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

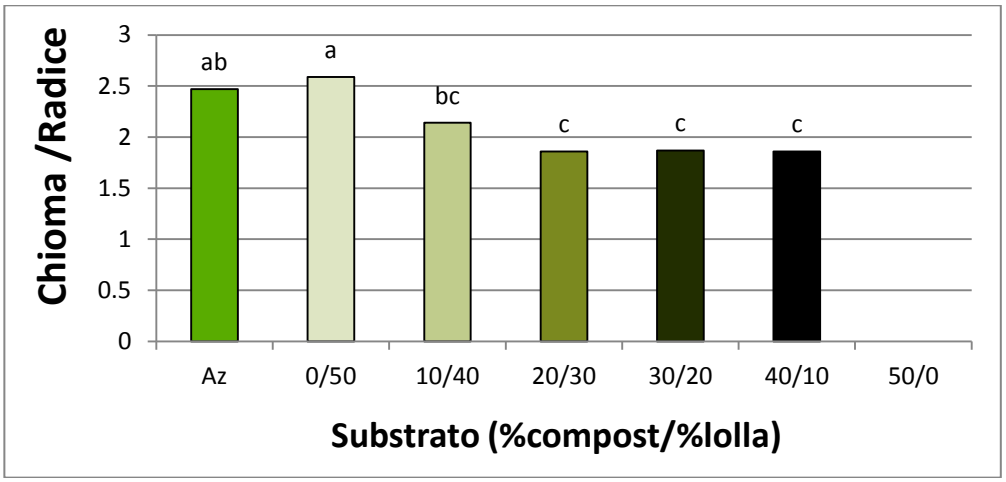


Figura 72. Effetto dei diversi substrati sul rapporto chioma/radice delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

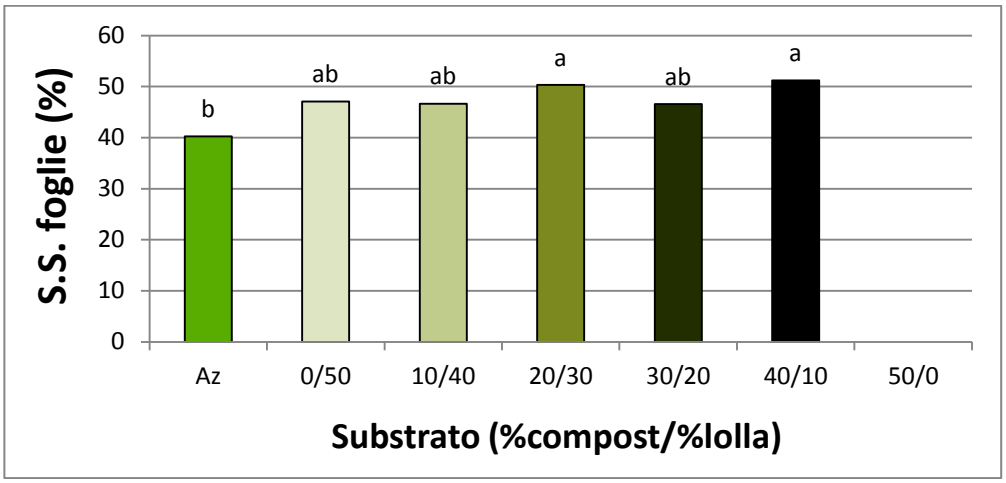


Figura 73. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca delle foglie delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

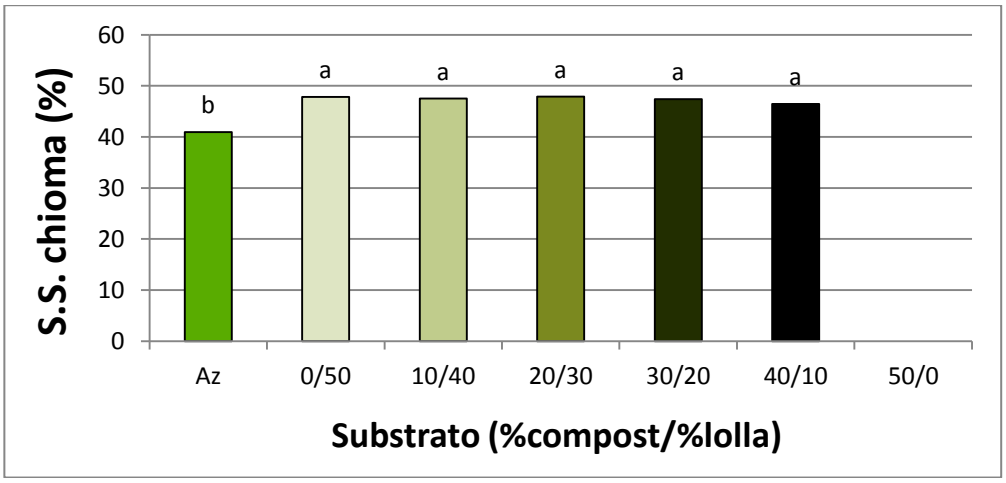


Figura 74. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca della chioma delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

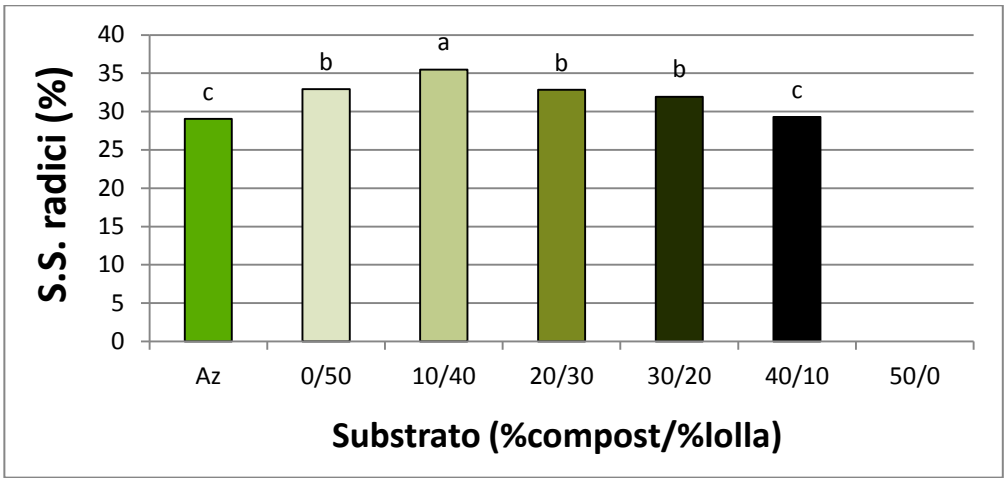


Figura 75. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca dei fusti delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

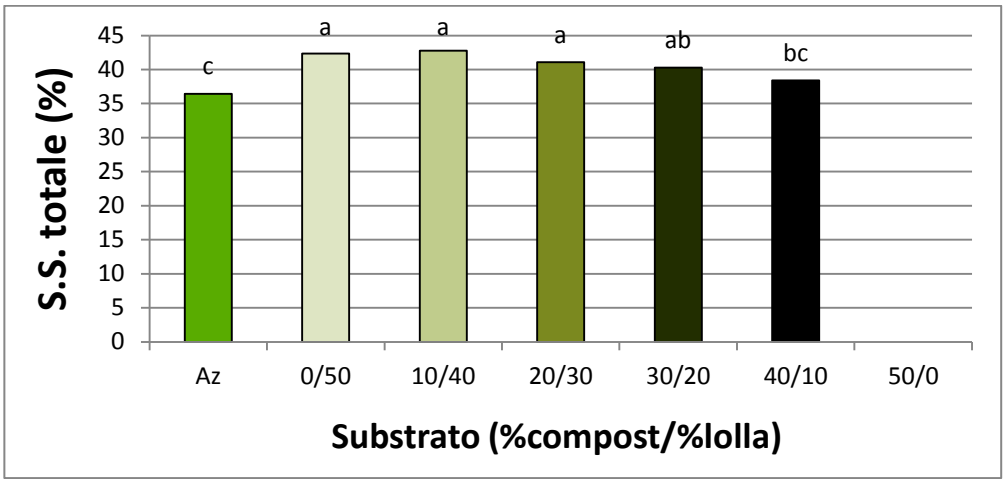


Figura 76. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca totale delle piante di Rosa. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

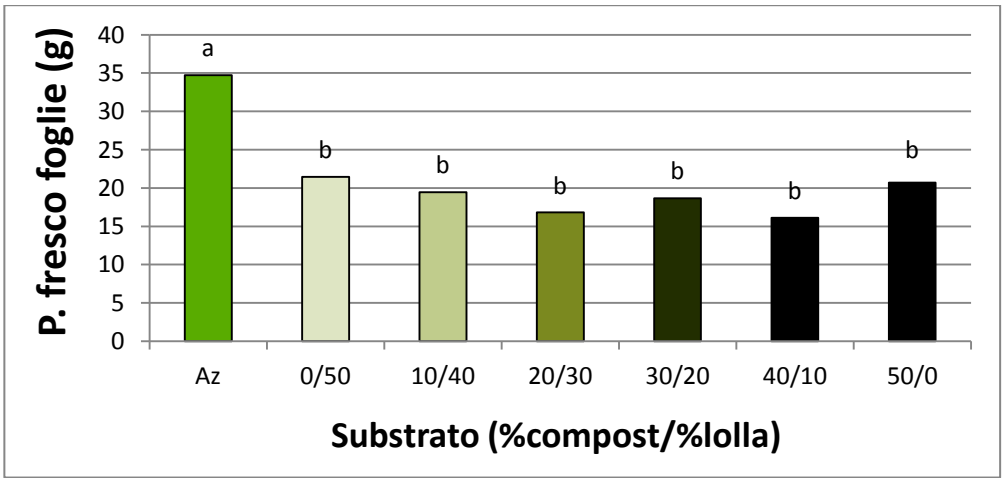


Figura 77. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco delle foglie delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

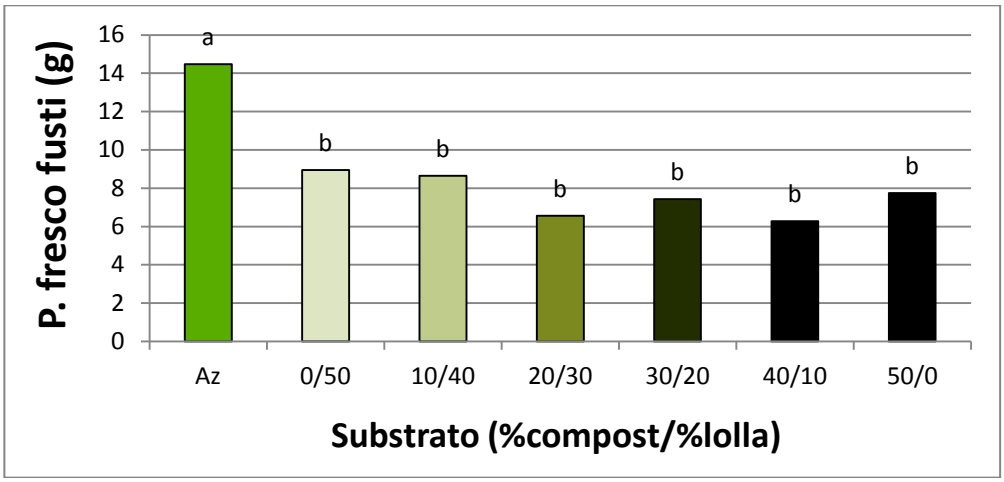


Figura 78. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco dei fusti delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

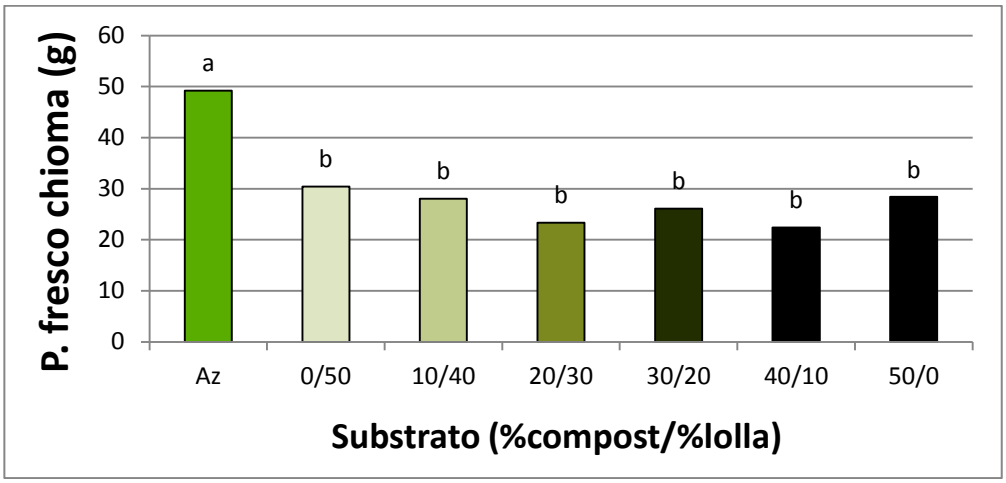


Figura 79. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco della chioma delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

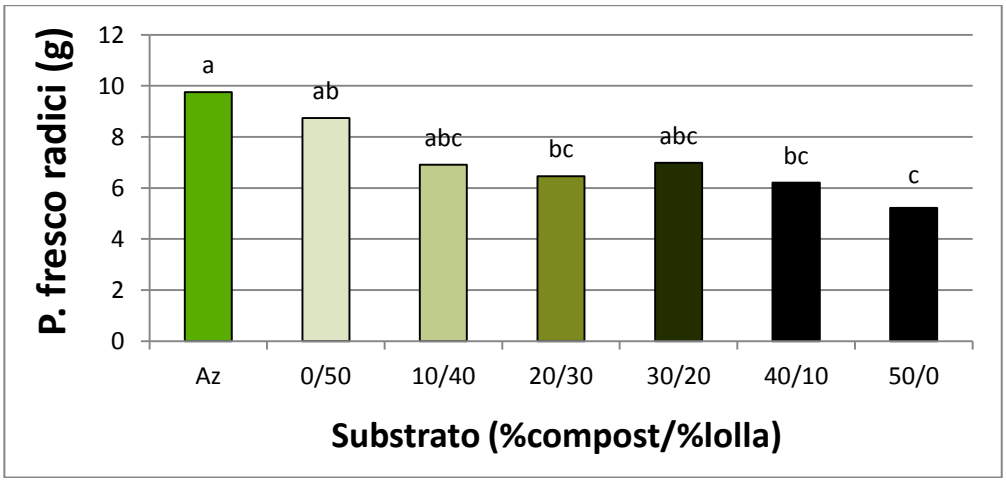


Figura 80. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco delle radici delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

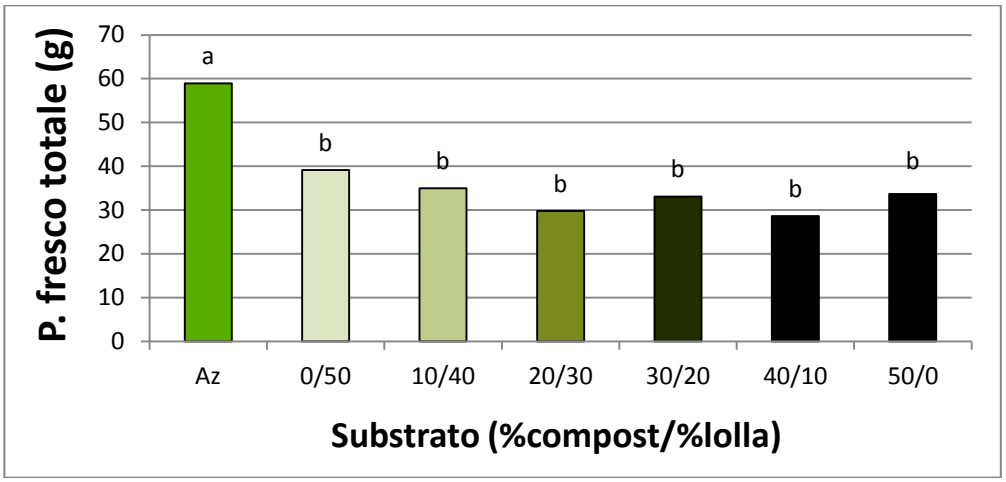


Figura 81. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco totale delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

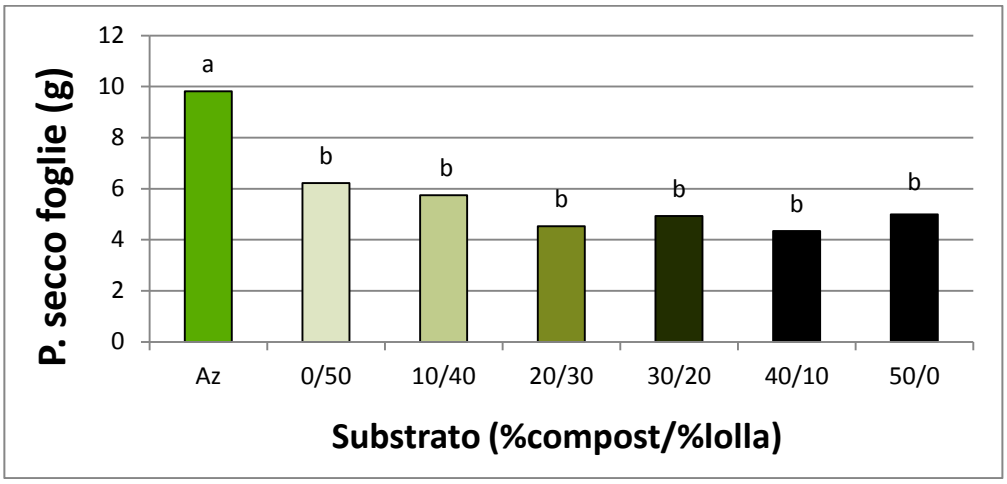


Figura 82. Effetto dei diversi substrati sul peso secco delle foglie delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

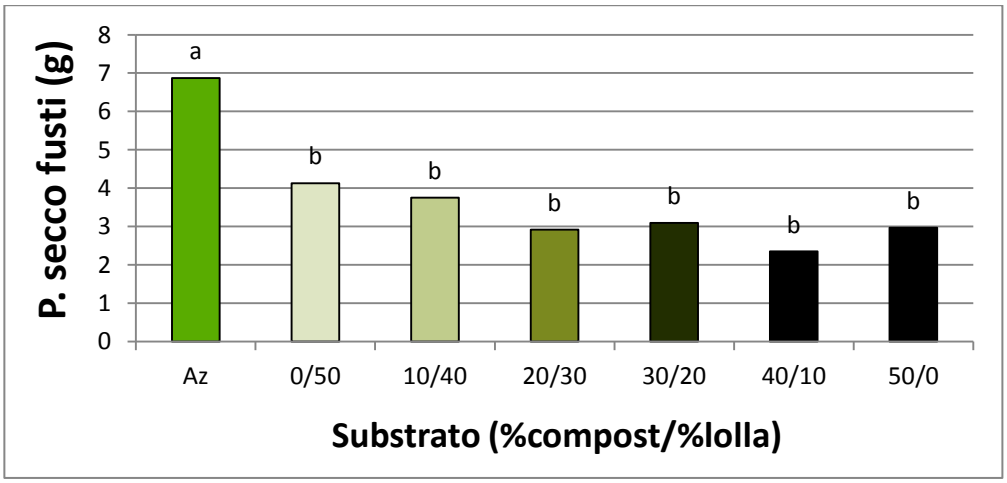


Figura 83. Effetto dei diversi substrati sul peso secco dei fusti delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

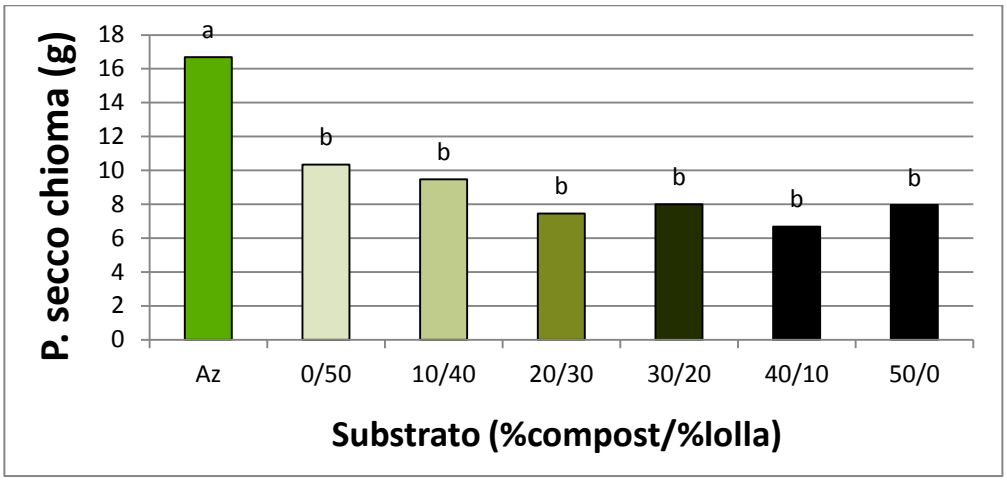


Figura 84. Effetto dei diversi substrati sul peso secco della chioma delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

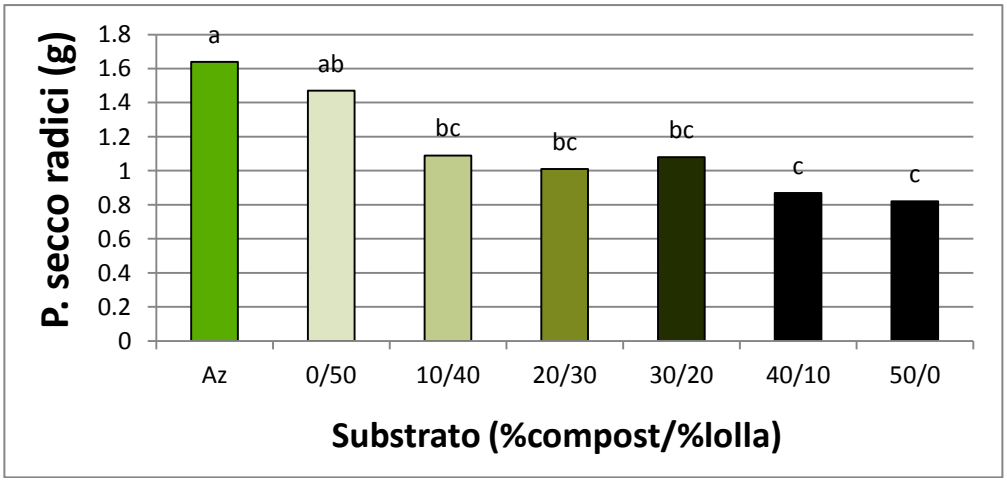


Figura 85. Effetto dei diversi substrati sul peso secco delle radici delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

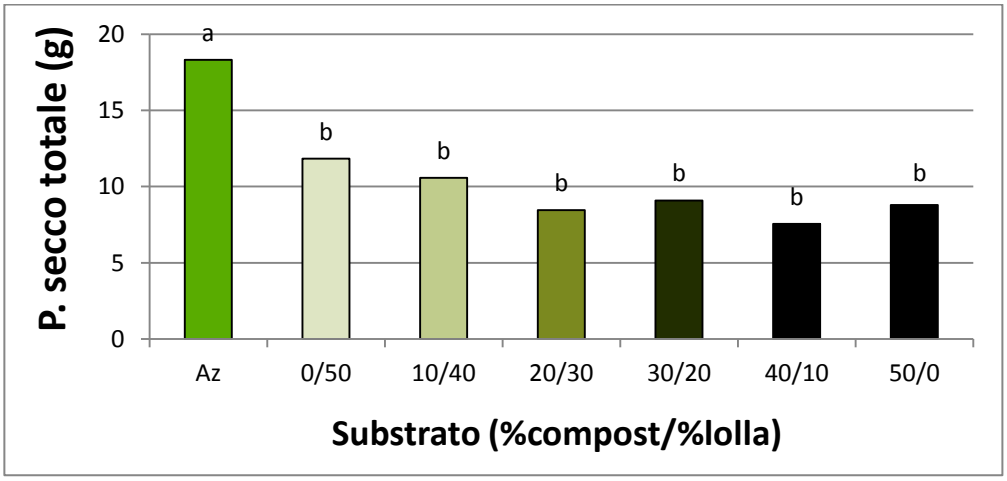


Figura 86. Effetto dei diversi substrati sul peso secco totale delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

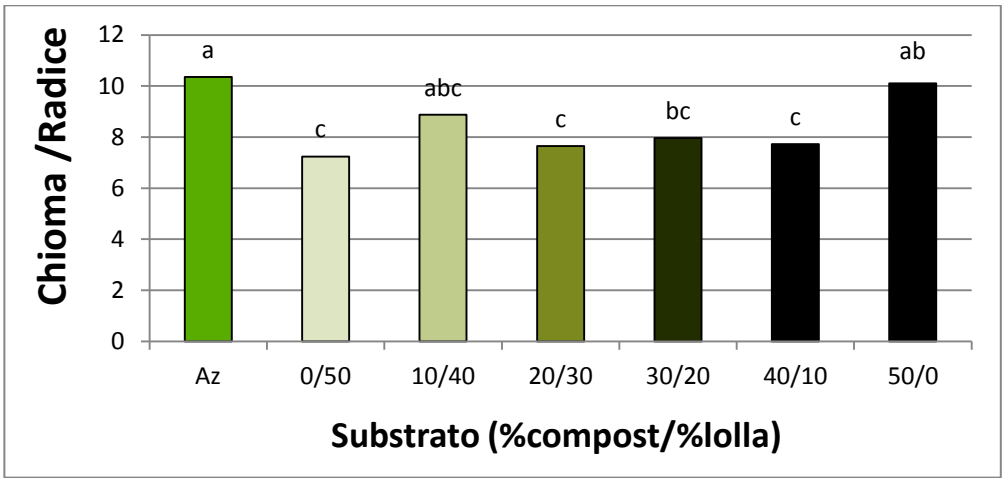


Figura 87. Effetto dei diversi substrati sul rapporto chioma/radice delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

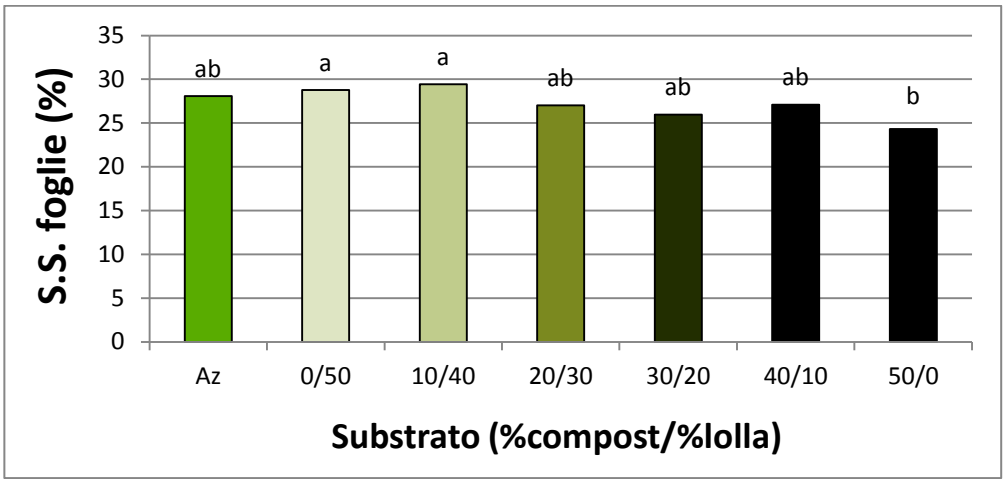


Figura 88. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca delle foglie delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

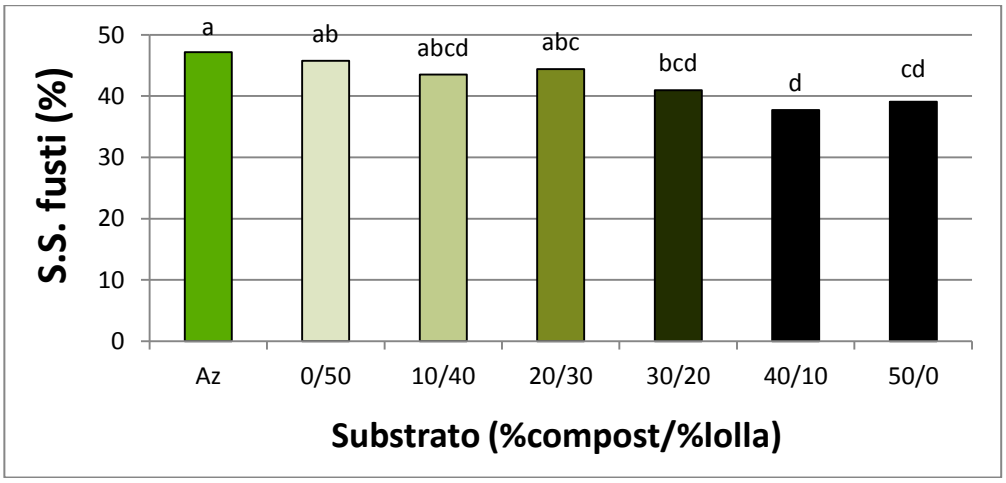


Figura 89. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca dei fusti delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

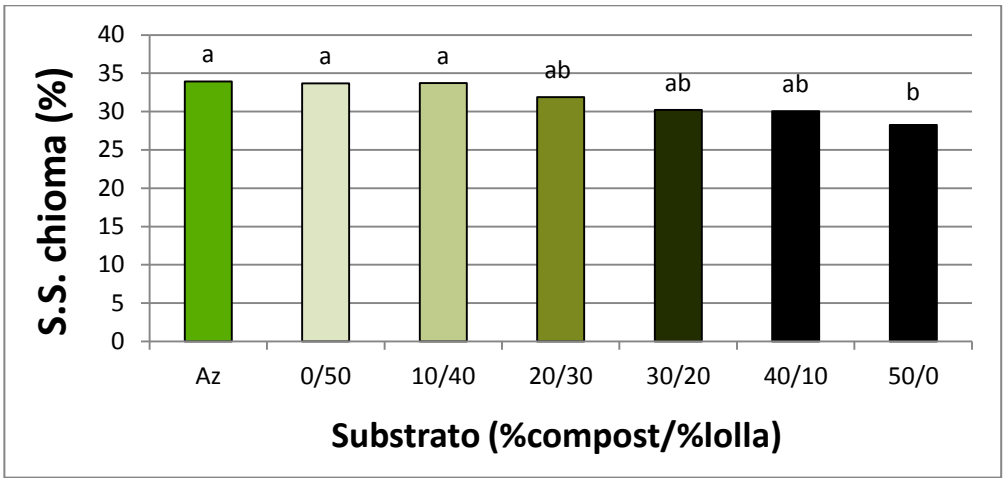


Figura 90. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca della chioma delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

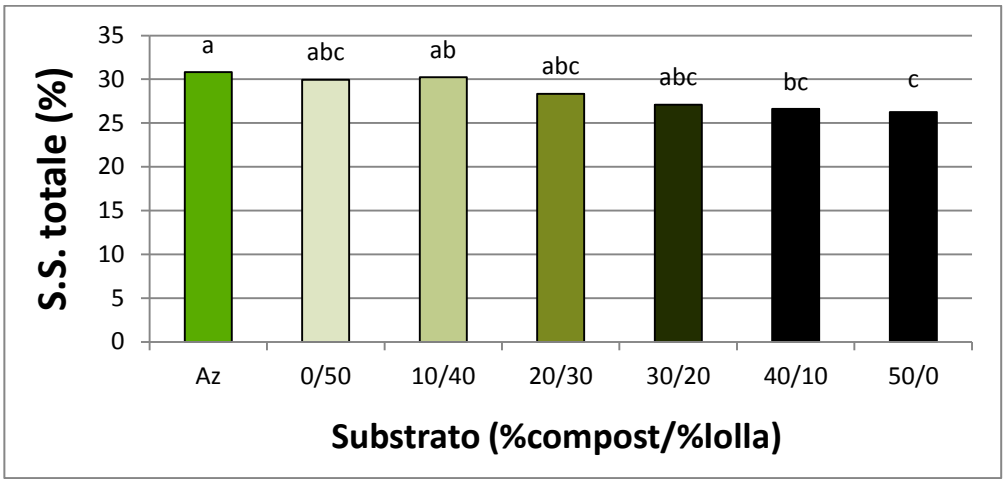


Figura 91. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca totale delle piante di Abelia in vaso 15 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

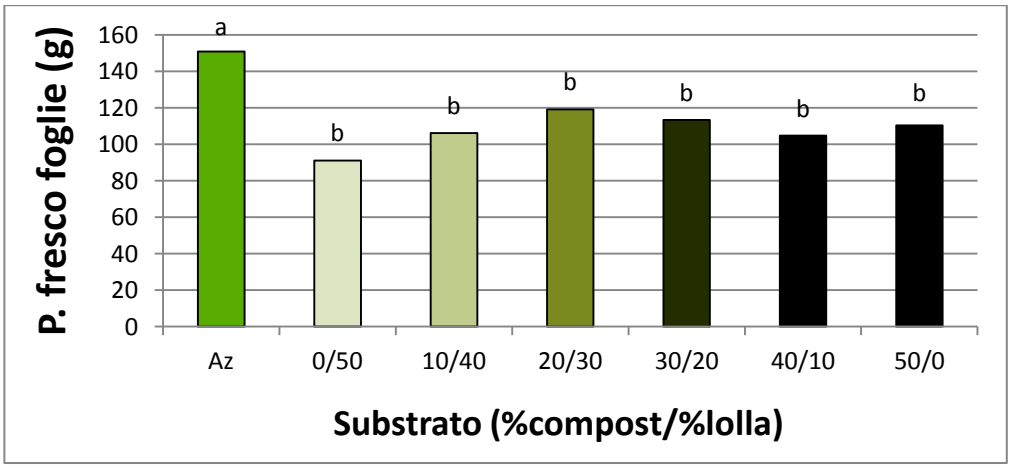


Figura 92. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco delle foglie delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

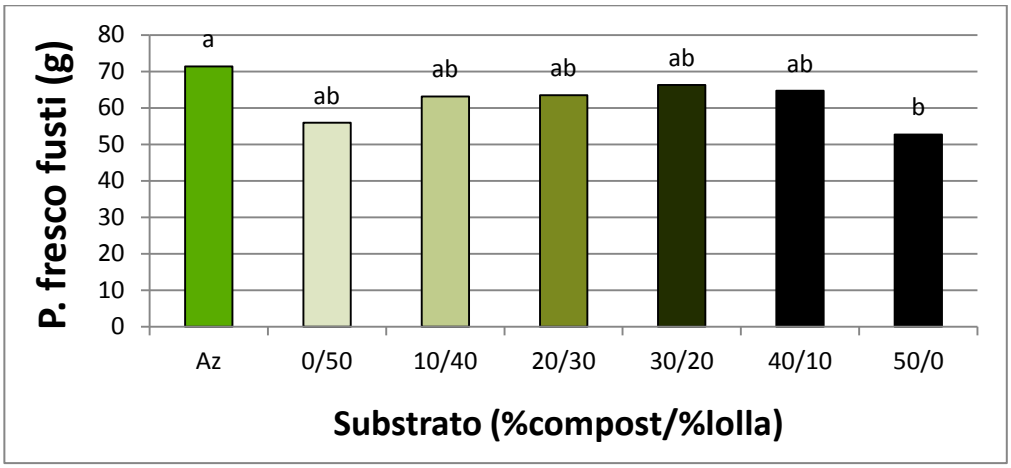


Figura 93. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco dei fusti delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

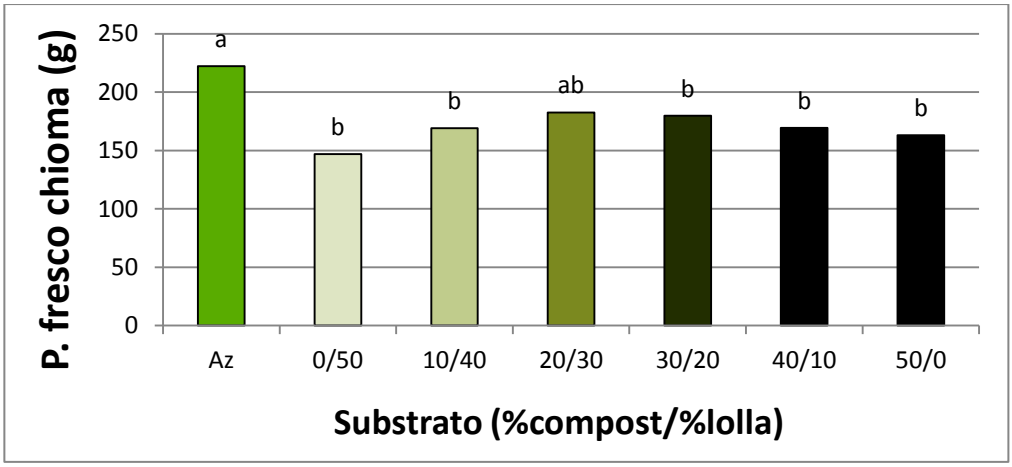


Figura 94. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco della chioma delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

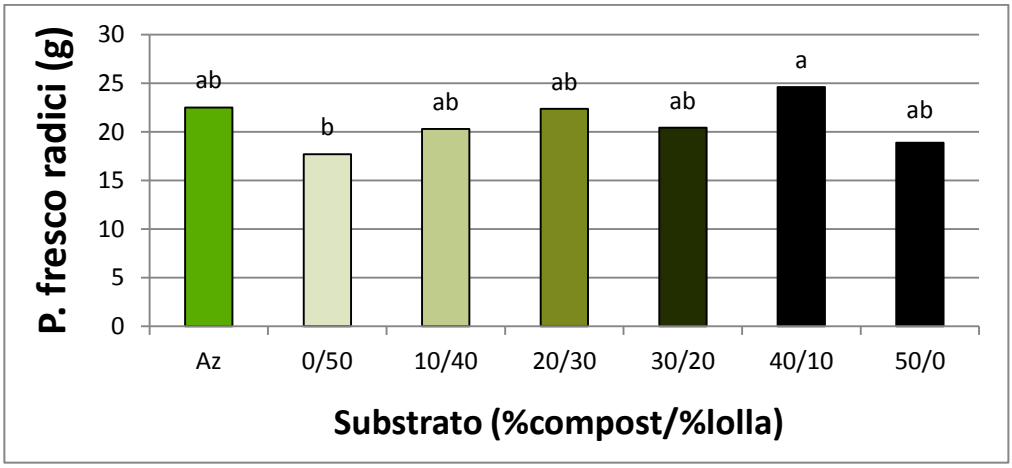


Figura 95. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco delle radici delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

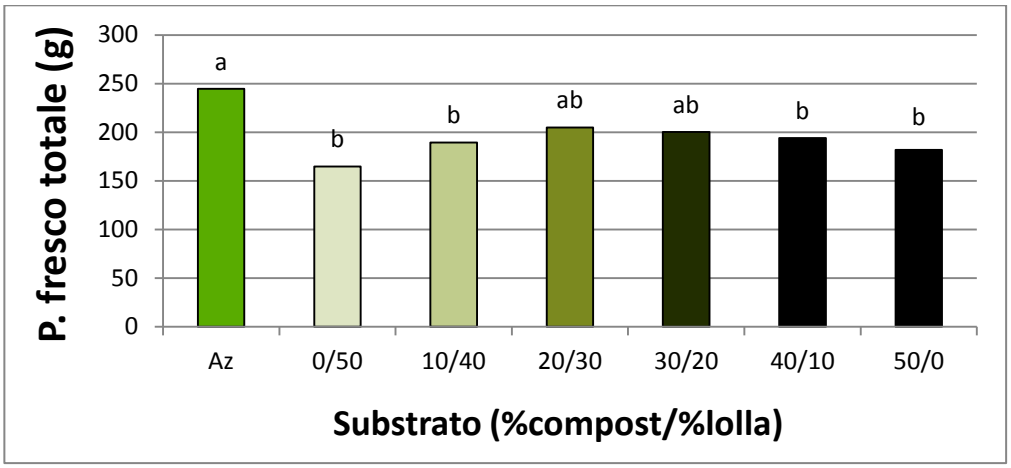


Figura 96. Effetto dei diversi substrati sul peso fresco totale delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

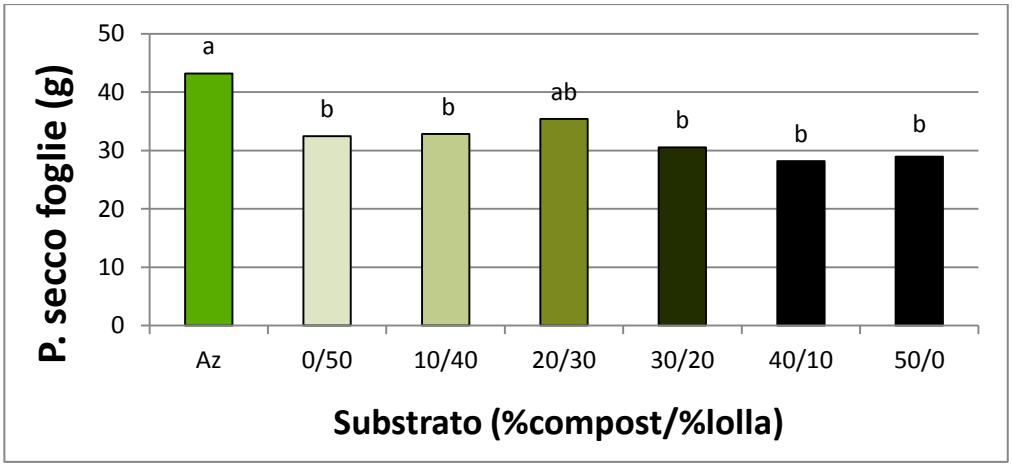


Figura 97. Effetto dei diversi substrati sul peso secco delle foglie delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

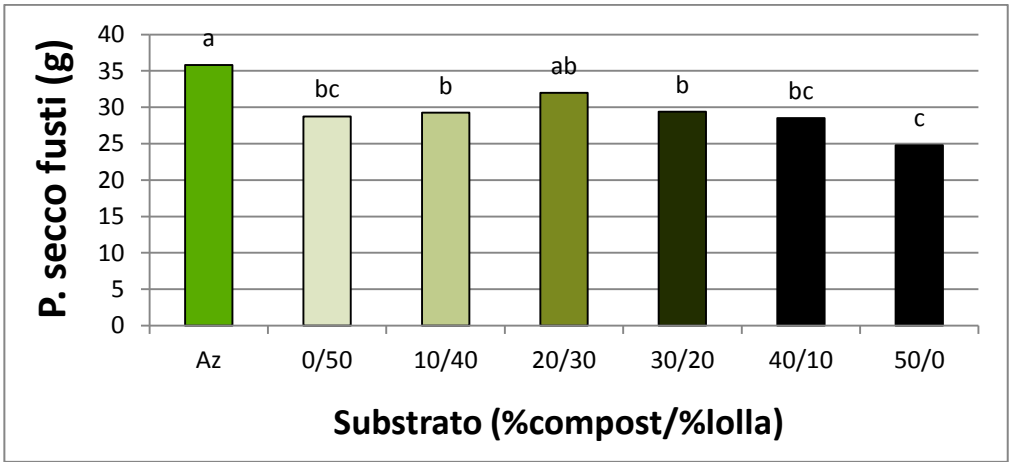


Figura 98. Effetto dei diversi substrati sul peso secco dei fusti delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

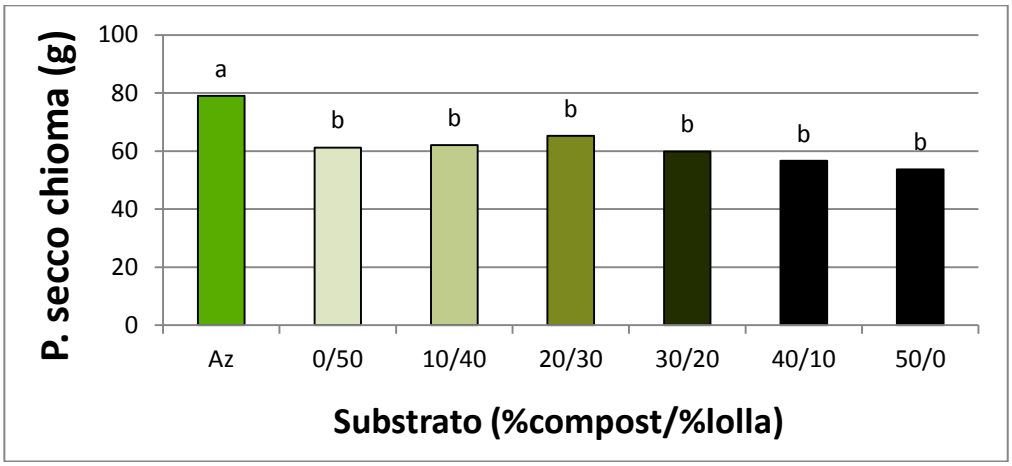


Figura 99. Effetto dei diversi substrati sul peso secco della chioma delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

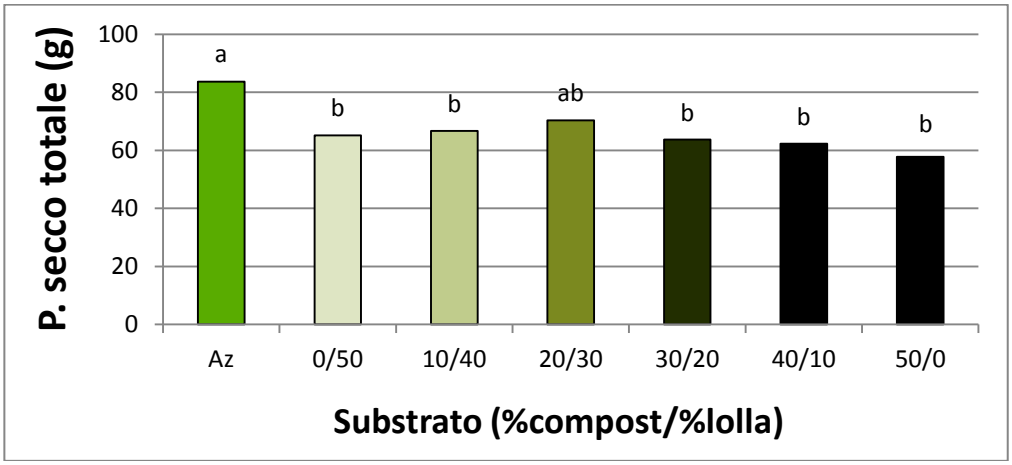


Figura 100. Effetto dei diversi substrati sul peso secco totale delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

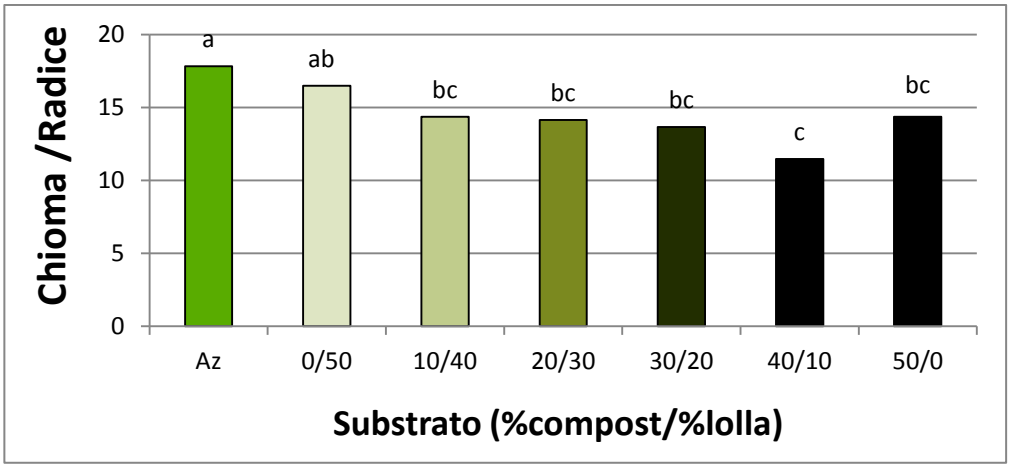


Figura 101. Effetto dei diversi substrati sul rapporto chioma/radice delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

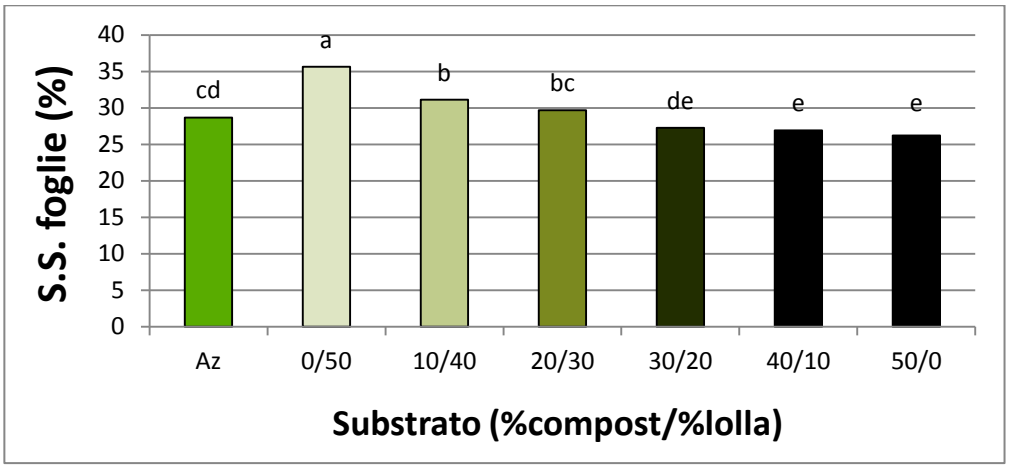


Figura 102. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca delle foglie delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

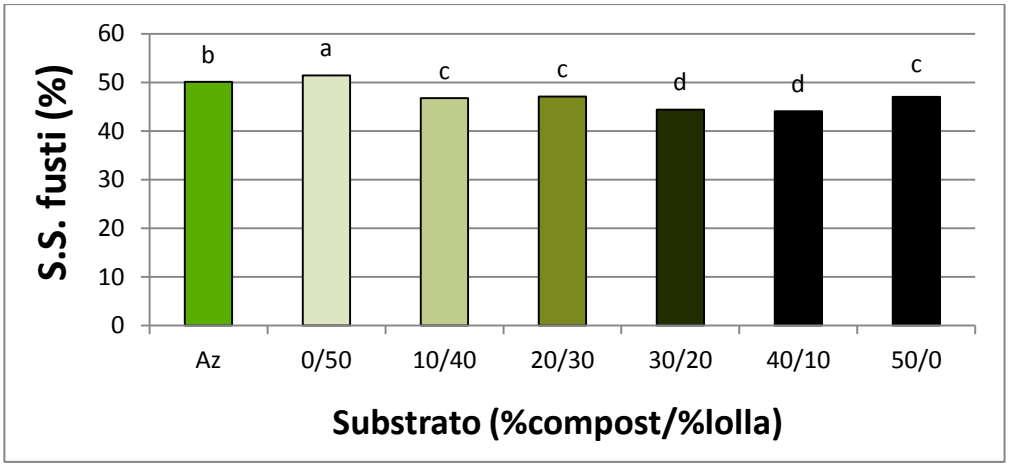


Figura 103. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca dei fusti delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

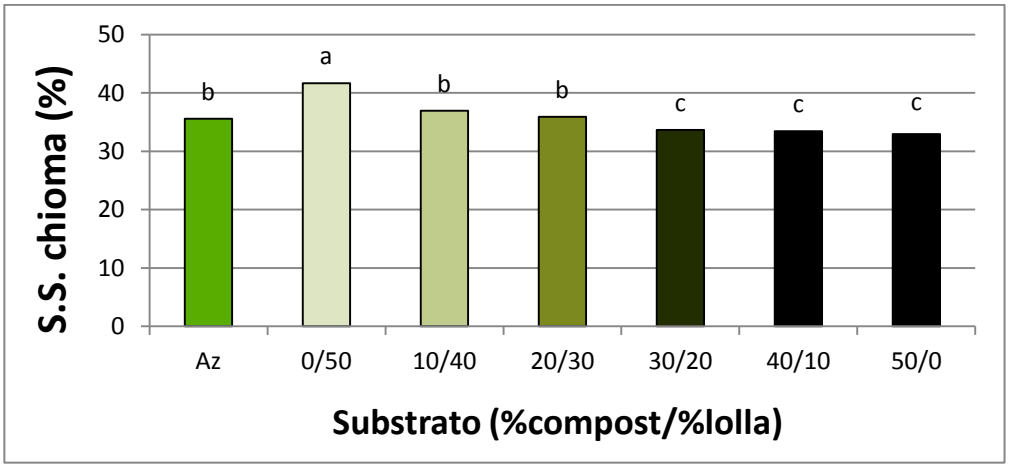


Figura 104. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca della chioma delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

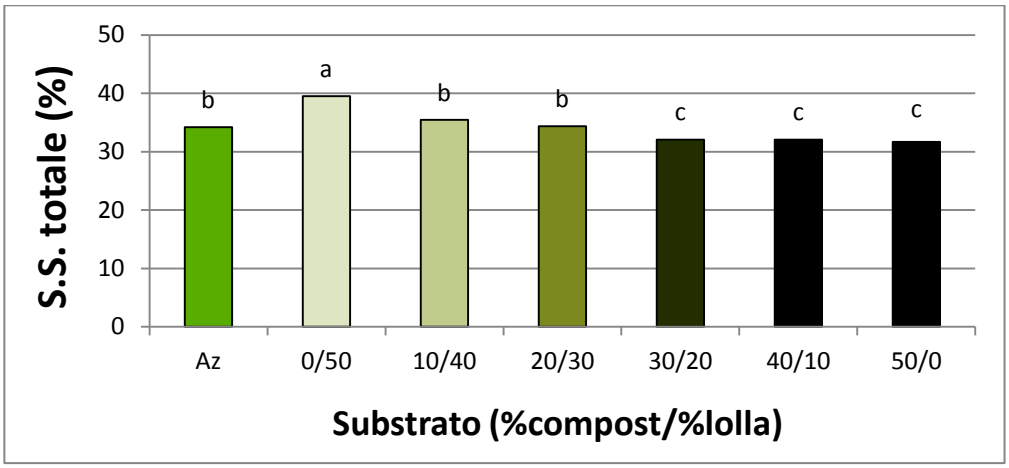


Figura 105. Effetto dei diversi substrati sulla sostanza secca totale delle piante di Abelia in vaso 19 cm. Barre di istogramma con lettere diverse differiscono per P≤0.05).

Foto 1. *Disposizione vasi di rosa e abelia durante la prova di coltivazione (vista 1).*

Foto 2. *Disposizione vasi di rosa e abelia durante la prova di coltivazione (vista 2).*

Foto 3. *Piante di abelia in vaso 19 al primo rilievo (25/07/2014) - Tesi AZ e 0/50.*

Foto 4. *Piante di abelia in vaso 19 al primo rilievo (25/07/2014) - Tesi 10/40 e 20/30.*

Foto 5. *Piante di abelia in vaso 19 al primo rilievo (25/07/2014) - Tesi 30/20 e 40/10.*

Foto 6. *Piante di abelia in vaso 19 al primo rilievo (25/07/2014) - Tesi 50/0.*

Foto 7. *Foglie e fusti di abelia separati durante la prova distruttiva*

Foto 8. *Radici di abelia lavate ed asciugate per la determinazione del peso fresco.*

Foto 9. *Radici di rosa lavate ed asciugate per la determinazione del peso fresco.*