



**UNIVERSITA' DI PISA**  
**FACOLTA' DI AGRARIA**

---

**Laurea Specialistica in Scienze della Produzione e Difesa dei Vegetali**

**Tesi di Laurea**

**I SUBSTRATI ALTERNATIVI ALLA TORBA:  
VERIFICHE SPERIMENTALI SULL'IMPIEGO DI  
COMPOST E FIBRA DI COCCO  
NELL'ORTOFLOROVIVAISMO**

**Relatore:**

Chiar.mo Prof. Alberto Pardossi

**Candidato:**

Alberto Lanzi

Matr. N° 263674

Anno accademico 2004 – 2005

## INDICE

<b>PREFAZIONE</b>	Pag. 3
<b>1. I SUBSTRATI PER L'ORTOFLOROVIVAISMO</b>	Pag. 4
1.1. Il florovivaismo italiano	Pag. 4
1.2. I substrati di coltivazione	Pag. 7
1.3. La torba	Pag. 12
1.4. I materiali alternativi alla torba	Pag. 13
1.5. Il controllo delle materie prime	Pag. 18
<b>2. LA FIBRA DI COCCO</b>	Pag. 22
2.1. Introduzione	Pag. 22
2.2. Il processo di lavorazione del cocco	Pag. 22
2.3. L'impiego come substrato di coltivazione	Pag. 26
<b>3. IL COMPOST</b>	Pag. 28
3.1. Introduzione	Pag. 28
3.2. Il processo di compostaggio	Pag. 30
3.3. Il compost di qualità per l'ortoflorovivaismo	Pag. 35
<b>4. PARTE SPERIMENTALE</b>	Pag. 40
4.1. Obiettivi ed approccio sperimentale	Pag. 40
4.2. Materiali e metodi	Pag. 42
4.3. Risultati e discussione	Pag. 48
<b>5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b>	Pag. 61
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	Pag. 63
<b>RIASSUNTO</b>	Pag. 66
<b><i>RINGRAZIAMENTI</i></b>	Pag. 67

## PREFAZIONE

*L'elemento principe delle colture ortoflorovivaistiche è rappresentato dall'utilizzo di substrati sia di origine naturale che artificiale al fine di sostituire il terreno. Attualmente, il materiale più diffuso è la torba. Tale materia prima nel corso degli ultimi 15 anni ha avuto una considerevole impennata dei prezzi dovuti all'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 dei prodotti, al trasporto e importazione verso gli utilizzatori finali. L'unico punto nero è rappresentato dalla non rinnovabilità, per cui non solo si pongono problematiche economiche, ma anche ecologiche riguardanti da un lato la salvaguardia delle torbiere e dall'altro la possibilità di ridurre i volumi di materiali organici vegetali, o minerali, o sintetici da smaltire come rifiuti, qualora ne sia possibile l'utilizzo in substrati per l'ortoflorovivaismo.*

*In relazione a quest'ultimo punto si rendono necessari lavori di ricerca e sperimentazione destinati a caratterizzare le materie prime candidate a sostituire totalmente o in parte i materiali torbosi, allo scopo di valutarne pregi e difetti a livello agronomico, economico e biologico; inoltre l'utilizzo di tali nuovi prodotti provoca delle modifiche alle tecniche colturali a seconda delle caratteristiche fisico-chimiche del materiale considerato, per cui, accanto alle prove di laboratorio, si rendono necessarie prove di coltivazione in vaso con specie diverse, nelle quali oltre al confronto di crescita devono essere valutati attentamente i consumi idrici e nutrizionali delle piante nei singoli substrati.*

*Le materie prime candidate a sostituire parzialmente o totalmente la torba sono numerose, tuttavia molte presentano limitazioni; oggi, comunque, numerosi materiali sono frequentemente utilizzati nella costituzione di substrati professionali e hobbistici per la coltivazione in vaso, allo scopo di migliorare le proprietà fisico-chimiche e soprattutto di abbassare i costi.*

## CAPITOLO 1: I SUBSTRATI PER L'ORTOFLOROVIVAISMO

### 1.1. IL FLOROVIVAISMO ITALIANO

A differenza delle coltivazioni di fiori recisi e piante ornamentali da esterno, la produzione di piante in vaso da fogliame e da fiore è piuttosto recente, essendosi affermata intorno agli anni '50. Con la tabella 1.1. si illustra l'andamento delle produzioni di piante ornamentali in vaso da fiore, da foglia e piante grasse dal 1985 fino al 1998 (fonte ISTAT).

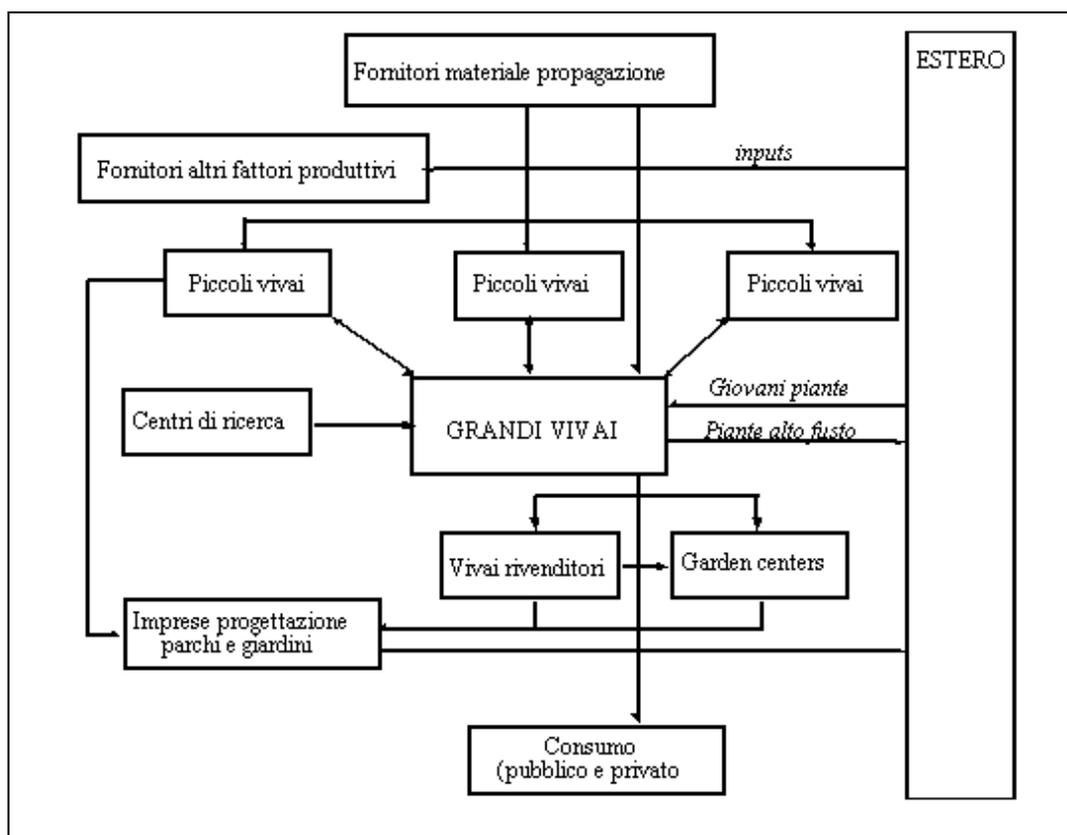
**Tabella 1.1. Produzione di piante ornamentali in vaso nel periodo 1985-1998.**

ANNO	N° TOTALE PIANTE IN VASO PRODOTTE
1985	147.562.459
1987	192.013.947
1989	229.499.342
1990	226.595.949
1992	249.770.985
1993	232.373.834
1994	267.199.186
1995	305.707.831
1998	392.043.704

Soltanto nella provincia di Pistoia, la superficie coperta dai vivai è stimata in circa 5000 ettari, di cui circa 800 destinati alla coltivazione in contenitore, che hanno dato, negli anni recenti, una produzione lorda vendibile stimabile in oltre 180 milioni di euro di cui circa 70 destinati all'esportazione; si tratta di una produzione frutto dell'attività di oltre 1.000 aziende e del lavoro di circa 5.000 addetti. Sul panorama nazionale, Pistoia rappresenta circa ¼ dell'intera produzione vivaistica fortemente caratterizzata dalla produzione di piante per parchi e giardini. La tabella 1.2. mostra la tipologia produttiva presente sul territorio pistoiese (fonte ARPAT 2005).

**Tabella 1.2.: ripartizione delle superfici in rapporto alle specie coltivate.**

<b>COLTURE</b>	<b>SUPERFICIE INVESTITA (ha)</b>
Alberi ed arbusti sempreverdi	1.500
Conifere	1.400
Alberi ornamentali a foglia caduca	1.350
Arbusti a foglia caduca	250
Rampicanti ed altri arbusti	250
Rose	200
<b>Totale</b>	<b>4.950</b>



**Figura 1.1. Rappresentazione schematica della filiera “vivaistica”**

Nonostante ciò, la produzione interna copre a malapena la metà della domanda, tanto che la competizione nei confronti dei paesi importatori si fa sempre più accesa, non solo per il comparto dei fiori recisi, per cui la situazione è nota da anni, ma anche per le piante in vaso.

Con il passare degli anni il consumatore è diventato sempre più esigente ed attento ai propri consumi; se negli anni '60 l'acquisto floreale era considerato voluttuario, un articolo di lusso riservato ad una occasione speciale, con il passare del tempo le vendite sono nettamente aumentate. Già negli anni '80 prevaleva l'abitudine di acquistare piante per la decorazione della casa, del giardino e per il piacere personale. Lo sviluppo del mercato è stato poi influenzato dalla distribuzione, per cui la disponibilità di gran varietà di piante ornamentali e di continue novità non hanno fatto altro che stimolare gli acquisti. Inoltre lo sviluppo della comunicazione di massa ha indotto l'opinione pubblica ad un ulteriore incremento dei consumi.

Negli anni '90 il mercato ha preso sempre più importanza in tutta Europa manifestando crescita costante. La recessione economica nella prima metà del 1992 ha velocizzato il passaggio da un consumo generalizzato ad uno intelligente e mirato, basato sulla qualità dei prodotti e dei servizi.

L'aumento dei consumi nel settore floricolo è da attribuire a diverse motivazioni, prima tra tutte l'incremento della disponibilità monetaria personale, ma anche la possibilità di reperire più facilmente piante in vaso e fiori, oggi prese in considerazione anche dalla grande distribuzione a prezzi generalmente bassi. Infine anche i prezzi contenuti alla vendita, a causa della concorrenza, hanno rappresentato un valido incentivo al consumo.

Si può pertanto rilevare dalle considerazioni effettuate fino a questo punto, come il settore delle piante in vaso rappresenti un punto di forza nell'ambito del florovivaismo, con una prevedibile ulteriore affermazione del comparto con incrementi dei consumi e delle vendite.

Le colture orticole, nonostante la continua importazione di prodotti fuori stagione, interessano oltre il 90% dell'intera superficie investita a colture protette, senza considerare le coltivazioni in pieno campo. Tutto ciò ha favorito lo sviluppo, in larga scala, di vivai adibiti alla produzione di piante orticole (Tesi, 2001).

La principale conseguenza di tale fenomeno è l'incremento della domanda dei fattori stessi della produzione, primi fra tutti i substrati. Occorre, quindi, che l'offerta di tali materiali sia abbondante e a prezzi contenuti, onde evitare l'eccessiva lievitazione dei costi legati alla produzione, già soggetti ad aumenti dovuti ai consumi energetici.

Il mercato dei substrati è in grado di fornire oggi un'ampia gamma di prodotti, impiegati singoli o nella formazione di miscele, ma non tutti sono in grado di soddisfare a pieno le esigenze dei floricoltori sotto il profilo qualitativo. La ricerca continua di possibili alternative è volta a garantire al produttore materiale dalle ottime caratteristiche chimiche e chimico-fisiche, nonché costi contenuti.

Bisogna anche considerare, a supporto di quanto precedentemente indicato, che le caratteristiche ottimali del substrato possono determinare una riduzione dei costi totali di produzione, grazie alla razionalizzazione di spese per concimazione ed irrigazione. Pertanto sono necessari continui sforzi di ricerca e miglioramento per fornire ai floricoltori gli strumenti ideali per ottimizzare la loro attività produttiva.

## **1.2. I SUBSTRATI DI COLTIVAZIONE**

### **Generalità**

Il mercato dei terricci per il vivaismo professionale e per l'hobbistica si è sviluppato negli ultimi trent'anni; prima di allora le necessità delle aziende vivaistiche e dei giardinieri venivano soddisfatte con miscele di materie prime reperite in loco (stallatici, terre di campo, foglie di faggio, aghi di pino). Il materiale oggi più diffuso è sicuramente la torba, almeno in Europa. Anche se la torba è usata raramente tal quale, in termini ponderali 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 Garibaldi, De Ambrogio, 1992).

Per l'Italia, dove ci sono quasi duecento aziende che producono e/o commercializzano substrati sia vivaisti che per hobbisti, il consumo annuale di substrati si aggira sui 5 milioni di m<sup>3</sup>, costituiti principalmente da torbe bionde e brune importate dall'estero (Pinamonti e Centemero, 1997). Invero, una stima della IPS (International Peat Society; [www.peatsociety.fi](http://www.peatsociety.fi)) riportata da Frangi e Tandardini (2001) indica un consumo totale

di torba per l'Italia assai più basso, circa 1 milioni di m<sup>3</sup> (il 6% del consumo totale in Europa), ma questo numero sembra sottostimato. Infatti, soltanto per la zona vivaistica di Pistoia, la più importante in Europa con i suoi oltre 5000 ha di vivai, considerando una superficie di 1000 ha per le colture in vaso, si può calcolare un fabbisogno annuo di terriccio di 35-40 mila m<sup>3</sup> per ha, pari a 350-400 mila m<sup>3</sup> per anno, metà del quale è costituito da torba, in quanto il substrato tipico del vivaismo pistoiese è una miscela in parti uguali di torba e pomice.

Quanto detto sottolinea, quindi, l'importanza della torba per il settore 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, compreso il trasporto dai paesi produttori del Nord-Europa o del Canada. Inoltre, aumenta la richiesta di substrati "peat-free" come conseguenza di una campagna di stampo ambientalista condotta contro lo sfruttamento delle torbiere, in considerazione del valore naturalistico (in alcuni casi, anche archeologico) di questi particolari habitat e della natura di risorsa "non rinnovabile" di questo materiale, la cui formazione richiede migliaia di anni.

Tale campagna è stata ed è tutt'oggi particolarmente aggressiva nel Regno Unito, dove molte catene della grande distribuzione richiedono oggi giorno terricci "peat-free" e piante allevate in substrati praticamente privi di torba (Holmes et al., 2000; Armstrong, 2004).

Occorre ricordare, inoltre, che la Commissione della Comunità Europea (CE) nel 2001 ha escluso dal rilascio del marchio comunitario di qualità ecologica (Ecolabel) i substrati di coltivazione che contengono torba o prodotti derivati. Tempo addietro si ventilava anche la possibilità che a Bruxelles si promulgasse una direttiva per vietare nel 2010 la presenza di torba nei substrati di coltivazione ad uso professionale e amatoriale.

Anche se, a livello mondiale, il consumo di torba per la coltivazione di piante è meno dell'0,4% del consumo totale di questo materiale (impiegato in larga misura per il riscaldamento, soprattutto in Scandinavia ed in Irlanda; Armstrong, 2004), la protezione delle torbiere ha indotto a misurarsi con il problema anche i produttori di torba che propongono soluzioni che, pur salvaguardando i siti di escavazione, ne consentano un

oculato sfruttamento commerciale. Un'eventuale proibizione dell'uso della torba, in effetti, potrebbe avere sul settore 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 (Armstrong, 2004) ed anche nel nostro Paese (ad es. Progetto PROBIORN dell'ARSIA della Regione Toscana,) si sono avviati progetti per ricercare materie alternative alla torba che associno il basso costo a qualità fisiche, chimiche e biologiche ottimali.

### **La coltivazione in contenitore**

L'utilizzo del contenitore presenta evidenti vantaggi nella coltivazione, ma pone anche alcune limitazioni, per cui colui che intraprende tale pratica deve essere in possesso di nozioni teoriche e tecniche che gli permettano di sfruttare a pieno le potenzialità della coltura in vaso.

Il contenitore ha i seguenti vantaggi:

- isolamento dal suolo
- standardizzazione
- semplificazione delle operazioni colturali
- possibilità di realizzare elevate densità
- facile movimentazione delle piante
- riduzione dello stress da impianto

Nella coltura in contenitore, però, si rende indispensabile una precisa gestione delle risorse (spazio, acqua, elementi nutritivi), limitate rispetto alla piena terra; inoltre l'irrigazione non può essere praticata senza prendere in considerazione il rapporto più elevato tra parte aerea e parte radicale e la maggiore concentrazione delle radici per unità di volume del substrato.

Esiste poi il limite della pressione osmotica della soluzione nutritiva, variabile in relazione alla specie, alla fase di sviluppo, alla stagione, al di sopra del quale si verificano condizioni di stress nella pianta.

Uno degli effetti più marcati della coltura in contenitore si esercita sull'architettura

dell'apparato radicale, con spiralizzazione delle radici (sia per le fittonanti che per le fasciolate); inoltre sono frequenti le biforcazioni. Tutte queste modificazioni si ripercuotono sulla funzione assorbente e su quella meccanica di ancoraggio.

Con la coltivazione in vaso è possibile non solo scegliere il substrato colturale, ma anche il contenitore, in relazione alla sua geometria (volume, inclinazione delle pareti, rapporto volume/altezza) e alla caratteristica della foratura di drenaggio, parametri che incidono evidentemente sulla funzionalità.

Praticità delle piante in vaso e facilità del loro trapianto sono sempre più apprezzate dal mercato: dal consumo domestico all'addobbo di locali pubblici (fiere, ristoranti, alberghi), all'arredo urbano, i vantaggi sono notevoli per quanto riguarda l'utilizzazione di tali prodotti.

Il mercato dei substrati professionali e per l'hobbistica si è sviluppato recentemente. Le aziende che si procuravano torba bionda dalla Germania erano molto poche e nel privato i pochi appassionati utilizzavano terra di campagna o di sottobosco unita alle deiezioni degli animali.

La produzione tecnica in aziende specializzate è iniziata nei paesi dove le coltivazioni in contenitore si sono sviluppate e presenza e disponibilità di materie prime particolari (torba chiara e torba scura) ha permesso la preparazione di prodotti pronti all'uso.

La crescita del mercato dei prodotti pronti all'uso ha stimolato la produzione nazionale, che ha raggiunto oggi una posizione di rilievo nel mercato dell'hobbistica e segna risultati positivi anche nel settore più complesso del comparto professionale (floricoltura, vivaistica orticola, allestimento del verde).

### **Caratteristiche e requisiti del substrato colturale**

Le aziende agricole, sospinte dal contenimento dei costi e dalle esigenze agronomiche, richiedono che i substrati svolgano le seguenti funzioni:

- favorire lo sviluppo vegetale
- essere economicamente vantaggiosi

Per tali motivi, insieme al progredire delle conoscenze e delle tecnologie produttive, sono state messe a punto miscele di componenti organiche e inorganiche, nelle quali, in

relazione alla destinazione d'uso del prodotto finale e per poter ottenere idonee caratteristiche fisiche e idrologiche, vengono addizionate in diverse proporzioni materie prime differenti.

Il substrato deve garantire caratteristiche agronomiche costanti, soprattutto nei parametri che maggiormente incidono sullo sviluppo vegetale, come il pH, la salinità, la densità apparente, la porosità totale, il volume d'aria a pF1, il volume d'acqua a pF1.

Il substrato colturale assume un'importanza fondamentale nella coltivazione in contenitore, poiché l'apparato radicale delle piante in esso coltivate ha a disposizione un volume limitato da esplorare e presenta maggiori esigenze nei confronti di aria, acqua ed elementi nutritivi rispetto al suolo agrario.

Un buon substrato deve :

- garantire 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 anche in corrispondenza della capacità idrica massima
- essere privo di patogeni, parassiti e sostanze fitotossiche
- mantenere il più a lungo possibile inalterate le caratteristiche fisiche e quindi resistere al compattamento e alla riduzione di volume, mantenendo buone capacità drenanti
- essere omogeneo ed uniforme
- avere un costo limitato
- essere di facile reperibilità

Considerando la variabilità delle piante coltivate e, di conseguenza, la variabilità delle esigenze colturali da rispettare pongono continue richieste per azioni di ricerca e sviluppo nei confronti dei substrati, al fine di ottenere validi elementi di giudizio che consentano di sfruttare al meglio le opportunità fornite dalla coltivazione fuori suolo.

### 1.3. LA TORBA

Le torbe rappresentano oggi, il componente di base più utilizzato per la preparazione dei substrati impiegati nel florovivaismo. Per alcune colture esse vengono impiegate tali quali, mentre nella maggioranza dei casi si ricorre a miscele con altri componenti di origine e proprietà diverse. Anche i substrati commerciali pronti per l'uso, pur essendo a base di torba, spesso contengono altri elementi in relazione all'utilizzo specialistico per il quale sono stati formulati.

Si individuano come torbe propriamente dette quei materiali contenenti residui vegetali più o meno decomposti, aventi un contenuto in ceneri inferiore al 10%. Le torbe sono presenti in giacimenti naturali denominati torbiere, che sono localizzati in diverse aree della superficie terrestre; quelle più profonde hanno iniziato la loro formazione circa diecimila anni fa, nel tardo periodo glaciale o post-glaciale, mentre quelle comunemente utilizzate derivano da formazioni di circa mille anni.

Fra le varie categorie di torbe quelle di sfagno rappresentano il materiale di partenza più utilizzato per la realizzazione di substrati, a causa delle loro caratteristiche di base (Castelnuovo, 1999):

- omogeneità
- elevata capacità di assorbimento idrico
- buona aerazione
- stabilità strutturale (quindi buon mantenimento delle caratteristiche fisiche del substrato)
- limitato apporto di elementi nutritivi (senza modificare il piano di concimazione)
- pH intorno a 3 (facilmente modificabile a seconda delle esigenze colturali)
- assenza di sostanze fitotossiche

Risulta fondamentale il comportamento della torba in relazione all'acqua, in quanto le proprietà salienti della stessa sono legate alla sua capacità di immagazzinamento e

cessione idrica che dipende dagli aspetti morfologici e botanici degli sfagni. Riguardo alle caratteristiche morfologiche, la possibilità di assorbire acqua è legata ai tipi di frammenti (foglie e branche) che sono presenti e al loro grado di decomposizione.

Se la torba risulta poco degradata, foglioline e branche esplicano in maniera ottimale l'azione di trattenimento nei confronti dell'acqua. Viceversa, all'aumentare del grado di decomposizione della torba, aumenta anche il livello di degradazione delle strutture fogliari, con peggioramento delle caratteristiche idrologiche.

Riguardo alle caratteristiche botaniche le diverse specie presentano eterogeneità che incide sulle proprietà fisiche delle torbe.

In sintesi i parametri di cui bisogna tenere conto sono:

- porosità: una buona torba di sfagno presenta una porosità superiore al 96%
- volume d'aria: l'optimum si aggira intorno al 45-50% della porosità totale a pF1
- grado di restringimento: questo parametro misura la diminuzione di volume che si realizza nella torba in seguito alla evaporazione e cresce all'aumentare del grado di decomposizione. Per una buona torba di sfagno deve essere inferiore al 25%, mentre per torbe brune si può arrivare al 45%.

#### **1.4. MATERIALI ALTERNATIVI ALLA TORBA**

Di seguito vengono illustrate le caratteristiche principali di una serie di materiali di varia natura ed origine già impiegati su larga o piccola scala in miscuglio con la torba, per ridurre l'impiego o determinare un miglioramento generale delle caratteristiche fisiche e/o chimiche del substrato. Per il compost e la fibra di cocco, testati nella parte sperimentale della tesi, si riporta una più estesa trattazione.

##### **Perlite**

La perlite viene ottenuta mediante il riscaldamento ad alte temperature (intorno a 1000°C) di un silicato di alluminio di origine vulcanica. Ne deriva un materiale espanso, a struttura cellulare chiusa, di colore bianco e molto leggero. La struttura cellulare chiusa riduce di molto la capacità di ritenzione idrica, mentre elevato è il potere

drenante. Per queste caratteristiche viene utilizzata in miscela con la torba, nella quantità di circa il 20% in volume nei substrati di coltivazione e fino al 50% nella radicazione di talee erbacee, o tal quale in colture senza suolo. La perlite è un materiale chimicamente inerte e mostra un pH tendenzialmente neutro. Non si ha apporto di elementi nutritivi.

### **Argilla espansa**

Deriva dal riscaldamento dell'argilla ad alta temperatura. Il materiale che ne deriva si presenta sottoforma di aggregati stabili ed anche il pH è variabile, in un intervallo compreso tra 7 e 9. Viene utilizzata come mezzo drenante nei substrati ed in idrocoltura.

### **Pomice e lapillo**

La pomice e il lapillo sono materiali porosi di origine vulcanica. Sono silicati di alluminio contenenti piccole quantità di elementi nutritivi (potassio, sodio e tracce di calcio, magnesio e ferro) e sono in grado di scambiare cationi con la soluzione circolante. Sono utilizzati come materiale drenante, in miscuglio con la torba o tal quali per colture senza suolo. Tramite la vagliatura si ottengono granuli di diverse dimensioni.

### **Sabbia**

E' utilizzata come componente di miscugli, come substrato nella radicazione di talee legnose o nella semina delle piante grasse. Viene spesso utilizzata in miscuglio con la torba, allo scopo di migliorarne le caratteristiche fisiche, anche se, in realtà, l'effetto ottenuto risulta essere di segno contrario, in quanto i granelli di sabbia vanno ad ostruire la porosità della torba. Modesto è l'apporto di elementi nutritivi e scarsa la capacità di ritenzione idrica.

### **Vermiculite**

Questo silicato di alluminio, ferro e magnesio è estratto da giacimenti naturali. In seguito a un processo di riscaldamento (745°C per 1 minuto), perde la tipica struttura a strati e si espande fino a circa 20 volte il suo volume originale, acquisendo una struttura a nido d'ape. Il pH può essere leggermente acido (compreso fra valori di 6-6,8) o neutro.

Con il trascorrere del tempo la struttura a nido d'ape tende a disgregarsi, con perdita

delle caratteristiche fisiche. Viene pertanto utilizzata in miscuglio con altri materiali.

### **Lana di roccia**

Si presenta come un materiale a struttura fibriforme, ottenuto dalla fusione a 1500°C di silicati di alluminio, calcio e magnesio e carbon coke. Avendo un'elevata porosità (87%) ed essendo chimicamente inerte è utilizzabile quale substrato in aziende specializzate.

### **Polistirene espanso (*polistirolo*)**

Prodotto in scaglie o fiocchi di 2-8 mm di diametro; viene utilizzato per aumentare l'aerazione e la leggerezza del substrato. Non ha capacità di ritenzione idrica, in quanto presenta una struttura cellulare chiusa. Non interferisce chimicamente con il substrato e non si decompone, anche se tende a comprimersi durante l'uso.

### **Paglia**

La grande disponibilità sul mercato (residuo delle grandi colture erbacee), la facilità di reperimento e il costo contenuto hanno indotto l'utilizzo di tale materia prima nel campo delle colture florovivaistiche con risultati spesso scarsi e forti limitazioni d'uso. Si sottolinea la scarsa capacità di ritenzione idrica, a fronte di un'elevata porosità e capacità per l'aria. L'utilizzo fresco pone problemi di stabilità in termini di biodegradabilità, a causa della componente cellulosica, e di immobilizzazione dell'azoto da parte dei microrganismi presenti. Il compostaggio modifica le proprietà fisiche della materia prima, abbassando fortemente la porosità, fino a renderla addirittura asfittica, impedendone l'utilizzo, se non in modeste quantità, all'interno di substrati destinati alla coltivazione in vaso.

### **Alghe**

Le alghe sono comparse ultimamente in grandi quantità lungo le coste a causa dell'inquinamento dovuto a rifiuti organici e minerali nei mari, tanto da provocare le cosiddette "maree verdi". Questo fenomeno costituisce un problema su scala mondiale e in Europa interessa tutti i paesi che si affacciano sul mare, provocando inconvenienti quali cattivi odori e infestazione delle coste durante la stagione turistica. In alcune località si è deciso di far fronte a tale problema mediante raccolta delle alghe, ma le quantità con cui si viene ad operare sono elevate (anche 500 m<sup>3</sup> per giorno), per cui le difficoltà sono evidenti (nel golfo di Venezia si depositano annualmente circa un

milione di tonnellate di alghe, delle quali solo 40.000 vengono asportate (Cuomo et al., 1995). In caso di raccolta si pone il problema successivo dello smaltimento di tale materiale e, tramite le tecniche di compostaggio, l'utilizzo è stato rivolto al settore orticolo e floricolo. L'eccesso di sali e la presenza di silicio sono stati scongiurati mediante lavaggio precedente le tecniche di compostaggio; si osserva spesso la presenza di metalli pesanti, ma a livelli tali da essere raramente fitotossici. Il prodotto viene utilizzato soprattutto come ammendante, mentre la possibilità di inserire il compost ottenuto come componente di substrati di coltivazione deve essere ancora attentamente valutata.

### **Depositi di *Posidonia oceanica* L.**

Uno studio è stato realizzato nel 1981 da Veerlodt allo scopo di utilizzare i depositi della graminacea marina *Posidonia oceanica* L., presenti sulle spiagge tunisine durante il periodo da novembre a maggio; come per le alghe, la raccolta e l'utilizzazione in orticoltura e floricoltura contribuiscono a mantenere l'ambiente pulito.

I primi risultati dell'utilizzazione di tale prodotto compostato come substrato di coltivazione su pomodoro hanno permesso di constatare come la miscela con paglia permetta la migliore struttura, scongiurando i problemi di asfissia della pianta che si rilevano con necrosi fogliari in caso di utilizzo del singolo compost (anche l'apporto di una certa quantità di letame sembra migliorare il comportamento della coltura con scomparsa delle necrosi, aumento del calibro dei frutti e della produttività). Questa esperienza conferma la possibilità di utilizzare i depositi di *Posidonia* come componenti dei substrati per la coltivazione in vaso; i migliori risultati sono stati ottenuti utilizzando sacchi di 45 litri di volume riempiti con compost in miscela con il 10% di letame ben maturo (Veerlodt et al., 1981).

### **Lolla di riso**

La lolla è un sottoprodotto della lavorazione del riso, costituito dalle glumelle che avvolgono la cariosside del cereale. L'utilizzo in campo florovivaistico è stato sperimentato nella costituzione di miscele di materie prime differenti, previo un processo preliminare di sterilizzazione del prodotto grezzo. In genere la percentuale di utilizzo nella miscela non supera il 30%.

## **Pneumatici usati**

Utilizzati sotto forma di pellets per evitare l'eccessivo compattamento del suolo dovuto a calpestamento (Rogers, 1994), si è pensato di inserire il materiale in questione tra i componenti dei substrati di coltivazione (Calkins et al., 1997).

Nel corso della sperimentazione i pellets di pneumatico non sono mai stati utilizzati soli, ma sempre in miscela con altre materie prime in diverse proporzioni. L'incorporazione di questo materiale provoca generalmente una diminuzione della capacità di ritenzione idrica, inoltre è possibile osservare minore sopravvivenza e qualità delle piante coltivate, anche se il contenuto in sostanza secca in rapporto al testimone è statisticamente identico.

## **Poliuretano**

Ottenuto miscelando oli minerali in grado di reagire tra loro per dar vita a una schiuma artificiale. I materiali destinati a questa occupazione vengono dapprima macinati in granuli, per essere poi trasformati successivamente in scaglie attraverso pressatura mediante ausilio di sostanze chimiche, fino ad una determinata densità; durante il processo il materiale viene messo a contatto con un flusso di vapore a 140°C. Esistono così due tipologie di prodotto che si differenziano per la struttura: i granuli e le scaglie.

Il poliuretano viene usato come substrato di coltivazione in Belgio e in misura minore in Olanda per la produzione di orticole tra cui pomodoro, peperone, melanzana, cocomero (Hardgrave, 1995) e floricole come garofano, gerbera e rosa; i granuli sono particolarmente indicati per garofano e orchidea. I granuli di poliuretano possono essere utilizzati in miscela con altre materie prime come ad esempio la lana di roccia; il problema in questi casi si pone allo smaltimento del rifiuto alla fine del ciclo colturale, quando le diverse componenti il substrato devono essere nuovamente separate per essere singolarmente smaltite. Il processo di formazione ad elevate temperature rende il poliuretano sterile oltre che inerte e leggero, ed essendo un prodotto di sintesi non viene degradato dai microrganismi e non contiene alcun elemento nutritivo per la pianta. Il pH è compreso tra 5.5 e 6.5, la conducibilità elettrica è estremamente bassa (0.00/0.01 mS/cm) così come la capacità di scambio cationico (Lemaire et al., 1990).

Il contenuto in elementi minerali solubili è estremamente basso. La stabilità di questo prodotto è molto elevata, la densità apparente è bassa e in generale compresa tra 0.020 e 0.080 g/cm<sup>3</sup> (Letard et al., 1995). Spesso le caratteristiche fisiche del poliuretano sono migliori nel corso di un secondo ciclo di coltura, dove i resti delle radici favoriscono in qualche modo la ritenzione idrica e il mantenimento di un buon tenore di umidità, diminuendo la necessità di irrigazioni frequenti (Hardgrave, 1995). Il poliuretano possiede la capacità di essere riutilizzato per diversi anni, fino a 10 consecutivi, e può essere facilmente sterilizzato mediante vapore prima di un nuovo ciclo di coltivazione.

Ottimi risultati sono stati ottenuti soprattutto con il tipo a scaglie, anche se i primi tempi si assisteva a problemi di tossicità dovuti alla presenza di sostanze dannose, oggi scongiurata per la maggiore attenzione da parte dei produttori. Il poliuretano destinato alle colture in vaso non è un materiale di recupero quindi ha un costo elevato.

### **Fibra di cocco e compost**

Entrambi residui derivanti dalle lavorazioni del cocco (fibra di cocco) e di rifiuti urbani, fanghi di depurazione, scarti industriali o agricoli (compost). Il loro utilizzo nella composizione di substrati è argomento di questo elaborato, per tale motivo verranno trattati più approfonditamente nei capitoli 2 e 3.

## **1.5. IL CONTROLLO DELLE MATERIE PRIME**

Tutti i prodotti acquistati dovrebbero essere controllati. Per quelli a base di torba sono necessari periodici controlli per assicurarsi della qualità ed omogeneità delle singole forniture della stessa. La determinazione successiva di una serie di parametri quali il peso specifico, la porosità e la capacità idrica, permette di fornire indicazioni importanti sulla qualità; altri fattori caratterizzanti sono la vagliatura e la macinatura che conferiscono la struttura al materiale torboso al momento del suo utilizzo. Le altre materie prime devono essere soggette a controllo degli aspetti tipici che caratterizzano i singoli prodotti.

Quando i componenti primari raggiungono lo stabilimento di produzione dei substrati, devono essere compiute analisi chimiche e fisiche adeguate. Occorre determinare, almeno in una prima fase, i valori relativi ai seguenti parametri (Castelnuovo, 1999):

#### Parametri chimici:

- pH, conducibilità elettrica (EC), azoto, fosforo, potassio, calcio e magnesio
- con valori di EC elevati: sodio e cloro
- per i compost: azoto ammoniacale, metalli pesanti quali zinco, piombo, cadmio, nichel, manganese e altri eventuali parametri biologici

#### Parametri fisici:

- densità apparente e porosità totale
- volume di aria e di acqua facilmente disponibile
- capacità idrica
- distribuzione granulometrica

I dati ottenuti dalle misurazioni analitiche forniscono informazioni oggettive sulla qualità e sono la base per la costituzione di substrati destinati a scopi differenti.

Importante risulta la misurazione nelle diverse materie prime del tasso di immobilizzazione dell'azoto, che dipende soprattutto dalla degradabilità del carbonio organico contenuto nel substrato. I materiali quali il legno e le cortecce di latifoglie sono più soggetti a fenomeni di mineralizzazione che comportano, a livello macroscopico, una riduzione del volume del substrato e il suo progressivo compattamento con il prolungarsi della coltivazione. Nel caso di materiali organici, quindi, occorre indagare sulla stabilità microbiologica nel tempo prima dell'impiego come componenti di substrati.

Nella realtà odierna è molto difficile produrre substrati ottimali per ciascun gruppo di piante, poichè i produttori utilizzano differenti tecniche d'irrigazione, differenti fertilizzanti e soluzioni nutritive, non possiedono la stessa qualità dell'acqua e cambiano o adattano costantemente le tecniche di coltivazione (Castelnuovo, 1999). Di conseguenza i substrati devono essere armonizzati alle condizioni di coltivazione e non alle tipologie di piante, poichè un gran numero di specie, con l'impiego di tecniche appropriate, possono essere allevate in qualsiasi substrato.

I parametri fisico-chimici da considerare ed i metodi di controllo da utilizzare variano necessariamente in relazione agli scopi a cui tendono i soggetti implicati e sono: gli escavatori e i produttori di materie prime, gli importatori di materie prime, i produttori di substrati (terricci, miscele ecc.), i distributori e gli agenti di commercio, le aziende agricole ed il consumatore al dettaglio. I punti di seguito proposti tentano di raggruppare le fasi dei processi produttivi:

- controllo e caratterizzazione delle materie prime disponibili sul mercato nazionale ed estero. In questa fase di reperimento di grossi quantitativi di materiale risulta molto importante la definizione di norme internazionali, in relazione alla univoca definizione di qualità e quantità, che regolino gli scambi commerciali che ormai intercorrono tra nazioni diverse. I soggetti implicati sono i produttori di materie prime, gli importatori e i produttori di substrati.
- controlli dei parametri analitici che siano utilizzabili quali supporto nelle decisioni di formulazione delle miscele. I soggetti interessati sono ovviamente i produttori di substrati. Lo scopo delle indagini di controllo richieste in questa fase è quello di ottenere substrati “ideali” per le esigenze di mercato che nello stesso tempo siano riconducibili a standard aziendali o convenzionali. I parametri implicati possono essere valutati in laboratorio od in serra, su alcune colture indicatrici, con protocolli affidabili.
- controlli per la qualificazione di prodotti commerciali operati dai produttori di miscele pronte all’uso. Le aziende che operano miscele di componenti base sono interessate, dopo la costituzione di protocolli di produzione, al controllo dei processi di produzione. Tale approccio è la base per aderire a procedure certificate che permettono l’ottenimento di Marchi di Qualità.
- controlli per le aziende agricole e per la distribuzione. I soggetti in questa fase sono i distributori, le aziende agricole e le associazioni di consumatori che sono interessati a valutare il rapporto tra qualità e prezzo. L’attenzione del coltivatore è rivolta maggiormente a problemi di qualità agronomica, mentre la distribuzione esige la rispondenza del prodotto a norme nazionali e internazionali.

- controlli agronomici per garantire la capacità del substrato di sostenere lo sviluppo vegetale in modo remunerativo. In quest'ultimo caso i soggetti sono le aziende agricole fortemente specializzate che devono programmare la loro produzione per diminuirne i costi; il substrato deve garantire il rispetto dei tempi produttivi e degli standard qualitativi delle piante coltivate.



**Diagramma di flusso relativa alla produzione di substrati di coltivazione (recuperato dal depliant di una nota ditta italiana del settore).**

## **CAPITOLO 2: LA FIBRA DI COCCO**

### **2.1. INTRODUZIONE**

La fibra di cocco, chiamata internazionalmente “coir”, è comparsa recentemente in orticoltura e in floricoltura per la coltivazione fuori suolo; tale materiale può essere utilizzato in purezza o in miscela e rappresenta un’alternativa alla torba sempre più in voga grazie alle sue caratteristiche.

La palma da cocco (*Cocos nucifera* L.) è una coltura molto diffusa nelle regioni tropicali e vede tra i suoi maggiori produttori Sri Lanka, Filippine, India, Indonesia, Messico, Costa Rica, Costa d’Avorio e Guinea (Evans et al., 1996; Noguera, 1998). Lo Sri Lanka, con 2.5 miliardi di noci di cocco, produce 70.000 tonnellate di fibra secca per anno, delle quali circa il 75% finiscono negli scarti dell’industria dei tessuti; la risorsa totale in fibra in questo paese è stimata in 3 milioni di tonnellate (Benington et al., 1994), per cui lo Sri Lanka è leader mondiale nella commercializzazione dei residui della fibra di cocco come substrato di coltivazione (Meerow, 1994).

### **2.2. IL PROCESSO DI LAVORAZIONE DEL COCCO**

La fibra di cocco proviene dal mesocarpo della noce della pianta stessa, non dal guscio ma dall’involucro fibroso della noce, che costituisce un prodotto di scarto. Una palma produce annualmente circa dodici frutti, per cui, considerando che i paesi tropicali contano miliardi di piante, si può facilmente comprendere la straordinaria capacità produttiva di tali regioni, dove è possibile trovare enormi quantità di involucri fibrosi da destinare al processo di produzione della fibra. Il mesocarpo deve essere trattato mediante un particolare processo che prevede la messa in pratica di tecniche diverse; spesso le fabbriche che oggi producono fibra da destinare all’utilizzo come substrato colturale sono in realtà vecchie strutture che hanno iniziato la lavorazione di tale materiale per altri scopi e hanno compreso oggi le potenzialità di tale settore.

Nella prima fase i mesocarpi sono raccolti, trasportati allo stabilimento e immersi in tinozze piene di acqua per essere ammorbiditi e preparati alle lavorazioni successive.

Compiuta tale operazione, gli involucri sono convogliati in una sorta di mulino a martelli: si tratta di un sistema che si limita a frantumare i mesocarpi, senza macinarli, ottenendo così una serie di sottoprodotti, tra cui le fibre lunghe, che hanno costituito il primo elemento di interesse per le aziende che hanno intrapreso tale lavorazione. Eliminate tali fibre, ciò che rimane è un cumulo di residui formato essenzialmente da tessuto midollare (o polvere), fibre corte e medie e altro materiale, il tutto di qualità inferiore, non abbastanza lungo per essere destinato alla produzione di cordami e stuoie.

Il processo prevede a questo punto la setacciatura del materiale tramite un vaglio rotante per separare dalla polvere la maggior parte della fibra residua, ottenendo così un prodotto che viene generalmente indicato come “*coir dust*”, ossia fibra di cocco in polvere. Dopo la setacciatura, quest’ultima viene asciugata (fino al 25% di umidità), quindi, a seconda dell’azienda produttrice, viene confezionata in sacchi e spedita a destinazione oppure compattata in mattonelle o in pani compressi. A questo riguardo si deve sottolineare come siano possibili varie unità di compressione, tuttavia, sebbene non esista una regola univoca, in generale si adotta una riduzione del volume secondo un rapporto di 6/1, 7/1, fino a 9/1. Con rapporti troppo elevati - 14/1 o 15/1 - si rischia di ottenere un prodotto finito troppo solido, un vero e proprio “legno di cocco”. Una mattonella che una volta in acqua non si espande o si espande in misura limitata indica con tutta probabilità una compressione eccessiva, al contrario se il materiale incrementa il proprio volume piuttosto in fretta e si gonfia sarà indice di inadeguata compressione.

La tabella 2.1. indica la variabilità della composizione della fibra di cocco (a confronto con la torba), secondo Meerow (1994) e Noguera (1998).

Considerando le proprietà fisiche e fisico-chimiche della fibra di cocco, la bibliografia si mostra per taluni parametri contraddittoria; le discordanze possono essere giustificate alla luce dell’eterogeneità del materiale, che assume caratteristiche diverse in relazione a fattori quali origine del prodotto e dimensione delle fibre.

La tabella 2.2 indica le caratteristiche fisiche e chimiche del materiale considerato, secondo alcune diverse fonti cui è possibile fare ricorso in bibliografia.

Il pH (in acqua), compreso in generale tra 5 e 7, è comunque superiore a quello della torba ed è ottimale per la maggior parte delle colture neutrofile, senza la necessità di ricorrere a correttivi (CaCO<sub>3</sub>). La capacità di scambio cationico assume valori compresi

tra 30 e 100 meq/100g (valori riconducibili a una torba bruna) e garantisce al materiale un elevato potere tampone.

**Tabella 2.1. Composizione (%) della fibra di cocco secondo Meerow (1994) e Noguera (1998) in relazione alla torba.**

	<b>Fibra di cocco (Meerow)</b>	<b>Fibra di cocco (Noguera)</b>	<b>Torba</b>
Lignina	65 - 70	35 – 54	32.8
Cellulosa	25 - 30	23 – 40	14
Emicellulosa		3 – 12	16.6

Si osserva in taluni casi una salinità elevata a causa di un tenore importante in potassio, sodio e cloro dovuto alla crescita della palma da cocco in prossimità del mare; il contenuto in sali è tanto più negativo quanto più questi sono rilasciati durante la coltura, nel periodo di fertilizzazione. La conduttività elettrica misurata per la fibra di cocco fresca con il metodo di Sonneveld (1:1.5 v/v) varia da 0.3 a 2.9 mS/cm (Evans et al., 1996), mentre per il materiale destinato alla costituzione di substrati si consiglia una EC inferiore a 0.5 mS/cm.

Il livello dei sali solubili è probabilmente il principale fattore di qualità o elemento di controllo della stessa: una salinità troppo elevata, e in particolare una eccessiva dotazione in sodio e cloruri, può infatti porre seri problemi a secondo del tipo di coltura, dello stadio di crescita o della situazione in cui si opera. Pur non sottovalutando il problema, Evans (1997) ritiene che fibra di cocco con livelli di cloruro anche di 600 – 700 mg/l possa garantire comunque ottimi risultati se si pratica irrigazione per aspersione o una tecnica di dilavamento in grado di diminuire drasticamente la concentrazione dei sali nell'arco della prima settimana di coltivazione. La concentrazione degli ioni fosfato è equivalente a quella di una torba.

**Tabella 2.2. Caratteristiche fisico-chimiche della fibra di cocco.**

<b>Parametri misurati</b>	<b>Evans et al. (1996)</b>	<b>Noguera (1998)</b>	<b>INRA (1996)</b>	<b>Prasad (1997)</b>	<b>Lemaire (1996)</b>
PH	5.6 - 6.9	4.90/6.14	5.53/6.74	4.51/5.67	6.12
EC (mS/cm)	0.3 - 2.9	0.4/6.0	0.209/0.977	0.12/1.5	0.68/0.62
CSC (meq/100g)	39 - 60	32/95	20/76		30/27.5
C/N	80	75/186			
Densità apparente (g/cm <sup>3</sup> )	0.04 - 0.08	0.025/0.089	0.05/0.08	0.07/0.08	
Porosità (%v/v)	86.4 - 89.5	94.1/98.3	97.2/98.9	94.3/95.4	97.8/98.1
Volume aria (%v/v)	9.5 - 12.5	24.2/89.4	25.9/92	13.5/29.4	70.8/78.4
Acqua disponibile (%v/v)		0.7/36.0	0.7/37.6	22.9/35.5	12/7
S.O. (%)		89.3/96.9		94/98	
Elementi minerali solubili: N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	0.1 - 0.2	1.8	0.03/2.66*		6.4/0.3
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	0.4 - 3.2	-/1.4	0.12/1.56*		0.31/0.25
P (mg/l)	1.3 - 66	8.7/87	4.38/171.3*		17/26.2
K (mg/l)	19 - 948	116/2059	100/3560*	4/464	522/727
Cl (mg/l)	26 - 1636	28/2006		5/246	
Ca (mg/l)	1 - 24	7.8/98			

\* mg/l di substrato alla capacità di ritenzione

Per quanto concerne le caratteristiche fisiche, il contenuto di aria a pF1 è generalmente paragonabile a quello di una torba bionda (Garcia et al., 1994), anche se, considerando gli studi di diversi ricercatori, si possono rilevare valori estremamente variabili (addirittura dal 9 al 92% del volume): l'origine del prodotto e la dimensione delle fibre sono due fattori che possono in qualche modo spiegare tale forte eterogeneità.

La capacità di ritenzione idrica è maggiore rispetto alla torba di sfagno; in generale, secondo Evans, la prima trattiene acqua in misura pari al 750-900% del suo peso, mentre la seconda pari al 400-800%. La fibra di cocco si inumidisce molto più facilmente rispetto alla torba, nel cui caso spesso risulta difficile l'imbibizione successiva alla disidratazione, a meno che non si ricorra ad agenti esterni.

Anche in questo caso non mancano i pareri contrari, generalmente smentiti dalla maggior parte degli studi, ma ancora presenti in bibliografia: Prasad (1997), per esempio, indica la superiorità della torba nella ritenzione idrica rispetto al cocco.

Le variazioni nel corso del tempo delle caratteristiche fisiche della fibra di cocco sono generalmente meno importanti rispetto alla torba di sfagno, per cui, tale fattore, può indicare una maggiore biostabilità nel corso di utilizzo; non è stata evidenziata, in 120 giorni di coltura, la perdita di materia secca, quindi si ottiene una minore contrazione del substrato nel contenitore a fine ciclo (Lemaire, 1996). La degradazione microbica della fibra di cocco provoca l'immobilizzazione di una quota importante di azoto (da 47 a 274 mg/l) e apporti di questo elemento si rendono necessari nel corso della coltura (Grantzau et al., 1993). La capacità di scambio cationico varia in funzione dell'età del prodotto, in relazione al processo di decomposizione della sostanza organica (Evans et al., 1996).

La bassa densità apparente, in bibliografia compresa tra 0.025 e 0.09 g/cm<sup>3</sup>, rende facile il trasporto e la manipolazione; tale caratteristica non crea comunque problemi di ancoraggio alle radici e a tal proposito si è notato una radicazione più rapida in pomodoro collegata a una maggiore produzione (Garcia et al., 1994).

Non è stata osservata alcuna tossicità da parte del materiale in questione, così come la presenza di semi di infestanti e di germi patogeni che non sono mai stati messi in evidenza (Garcia et al., Meerow, 1994).

### **2.3. L'IMPIEGO COME SUBSTRATO DI COLTIVAZIONE**

La tendenza attuale nel settore dei substrati per la coltura in vaso a promuovere materie prime alternative alla torba valorizzando prodotti organici di scarto vedrà probabilmente la fibra di cocco come protagonista (Evans, 1997), grazie alla rinnovabilità di tale risorsa, alla assenza di impatto ecologico e alla possibilità di essere facilmente riciclata al termine del ciclo di produzione. Per raggiungere tali scopi occorre risolvere alcuni problemi legati alle variazioni della concentrazione di sali in materie prime di diversa provenienza, alla distanza tra zona d'origine e produzione e zona di consumo, che dà vita a costi di trasporto elevati, alla variabilità delle caratteristiche del materiale in

funzione dell'origine e della tecnica di lavorazione utilizzata. In alcuni casi poi si può assistere al mancato rispetto del tempo di “maturazione” della materia prima con immissione sul mercato di fibra di cocco eccessivamente fresca da parte dei produttori, o nel caso contrario di un prodotto vecchio; tali fattori incidono in entrambi i casi sulle proprietà fisico-chimiche, quindi sulla qualità del substrato finale.

In Europa la domanda di fibra di cocco è distribuita durante tutto il corso dell'anno per cui si rendono necessari trattamenti per uniformare l'umidità del prodotto soggetto nei paesi di origine al clima tropicale, interessato dal susseguirsi di periodi di piogge torrenziali (monsoni) ad altri di secco, con il rischio di gravare tale materia prima di un ulteriore costo supplementare da aggiungersi al prezzo già elevato.

Il venir meno a questi problemi è destinato a dare slancio al mercato della fibra di cocco come componente dei substrati per la coltivazione in vaso, visto l'ottimo comportamento agronomico della stessa che, secondo Evans (1997), permette di ottenere risultati molto simili alla torba e, in alcuni casi, addirittura superiori, con incremento del peso fresco della parte aerea della pianta in essa coltivata, maggiori dimensioni e, in alcune specie, maggiore sviluppo delle radici.



**Dischi pacciamanti in fibra di cocco proposti per evitare lo sviluppo di piante infestanti nelle piante allevate in contenitore. Il prodotto interessa soprattutto il vivaismo ornamentale in pien'aria.**

## CAPITOLO 3: IL COMPOST

### 3.1. INTRODUZIONE

Il compost è il prodotto di un processo di trasformazione, detto bioconversione aerobica, attuabile tramite diversi procedimenti produttivi e promosso dai microrganismi presenti nei materiali da compostare (biomasse) che possono essere di diversa natura: rifiuti urbani, fanghi di depurazione, scarti industriali o agricoli.

Proprio per questa estrema eterogeneità sia delle biomasse che dei processi produttivi impiegati, il termine compost comprende in genere prodotti molto diversi tra loro, con caratteristiche fisiche e chimiche assai variabili.

Per regolamentare la produzione del compost, il legislatore ha inquadrato nella normativa sui fertilizzanti (Lg. n° 748 del 19/10/1984 e relativi aggiornamenti) gli ammendanti compostati, riconducendoli all'interno di tre diverse categorie e definendo per ognuna di esse i parametri agronomici ed igienico-ambientali da verificare ed i rispettivi limiti di qualità (In tabella 3.1. si evidenziano le caratteristiche medie di torba e compost comparati con dati medi rilevati sui substrati) (Centemero, M.; Caimi V.,2001):

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

**Tabella 3.1. Caratteristiche medie torba e compost.**

<b>Parametro</b>	<b>Torbe di sfagno</b>	<b>Substrato ideale</b>	<b>Compost verde</b>	<b>Compost misto</b>
Densità apparente (g cm-3)	0.6-0.1	0.15-0.50	0.35	0.40
Porosità totale (% vol:vol)	> 96	>85	82.34	81.32
Capacità per l'aria (% vol:vol)	45-50	20-30	28.9	29.9
Acqua disponibile (% vol:vol)	24.40	24.40	13.8	15.7
pH	2.5-3.5	4.5-6	7.8	8.1
Conducibilità (dS m-1)	0.2-1.6	< 2.1	0.98	3.73
CSC (meq l-1)	148.1	100-1000	236.7	173.5

Tuttavia, pur introducendo la fondamentale distinzione tra ammendante compostato verde e ammendante compostato misto, all'interno d'ogni singola categoria i prodotti finali possono mostrare caratteristiche differenti dal punto di vista agronomico. Questo fatto ha contribuito a diffondere una cattiva reputazione del compost, poiché in certi casi ha una cattiva riuscita o provoca addirittura gravi danni alle colture in contenitore su cui viene impiegato; così, il suo utilizzo si limita a quello di ammendante organico del terreno.

Indispensabile risulta, dunque, nelle colture florovivaistiche, soprattutto in vaso, ove il volume di substrato in cui la pianta trascorre il suo intero ciclo colturale è estremamente ridotto, approfondire la conoscenza delle caratteristiche fisico-chimiche del prodotto che si intende introdurre in azienda al fine di valutare correttamente l'effettiva possibilità di utilizzo, stabilire la percentuale (del prodotto) nella miscela ed adeguare la tecnica di coltivazione in modo da ottimizzare le performance produttive.

Inoltre, il compost utilizzato deve rispettare alcune caratteristiche e condizioni tali da non compromettere la sanità delle colture, quali l'assenza di fitotossicità e di semi vitali e la ridotta presenza di metalli pesanti.

Dal punto di vista chimico i compost possiedono in genere pH che varia dalla neutralità alla sub-alcalinità e una salinità compresa tra 1,5 e 3,0 mS/cm (entrambi i parametri con valori superiori alla torba); il contenuto in sostanza organica risulta generalmente inferiore a quello delle torbe. Il rispetto dei parametri di legge è garanzia di qualità e di buoni risultati produttivi, se l'utilizzatore ne è a conoscenza ed è in grado di adeguare le tecniche di coltivazione alla tipologia del substrato utilizzato.

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

### **3.2. IL PROCESSO DI COMPOSTAGGIO**

Il compostaggio per essere attuato richiede tempi abbastanza lunghi; una volta recuperato il materiale da compostare, successivamente occorre eseguire dei pre-trattamenti al fine di evitare, durante il processo, emissioni di cattivi odori, da parte di materiali putrescibili, ed infine per accelerare il processo, effettuare dei trattamenti biologici. Tali punti si attuano soltanto se siamo in presenza di impianti ben attrezzati ed organizzati. Un impianto di compostaggio può essere così articolato:

- zona pre-trattamenti
- zona trattamenti biologici
- zona trattamenti finali.

Nella prima sezione si svolge principalmente il lavoro di separazione di rifiuti per tipologie. Infatti, quelli che emanano odori sgradevoli, vengono avviati a processi in luoghi chiusi. I materiali ligno-cellulosici, vengono sfibrati attraverso dei trituratorini ed infine i fanghi vengono miscelati insieme a materiali di supporto. La seconda zona, consiste principalmente nella velocizzazione del processo di compostaggio, che si articola

in due fasi:

- intensiva
- maturazione

Attraverso ventilazioni forzate e rivoltamenti continui, in certi casi, si ottiene una maturazione del prodotto, in circa 50-60 giorni. Soltanto per i materiali di origine vegetale il tempo impiegato per la maturazione oscilla dai 5 ai 6 mesi. Questo accade perché i materiali vegetali, sono più difficili da degradare da parte dei microrganismi rispetto agli altri. Nella terza zona dell'impianto ritroviamo i trattamenti finali, che vengono effettuati dopo che è terminata la fase di maturazione. Il prodotto viene trattato più di una volta con lo scopo di ottenere un materiale pronto per essere messo in commercio. Fondamentale è la raffinazione del prodotto, effettuata con vagli di varia misura, allo scopo di ottenere delle particelle con le stesse dimensioni. A seconda del materiale che arriva al centro di raccolta, abbiamo una disposizione differente dell'impianto. Nel caso che il materiale sia di origine esclusivamente vegetale, l'impianto sarà così costituito:

- trituratore
- rivoltatrice
- vaglio

Se i materiali che arrivano sono di potenzialità elevate, l'impianto a sua volta sarà più complesso. Le macchine che vengono utilizzate per eseguire una riduzione della pezzatura sono rappresentate da trituratori e cippatrici. I primi, sono di vario tipo: a martelli, a lame e a coclee. Le dimensioni variano moltissimo in proporzione alla quantità di rifiuti che sono presenti in media nell'impianto. Attualmente vengono utilizzate macchine medio grandi. Fra i trituratori, quelli a martelli sono costituiti da un nastro trasportatore di carico del materiale. Il frantumatore è formato da una serie di martelli di varie dimensioni distribuiti su rotore orizzontale. Le velocità che si raggiungono sono elevate, permettendo la frantumazione di materiale di mole consistente. Ogni ora lavorativa tale macchina è in grado di triturare circa 100 metri cubi di materiale. Lo scarico avviene direttamente sul terreno, formando dei cumuli. Attraverso dei nastri trasportatori sui quali sono installati dei magneti deferrizzatori, il

materiale viene raccolto senza la presenza di particelle metalliche. Il problema maggiore, purtroppo, è quello di separare le particelle plastiche, visto che, tale materiale si ritrova nella maggioranza dei rifiuti sia organici che non organici. Con il trituratore siamo inoltre capaci di sfibrare molto le parti legnose, aumentandone la loro biodegradabilità. Un problema che incombe su questi mezzi, è l'impossibilità di trattare scarti con un alto livello di umidità. A differenza di quest'ultima, troviamo trituratori a lame, che si evidenziano per una serie di pregi, che ne hanno favorito il loro sviluppo. Con queste macchine siamo in grado di poter trattare materiali con un alto grado di umidità, di avere una grandezza di particelle omogenea, ed infine una maggiore capacità lavorativa. Rispetto ai trituratori a martello, quelli a lame, hanno un basso grado di sfibratura dei materiali vegetali. L'ultimo tipo di trituratore da analizzare è quello a coclee. Anche in quest'ultimo è possibile tritare materiale con alta umidità, come i residui solidi urbani, però non si riesce ad ottenere una granulometria omogenea delle particelle. Questi trituratori, non sono a ciclo continuo; il materiale viene immesso in contenitori a forma di imbuto, viene scaricato nelle tramogge e soltanto dopo qualche minuto viene scaricato. Infine, tra le macchine che tritano i materiali troviamo le cippatrici. Naturalmente con tali macchine, siamo in grado di lavorare soltanto residui vegetali, derivanti dalle potature delle piante ornamentali. Questa macchina, ha acquisito nel corso degli anni sempre più maggiore notorietà. Il suo utilizzo è andato sempre ad aumentare, ed oggi viene utilizzata dal 70% delle persone che lavorano in campo agricolo. Il materiale una volta sminuzzato, viene introdotto in macchine miscelatrici, con il compito di mescolare, in percentuali ben prestabilite, i materiali di partenza, al fine di ottenere un prodotto con determinate caratteristiche. Questo processo è molto importante, visto che, dal materiale prodotto ha inizio il processo di fermentazione. Se le percentuali dei vari componenti non sono equilibrate, sarà difficile che il processo abbia inizio.

Le macchine per il rivoltamento periodico dei cumuli si possono riassumere in due gruppi:

- a nastro trasportatore
- a rotore orizzontale

Con il primo tipo di macchina, si opera un'azione vera e propria di rivoltamento del

cumulo, mentre con la seconda l'azione principale è quella di aerazione del cumulo senza rimuoverlo.



### **Impianto di compostaggio**

Le rivoltatrici a nastro trasportatore, procedono ad una velocità di 300 metri l'ora. I nastri hanno il compito di alzare i cumuli dalla base, rivoltarli e depositarli sul terreno. Le capacità di lavoro sono elevate (anche 2000 metri cubi ogni ora). Le rivoltatrici a rotore orizzontale sono nella maggior parte dei casi trainate da trattori. Costituiti da un telaio mobile, sul quale sono installate una serie di zappe, coclee, palette di varia forma. Il lavoro svolto non è paragonabile a quello delle rivoltatrici a nastro trasportatore comunque

hanno una capacità di lavoro molto elevata fino a 5000 metri cubi all'ora. Il lavoro di tali macchine nonostante sia fondamentale, impediscono, nella maggior parte delle volte, l'azione dei microrganismi.

Per permettere un lavoro continuo ed efficace da parte di questi esseri viventi, è stato necessario trovare un nuovo sistema che permettesse un'azione simile a quella svolta dalle rivoltatrici e nello stesso tempo più igienico. L'ossigenazione continua delle masse è la risposta a questo problema. Il metodo dell'aerazione forzata, è riuscita quasi a sostituire i rivoltamenti meccanici. Un vantaggio importante è quello di origine ambientale. Con l'aerazione continua attraverso le masse, si evita le emissioni di maleodori, prodotti dai microrganismi all'interno delle masse. L'impianto è costituito da canaletti, con pendenza e coperti da griglia anti-intasamento. Il funzionamento è sia per insufflazione che per aspirazione. In questo modo è possibile immettere nei cumuli aria oppure favorire il ricambio gassoso. L'aria carica di odori, prima di essere reimpressa nell'atmosfera, viene depurata. Ultimo tassello di un impianto di compostaggio è rappresentato dalle macchine per i trattamenti finali. Lo scopo principale, è quello di rendere il materiale ottenuto, pronto alla vendita con determinate caratteristiche. Ad esempio, togliere le eventuali presenze di materiali indesiderati. Fondamentale è la raffinazione del prodotto. Tale operazione viene eseguita attraverso rotovagli, vagli vibranti, vagli a pannelli elastici. Con queste attrezzature si separano i residui ligno-cellulosici più grossolani. I vibro vagli sono costituiti da griglia vibrante che separa le parti più grossolane dalle altre attraverso la rotazione di quest'ultime. I vagli a pannelli elastici, sono quelli che vengono più utilizzati sia per la loro resa produttiva sia per l'elevata meccanizzazione. I pannelli costituiti da materiale elastico, vengono messi in tensione e rilasciati attraverso un sistema di eccentrici. Dove non è possibile effettuare il compostaggio su di una superficie all'aperto, si ricorre ad attuare il processo in ambiente controllato. Lo scopo principale è quello di favorire i primi processi di compostaggio e nello stesso tempo ridurre l'impatto ambientale di alcune sostanze. Tutti i processi sono automatizzati, al fine di evitare l'impiego di manodopera in luoghi non igienici. Il miglioramento dei processi avviene attraverso l'apporto di elementi fondamentali come ad esempio: ossigeno, umidità e temperatura. Con tale sistema abbiamo una riduzione delle masse in poco tempo, circa una settimana. Soltanto alcuni casi richiedono 3-4 settimane. Dopo questo periodo si notano i primi

cambiamenti delle masse. Principalmente si avverte una riduzione volumetrica, un tasso di umidità molto basso e la quasi inesistenza di odori sgradevoli. La riduzione drastica dell'umidità, è senza dubbio, l'aspetto più importante, visto che la maggior parte dei rifiuti proviene da residui urbani. Le soluzioni studiate per eseguire questa tecnica in ambiente controllato, sono molte. Naturalmente, le dimensioni delle attrezzature ed il loro costo varia molto se il lavoro viene eseguito in campo industriale o aziendale. Se operiamo nel primo settore i costi diminuiscono e le soluzioni sono ampie, mentre alti costi e minori soluzioni nel secondo settore.

Il ciclo operativo è così composto: un reattore viene riempito di rifiuti freschi con pala meccanica, successivamente attraverso un software viene attivato. Infine attraverso il monitoraggio si distribuiscono i vari interventi, al fine di ottimizzare l'azione dei microrganismi. Dopo circa due settimane il materiale iniziale perde la sua putrescibilità ed inizia la maturazione in cumulo per circa 70-80 giorni.

### **3.3. IL COMPOST DI QUALITÀ PER L'ORTOFLOROVIVAISMO**

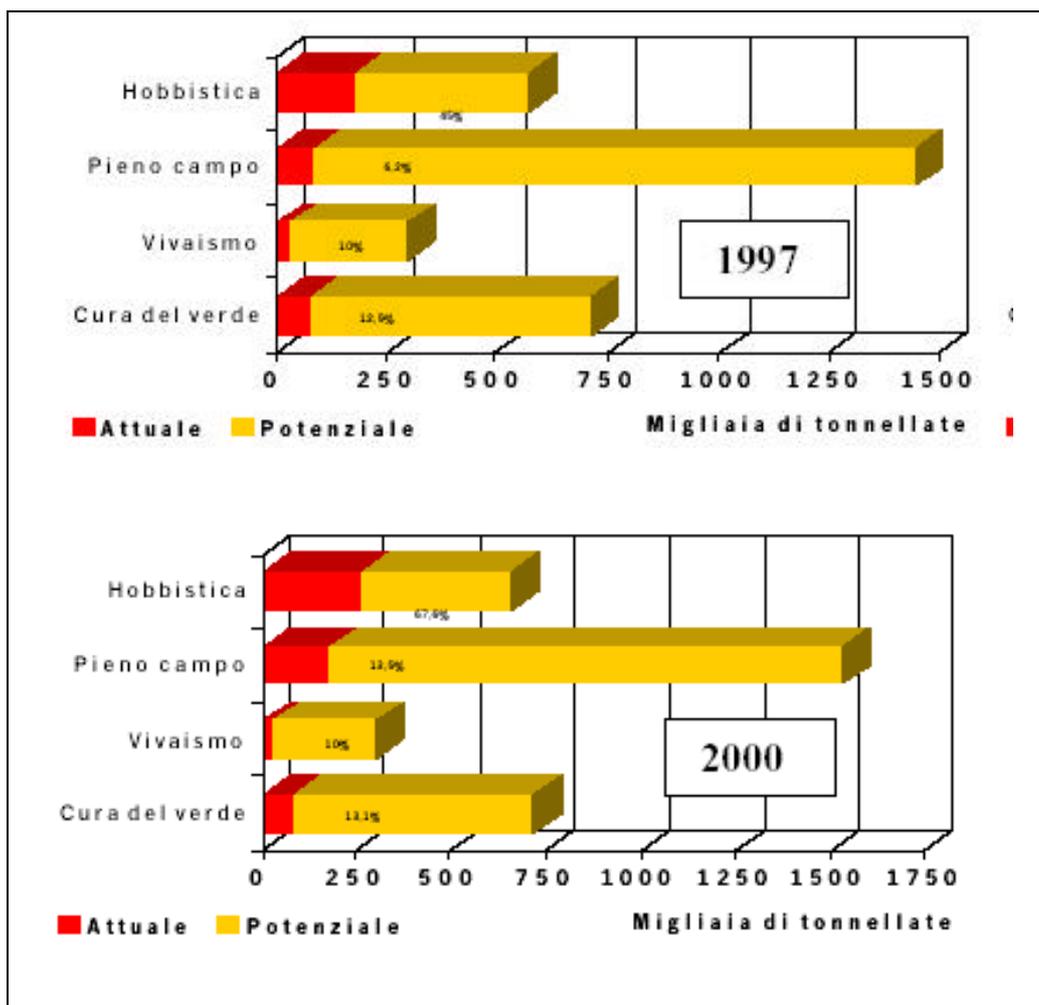
Negli ultimi anni si è andato affermando un nuovo tipo di compost, denominato di "qualità", che ha delle caratteristiche interessanti ed anche una miglior riuscita nell'impiego vivaistico. Questo prodotto, ottenuto con biomasse selezionate alla fonte e attraverso un processo di bioconversione aerobica controllata, risponde agli standard stabiliti dalla legge 748/84 e sue modifiche. Le biomasse impiegate possono essere scarti "verdi" (potature, sfalci, fogliame) eventualmente integrati con altri materiali ligno-cellulosici (trucioli, cassette, pancali), ma anche matrici ad elevata fermentescibilità come scarti di origine alimentare o di lavorazioni dell'agroindustria, fanghi biologici o FORSU (frazione organica dei rifiuti solidi urbani).

La produzione annuale di compost in Italia (stime riferite agli anni 1999 e 2000) si attesta (dato ricavato dall'ammontare complessivo di scarti organici trattati negli impianti) tra le 500 e le 600.000 t anno-1 ( Centemero, M.; Caimi V.,2001); tali quantitativi sono interamente collocati sul mercato dei fertilizzanti in modo diversificato. Vediamo di seguito alcuni settori di collocazione del compost, analizzandone gli aspetti salienti della commercializzazione.

- Il settore del florovivaismo, ovvero la cessione di compost sfuso all'industria dei fertilizzanti che confeziona, in purezza o in miscela con altri componenti e vende all'utenza hobbistica presso la grande distribuzione e presso garden centers è 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, i quantitativi di compost venduto non sono rilevanti; infatti viene consegnato sfuso all'hobbista o al giardiniere che trova comodo approvvigionarsi di ammendante in vicinanza dei siti d'impiego;
- Uno sbocco commerciale che sta assumendo una importanza sempre crescente (nel 1997 il "market share" era del 20% mentre nel 2000 si attesta sul 33%) è rappresentato dal conferimento di compost presso aziende agricole per impiego come ammendante al fine di ripristinare la fertilità ordinaria delle colture in pieno campo.

### **Recettività potenziale e collocazione attuale**

Anche per l'Italia la possibilità di impiegare compost in pieno campo sulla relativa superficie arabile è in linea con quanto verificato per gli altri paesi d'Europa. La superficie potenzialmente interessata rappresenta l'1,15 % della superficie arabile nazionale. Da una stima sulla potenzialità di impiego del compost nei diversi settori dell'agricoltura italiana si può evidenziare come i settori con le maggiori potenzialità sono quelli dell'agricoltura di pieno campo (orticoltura, foraggicoltura, frutticoltura, ecc.) e il settore della paesaggistica, cura del verde, dove l'impiego riveste solo il 12-13% delle potenzialità effettive; per il florovivaismo hobbistico la quota di mercato "coperta" supera il 50% delle potenzialità. Interessanti i dati dell'evoluzione del mercato: benché le stime si riferiscano a due periodi (il 1997 e il 2000) molto ravvicinati si assiste ad un'evoluzione interessante come mostra la figura 3.2.: nonostante i quantitativi di compost conferiti all'agricoltura di pieno campo siano raddoppiati la potenzialità d'impiego rimane sicuramente molto elevata ( Centemero, M.; Caimi V.,2001).



**Figura 3.2.: confronto tra i quantitativi di compost potenzialmente collocabili nei diversi comparti agricoli e i quantitativi effettivamente collocati.. Evoluzione dal 1997 al 2000. Fonte: ( Centemero, M.; Caimi V.,2001).**

Da alcuni anni presso il Ce.Spe.Vi. di Pistoia sono testati diversi compost di “qualità” prodotti nell’impianto di Montespertoli (FI) dalla società Publiambiente, che è il secondo operatore del settore ambientale in Toscana ed il primo per la quantità e qualità della raccolta differenziata. Questo compost viene ottenuto con la frazione organica dei rifiuti solidi urbani (F.O.R.S.U.) ricavata dalla raccolta differenziata, a cui vengono miscelati in varia misura altri materiali ligno-cellulosici per livellare le variazioni qualitative stagionali dei rifiuti. Con l’aumento e la diffusione della raccolta differenziata nel nostro Paese, il compost di “qualità” sarà sempre più diffuso e disponibile in notevoli quantità e pertanto potrebbe essere in grado di soddisfare la richiesta del settore.

La realizzazione di sperimentazioni sull'impiego del compost di "qualità" come componente per la preparazione di substrati per il florovivaismo, in parziale sostituzione della torba, è stata promossa dalle stesse aziende vivaistiche pistoiesi, per le quali questo materiale appare davvero interessante, potendo consentire dei notevoli risparmi sul costo di acquisto della torba. Ciò apre un'altra interessante prospettiva. Infatti il settore florovivaistico produce ingenti quantità di biomasse (potature, sfalci, scarti di coltivazione, svasature e residui verdi) che creano attualmente notevoli problemi di smaltimento e che invece potrebbero essere proficuamente utilizzate per la produzione del compost di "qualità". In tal modo questi materiali verrebbero riciclati, ritornando nelle aziende sotto forma di terricci di coltivazione.

Un particolare problema che può essere incontrato con i compost da FORSU è legato alla struttura fisica. Infatti, la sua granulometria è in genere assai minuta e pertanto il suo impiego in un miscuglio, oltre una certa percentuale, tende a costipare il substrato riducendone la capacità di drenare l'acqua e creando così un ambiente asfittico per gli apparati radicali. La granulometria di questo tipo di compost è legata al sistema di preparazione, che ha cicli molto serrati ed ottimizzati per minimizzare i tempi di lavorazione. Le biomasse sono finemente triturate per accelerare il processo di bioconversione aerobica, che, attraverso varie fasi, ha una durata di circa un mese. Il prodotto ottenuto è poi vagliato finemente per selezionare solo la frazione ben compostata che viene tenuta per circa due mesi in cumuli periodicamente rivoltati (per completare la maturazione), mentre il residuo viene reimpresso nel ciclo. È evidente che, con un simile ciclo produttivo, non è possibile ottenere un compost di granulometria più grossolana poiché questo aumenterebbe i tempi di compostaggio, oppure porterebbe ad ottenere un prodotto non perfettamente compostato e soggetto a rifermentare. Nell'operare la miscela dei vari componenti dei substrati è necessario, quindi, tenere in considerazione questo fattore e dosarli bene, in funzione della loro granulometria, per non realizzare un terriccio troppo "pesante".

Due particolari tipi di compost sono i seguenti.

- *Compost vegetale*. Il termine "compost" definisce i prodotti derivanti da reazioni biossidative a carico di sostanze organiche. Il prodotto che si ottiene compostando i residui vegetali rappresenta una possibile risposta al trattamento

di materiali di problematico smaltimento (cortecce, truciolati e altri sottoprodotti della lavorazione del legno, residui di potatura, cocco). Tuttavia, solo seguendo in modo adeguato i processi di produzione, si può ottenere un materiale stabilizzato ed utilizzabile quale integratore di substrati. Molto variabili sono sia i quantitativi disponibili sia i parametri qualitativi ottenibili dai processi produttivi.

- *Compost di cortecce.* Può provenire tanto da latifoglie che da aghifoglie. In generale il suo uso nella costituzione di un substrato determina la riduzione della ritenzione idrica. Il buon compostaggio elimina le sostanze fitotossiche presenti nelle cortecce (fenoli, tannini, resine, terpeni, ecc.) e riduce le carenze azotate nelle colture determinate dalla competizione alimentare esercitata dai microrganismi che effettuano la degradazione della sostanza organica che continua anche durante la coltivazione.



**Fase di preparazione dei substrati di coltivazione a base di compost e torba**

## CAPITOLO 4: PARTE SPERIMENTALE

### 4.1. OBIETTIVI ED APPROCCIO SPERIMENTALE

Negli ultimi anni numerosi sono stati gli studi per la ricerca di materiali alternativi o parzialmente sostitutivi alle torbe di importazione che costituiscono una risorsa non rinnovabile (Holmes et al., 2000; Armstrong, 2004). I motivi sono riconducibili sia nella situazione economica attuale che si traduce, in generale, in costi di importazione crescenti e nella necessità di salvaguardare lo sfruttamento dei giacimenti torbosi; sia nella possibilità di ridurre i volumi di materiali organici vegetali, o minerali, o sintetici che rappresentano un rifiuto da smaltire, qualora ne sia possibile l'utilizzo in substrati per il florovivaismo.

Il concetto di “sviluppo sostenibile” ha cominciato a diffondersi ed a determinare scelte e decisioni a livello di politiche locali e globali tese a modificare i processi produttivi negli aspetti giudicati “non sostenibili”. Questo cambiamento di prospettiva sta portando, nell'ambito della ricerca scientifica, allo studio di soluzioni tecnologiche tali da consentire produzioni ecocompatibili, finalità questa che caratterizza il progetto di ricerca **PROBIORN** in cui la presente tesi di laurea è inserita.

Il Progetto **PROBIORN (Produzione Biologica di Piante Ornamentali)** è finanziato dalla A.R.S.I.A. (Agenzia Regionale Sviluppo e Innovazione in Agricoltura) della regione Toscana ed ha la finalità di verificare ed applicare strategie e tecniche di allevamento biologico di piante ornamentali, al fine di soddisfare le esigenze di un mercato sempre più attento a questo tipo di prodotto. L'attività proposta tratterà problematiche relative a materiale propagativo, mezzi di difesa, concimi, substrati, tecniche di coltivazione, contenitori, indagini di mercato, analisi dei costi di produzione, divulgazione. Il progetto è articolato in cinque sottoprogetti:

- indagine di mercato
- analisi critica comparativa delle tecniche agronomiche
- albero di natale
- substrati alternativi alla torba

- trasferimento dei risultati

Nell'ambito del sottoprogetto inerente i substrati alternativi alla torba le attività svolte sono le seguenti:

- studio di fattibilità
- prove sperimentali relative all'impiego di materiali alternativi alla torba
- prove sperimentali relative all'impiego di vasi comportabili

Uno degli elementi tecnologici fondamentali delle colture ortoflorovivaistiche è rappresentato dall'impiego di substrati, naturali od artificiali, con i quali si intende sostituire in tutto e per tutto il terreno (Tesi, 2001). Il materiale oggi più diffuso è sicuramente la torba che a partire dagli anni '50 ha praticamente sostituito, nel settore vivaistico, il miscuglio noto con il nome di chi lo aveva ideato (John Innes). Tuttavia in tempi recenti l'uso di questo substrato colturale è stato messo in discussione. Il motivo principale di questa messa in discussione è di carattere ecologico e le torbiere costituiscono aree di elevato interesse naturalistico, biologico in quanto habitat obbligati di numerose specie vegetali ed animali ed in alcuni casi storico-archeologico. Queste motivazioni hanno spinto i movimenti ambientalisti dei paesi produttori di torba (ad es. l'Irlanda; Irish Peatland Conservation Council, <http://www.ipcc.ie>) a promuovere delle campagne contro l'estrazione di questo materiale. Tutto ciò ha spinto le associazioni dei produttori di torba a misurarsi con il problema. Queste ultime propongono soluzioni che pur salvaguardando le torbiere, ne consentano un oculato sfruttamento commerciale.

Inoltre, come già precedentemente accennato pesa, e non poco, la decisione presa in sede europea (2001/688/ce) di escludere dal rilascio del marchio comunitario di qualità ecologica (ECO label) i substrati di coltivazione che contengano torba o prodotti derivati. In aggiunta a questo, tale materia prima ha visto negli ultimi anni un notevole innalzamento dei prezzi dovuto all'incremento dei costi energetici (che incidono su tutte le fasi del processo produttivo).

Tale situazione stimola la ricerca di materiali alternativi alla torba (*peat-free*) a basso costo e con ottime qualità fisiche, chimiche e biologiche. Si rendono, pertanto, necessari dei lavori di ricerca e sperimentazione per individuare e valutare le materie prime più idonee a sostituire totalmente o in parte i materiali torbosi (Holmes et al., 2000).

## 4.2. MATERIALI E METODI

L'intero lavoro si è svolto durante l'anno 2004-2005 presso il Ce.Spe.Vi. (Centro Sperimentale per il Vivaismo) di Pistoia e il Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie (D.B.P.A.) di Pisa.

Al Ce.Spe.Vi. è stata impostata la prova attinente la coltivazione di lentaggine (*Viburnum tinus* L.) e fotinia (*Photinia x fraseri* L.), mentre al D.P.B.A. di Pisa si sono svolte le prove di coltivazione su geranio, semenzali e parte analitica.

Le prove sperimentali sono state tre.

### I prova.

La prova ha visto la coltivazione di *Photinia x fraseri* "Red Robin" e *Viburnum tinus* interessando il periodo compreso tra maggio e settembre 2004 (invasatura delle talee il 24-05 e rilievi finali il 30-09).

Le tesi a confronto sono state otto, dalla combinazione fattoriale di quattro diversi substrati e due specie:

- T1: 50% pomice, 50% torba
- T2: 50% pomice, 50% fibra di cocco
- T3: 50% pomice, 30% compost, 20% torba
- T4 : 50% pomice, 30% compost, 20% cocco

In tutti i substrati, è stato aggiunto 3 Kg/m<sup>3</sup> di concime a cessione controllata e l'irrigazione avveniva solo con acqua.

### II prova

La seconda prova ha visto l'adozione di un secondo protocollo di sperimentazione per il geranio ricadente detto anche "francesino" (*Pelargonium x peltatum*) nel periodo successivo compreso tra dicembre 2004 e aprile 2005 (invasatura delle talee il 15-12 e rilievi finali il 06-04).



### **Geranio “francesino”**

Le tesi a confronto sono state quattro derivanti dalla combinazione fattoriale di quattro diversi substrati per un'unica specie vegetale:

- T1 : 75% torba, 25% perlite
- T2: 75% fibra di cocco, 25% perlite
- T3: 37,5% torba, 37,5% compost, 25% perlite
- T4 : 50% compost, 50% perlite

### **III prova**

La terza prova ha interessato un terzo protocollo di sperimentazione su tre diverse specie: pomodoro, agerato e calendula, nel periodo tra marzo e aprile 2005 (semina il 23-03 e rilievi distruttivi il 21-04).

Le piantine sono state coltivate su cinque diversi substrati per un totale di 15 tesi a confronto:

- T1: 75% torba, 25% perlite
- T2: 75% fibra di cocco, 25% perlite
- T3: 37,5% torba, 37,5% compost, 25% perlite

- T4: 50% compost, 50% perlite
- T5: terriccio universale

### **Dettagli sulla conduzione degli esperimenti**

La *prima prova* si è svolta a Pistoia presso il Ce.Spe.Vi. ed ha interessato due specie di interesse ornamentale, *Viburnum tinus* (lentaggine) e *Photinia x fraseri* “Red Robin” (volgarmente chiamata fotinia o lauro rosso). La lentaggine presenta un accrescimento lento, ha foglie sempreverdi di colore verde intenso con fioritura in corimbi bianchi nel periodo invernale; ottima per la costituzione di siepi in purezza che in consociazione con altre specie. La fotinia anch’essa pianta sempreverde, ha la caratteristica principale di avere la colorazione dei nuovi germogli in primavera di un colore rosso acceso che contrasta molto con il fogliame più vecchio che si presenta di colore verde; la fioritura avviene in maggio con fiori molto profumati di colore bianco. Ottima per la costituzione di siepi.

Per ogni substrato sperimentale sono state fatte quattro repliche, ciascuna costituita da 18 piante per un totale di 288 per ciascuna specie. Le talee radicate sono state rinvasate in vasi di plastica di 16 di diametro ed un volume di circa tre litri. Terminato il rinvaso le piante sono state collocate all’interno di un’unica parcella munita di impianto di irrigazione a pioggia e camminamento centrale. All’interno della parcella ogni fila è costituita da sei piante. Sulle piante rinvasate non è stato fatto alcun tipo di trattamento sia tipo anticrittogamico che insetticida. Dopo tre mesi dal rinvaso è stato misurato il pH ed la conducibilità elettrica (EC) espressa in mS ad un campione di tre vasi per ciascuna tesi. Il compost utilizzato per tale prova è stato fornito dalla società Publiambiente.

Alla fine del ciclo di coltivazione, su un campione di 32 piante sono stati eseguiti i rilievi sperimentali.

La *seconda prova* su geranio ha interessato una specie ricadente il *Pelargonium x peltatum*, comunemente chiamato francesino di colore rosso con fiore scempio; preferito rispetto al geranio ad edera per la sua maggiore fioritura. La prova si è svolta presso la serra del Dipartimento di Biologia delle Piante agrarie (D.B.P.A.) di Pisa munita di:

- impianto ombreggiante

- irrigazione a goccia con recupero del percolato
- oscuramento
- illuminazione
- impianto di fertirrigazione
- riscaldamento.

Il materiale vegetale di partenza è costituito da 64 talee radicate ben sviluppate e accestite. Il rinvaso è avvenuto in contenitori di plastica neri di 15 cm di diametro ed un volume di circa tre litri. Per ogni tesi sono state rinvasate 16 talee che sono state collocate su canalette per il recupero del percolato e ciascuna pianta munita di un gocciolatore autocompensante da due litri/ora per fertirrigazione. Con la tabella 4.1 si illustra la soluzione nutritiva adottata per l'intero ciclo colturale.

**Tabella 4.1 Conducibilità elettrica (EC, mS/cm) e concentrazione (mg/L) della soluzione nutritiva usata per la fertirrigazione del geranio.**

<b>Parametro</b>	<b>Valore</b>
EC	1.57
N-NO <sub>3</sub>	112
N-NH <sub>4</sub>	7
P	47
K	156
Ca	140
Mg	37
S- SO <sub>4</sub>	76
Fe	1.3
B	0.05
Cu	0.15
Zn	0.15
Mn	0.4
Mo	0.01

Per le tesi contenenti compost il rinvaso è stato effettuato anche su vasi di amido di mais di 14 cm di diametro ed un volume di circa due litri. A distanza di una settimana dal rinvaso sono stati rilevati i consumi idrici su base settimanale, come differenza fra la quantità erogata e quella drenata. Per la prova su geranio e seminiere il compost è stato fornito dalla Siena ambiente S.p.a. che ne certifica la qualità. Alla fine del ciclo di coltivazione su un campione di 24 piante sono stati condotti tutti i rilievi sperimentali.

La *terza prova* si è svolta anch'essa presso le serre del Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie di Pisa (D.B.P.A.) ed ha interessato tre specie di interesse sia ornamentale come nel caso dell'Agerato e Calendula che agrario come il pomodoro. L'agerato (*Ageratum houstonianum* L.) comprende più di 50 specie tra annuali e biennali; originari del Messico possono raggiungere i 20-30 cm. Il fiore, a forma di capolino, è formato da un insieme di corimbi molto densi. Molto fiorifera, ha le foglie di colore verde scuro. Queste piante sono molto utilizzate, sia per il colore insolito, che per la grande quantità di fiori che producono. E' ideale per abbellire davanzali, aiuole e vasi. Le varietà giganti vengono anche utilizzate per fiore reciso. La Calendula (*Calendula officinalis* L.) ha una fioritura che inizia a maggio e termina con i primi freddi; le foglie sono pubescenti di forma lanceolata. Il fiore può essere singolo o doppio di colore giallo o arancio e profuma di limone. La varietà di pomodoro (*Lycopersicon esculentum* L.) che ha interessato la prova è il "Rio Grande", san marzano ad accrescimento determinato con bacca di forma oblunga, maturazione contemporanea e buona resistenza agli urti, utilizzato soprattutto come pomodoro da industria.

La semina è avvenuta in alveoli da 160 fori con un volume di circa quattro litri, successivamente sono stati coperti con tessuto non tessuto e bagnati.

Di seguito si riportano le determinazioni effettuate nelle varie prove sulle diverse specie

#### I prova (lentaggine e fotinia)

Dal rinvaso alla fine della coltivazione sono stati valutati i seguenti parametri:

- estratto acquoso ( EC, pH,) dei substrati
- analisi ( EC, pH,) del percolato indotto dai vasi

- ritenzione idrica dei vasi e dei substrati (curva di ritenzione idrica)
- rilievo fotografico

I rilievi distruttivi sono stati eseguiti presso il Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie (D.B.P.A.) di Pisa ed hanno interessato quattro piante per ciascuna tesi , per un totale di 64 piante; i valori rilevati sono stati i seguenti:

- analisi di crescita (peso fresco e peso secco della parte aerea, peso secco delle radici, area fogliare)
- concentrazione azoto fogliare ( metodo Kjeldal)
- estratto acquoso ( Na, K e microelementi)

### II prova (geranio)

- estratto acquoso ( EC, pH,)
- ritenzione idrica dei vasi e dei substrati (curva di ritenzione idrica)
- rilievo fotografico

I rilievi finali sono stati effettuati il 6 aprile determinando i seguenti valori:

- estratto acquoso (EC, pH, Na e K)
- analisi di crescita (peso fresco e peso secco della parte aerea, peso secco delle radici, area fogliare)
- estrazione di azoto fogliare (metodo Kjeldal)

### III prova (semenzali di pomodoro, calendula e agerato)

- emergenza delle piantine: La prima conta è avvenuta a distanza di una settimana dalla semina e la seconda dopo ulteriori sette giorni
- ritenzione idrica dei substrati negli alveoli
- estratto acquoso (EC, pH) dei substrati
- analisi di crescita (peso fresco e peso secco della parte aerea, area fogliare) a distanza di un mese dalla semina

La determinazione dell'azoto organico ed ammoniacale è stata effettuata utilizzando il metodo Kjeldal. Il campione è stato digerito a 370°C con acido fosfosolforico in presenza di un catalizzatore al selenio; l'ammoniaca è stata distillata in corrente di vapore in presenza di NaOH al 40%, raccolta in una beuta in presenza di acido borico e

di un indicatore (verde di bromocresolo e rosso di metile) e titolata con acido cloridrico 0,1 N. La determinazione del potassio (K) e del sodio (Na) nei tessuti vegetali o nelle soluzioni nutritive è stata effettuata tramite fotometro a fiamma (Jenway, mod. PFP7, Dunmow, U.K.), alimentato con una miscela di aria e metano.

### **4.3. RISULTATI E DISCUSSIONE**

#### **I PROVA**

Considerando i vari parametri espressi nella analisi fisica dei substrati (Tab. 4.2) non si notano differenze per quanto riguarda la porosità totale; per quanto riguarda la capacità per l'aria abbiamo il valore più elevato nella tesi cocco-pomice (89%) e valori leggermente più bassi (80%) e praticamente equivalenti nelle restanti tesi.

Per quanto concerne il contenuto di acqua disponibile, le tesi contenenti compost hanno valori maggiori (15%), mentre il substrato con torba e pomice ha registrato il valore più basso (12%). Stesso andamento si ritrova nel volume di acqua facilmente disponibile; differenze meno marcate si riscontrano mentre nell'acqua di riserva, che si attesta su valori del 3%.



**Area sperimentale attrezzata presso il Ce.Spe.Vi di Pistoia.**

**Tabella 4.2. Analisi fisica dei substrati utilizzati nella prova con gli arbusti in contenitore. Le analisi fisiche sono state condotte dal Laboratorio MAC di Minoprio con il metodo De Boodt, tranne la ritenzione idrica in “situ”, determinata per via gravimetrica calcolando la differenza di peso tra il substrato riempito con il substrato all’umidità commerciale prima e dopo una abbondante annaffiatura e successivo drenaggio libero dell’acqua in eccesso.**

<b>Parametro (unità di misura)</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>T1 torba + pomice</b>	<b>T2 Cocco + pomice</b>	<b>T3 Compost + torba + pomice</b>	<b>T4 Compost + cocco + pomice</b>
Densità apparente	Kg/cm <sup>3</sup>	<b>0,48</b>	<b>0,27</b>	<b>0,50</b>	<b>0,41</b>
Porosità totale	Kg/cm <sup>3</sup>	<b>81,25</b>	<b>89,06</b>	<b>79,73</b>	<b>83,44</b>
% aria a pF1	% v/v	<b>32,40</b>	<b>25,84</b>	<b>21,93</b>	<b>26,02</b>
Acqua facilmente disponibile	% v/v	<b>11,99</b>	<b>13,25</b>	<b>15,00</b>	<b>15,40</b>
Acqua di riserva	% v/v	<b>3,75</b>	<b>2,74</b>	<b>3,06</b>	<b>2,86</b>
Volume d’acqua utilizzabile	% v/v	<b>15,74</b>	<b>15,98</b>	<b>18,06</b>	<b>18,26</b>
Ritenzione idrica <i>in situ</i>	% v/v	<b>30</b>	<b>13</b>	<b>33</b>	<b>26</b>



**Piante di fotinia coltivate in contenitore con un miscuglio di compost e pomice (sx) oppure torba e pomice (dx).**

In fotinia le tesi contenenti compost hanno mostrato una crescita ridotta, messa in evidenza da una minore area fogliare e minore peso secco sia della parte epigea che ipogea (Tab. 4.3); per contro la presenza di azoto fogliare nelle quattro tesi a confronto è rimasta pressochè inalterata con un picco nella tesi compost-cocco.

**Tabella 4.3. Effetto del substrato di coltivazione su alcuni parametri vegetativi di piante di fotinia (*Photinia x fraseri* L.) allevate in vaso. Valori medi per pianta.**

<b>Parametro</b>	<b>T1 torba + pomice</b>	<b>T2 Cocco + pomice</b>	<b>T3 Compost + torba + pomice</b>	<b>T4 Compost + cocco + pomice</b>
Area fogliare (cm <sup>2</sup> )	1370.5 a	991.1 ab	715.5 bc	247.7 c
Peso secco foglie (g)	18.0 a	15.6 ab	9.8 bc	4.0 c
Peso secco fusti (g)	20.9 a	23.7 a	11.9 b	6.4 b
Peso secco radici (g)	11.5 a	10.8 a	7.0 b	4.4 c
Peso secco totale (g)	50.4 a	50.2 a	28.8 b	14.8 b
Azoto fogliare (% s.s.)	1.7 a	1.7 a	1.9 a	2.1 a

L'analisi chimica effettuata a fine ciclo sull'estratto acquoso, nel caso della fotinia (Tab. 4.4), non ha messo in evidenza particolari differenze fra le tesi a confronto; soltanto lo zinco nella tesi compost-torba presenta un valore decisamente elevato rispetto agli altri. Non si ipotizzano particolari motivi, se non un possibile errore in fase di analisi.

**Tabella 4.4. Analisi chimica degli estratti acquosi dei vari substrati a confronto nella prova con piante di fotinia (*Photinia x fraseri* L.) allevate in vaso. I valori si riferiscono ad un campionamento effettuato alla fine della coltivazione.**

<b>Parametro</b>	<b>T1 torba + pomice</b>	<b>T2 Cocco + pomice</b>	<b>T3 Compost + torba + pomice</b>	<b>T4 Compost + cocco + pomice</b>
EC (mS/cm)	0.38 a	0.45 a	0.41 a	0.55 a
pH	6.76 b	6.73 b	7.29 a	7.32 a
Na (mg/L)	185 a	185 a	165 a	217 a
K (mg/L)	214 a	231 a	191 a	226 a
N nitrico (mg/l)	165 b	228 b	196 b	300 a
N ammoniacale (mg/l)	4 a	6 a	1 a	3 a
Ferro (mg/l)	0.26	0.1	0.11	0.11
Manganese (mg/l)	0.06	n.r.	n.r.	n.r.
Rame (mg/l)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
Zinco (mg/l)	0.09	0.08	2.02	0.1
Boro (mg/l)	0.15	0.18	0.15	0.2

In lentaggine (Tab. 4,5), le analisi effettuate sui parametri vegetativi mettono in evidenza risultati opposti rispetto a quelli relativi alla fotinia. Infatti, le tesi contenenti compost, sia miscelato con torba che con cocco, presentano persino valori maggiori rispetto al substrato convenzionale di controllo, ossia torba e pomice. I valori comunque sono inferiori rispetto al substrato a base di cocco e pomice. Anche in questa specie come nella fotinia, i valori di azoto fogliare non sono significativamente diversi nelle tesi a confronto.

**Tabella 4.5. Effetto del substrato di coltivazione su alcuni parametri vegetativi di piante di lentaggine (*Viburnum tinus* L.) allevate in vaso. Valori medi per pianta.**

Parametro	T1 torba + pomice	T2 Cocco + pomice	T3 Compost + torba + pomice	T4 Compost + cocco + pomice
Area fogliare (cm <sup>2</sup> )	919.5 a	1591.3 a	1344.2 a	1449.4 a
Peso secco foglie (g)	19.6 b	33.8 a	21.1 b	22.4 b
Peso secco fusti (g)	11.0 b	19.4 a	11.3 b	14.6 ab
Peso secco radici (g)	10.2 a	17.5 a	12.6 a	12.8 a
Peso secco totale (g)	40.9 b	70.8 a	45.1 b	50.0 ab
Azoto fogliare (% s.s.)	1.9 a	1.5 ab	1.6 ab	1.3 b

**Tabella 4.6. Analisi chimica degli estratti acquosi dei vari substrati a confronto nella prova con piante di lentaggine (*Viburnum tinus* L.) allevate in vaso. I valori si riferiscono ad un campionamento effettuato alla fine della coltivazione.**

Parametro	T1 torba + pomice	T2 Cocco + pomice	T3 Compost + torba + pomice	T4 Compost + cocco + pomice
EC (mS/cm)	0.29 b	0.45 ab	0.58 a	0.42 ab
pH	6.5 b	6.5 b	7.0 a	7.0 a
Na (mg/L)	95 a	97 a	97 a	87 a
K (mg/L)	89 a	70 a	81 a	74 a
Azoto nitrico (mg/L)	98 c	183 b	243 a	152 b
Azoto ammoniacale (mg/l)	4 a	6 a	1 b	4 a
Ferro (mg/l)	0.2	0.13	0.14	0.24
Manganese (mg/l)	n.r.	0.04	n.r.	0.05
Rame (mg/l)	n.r.	n.r.	n.r.	0.02
Zinco (mg/l)	0.16	0.07	0.09	0.08
Boro (mg/l)	0.19	0.22	0.26	0.21

Infine, l'analisi chimica effettuata sull'estratto estratto acquoso dei substrati impiegati per la lentaggine non ha messo in risalto variazioni significative nei vari parametri (Tab. 4.6).

## **II PROVA**

I substrati utilizzati nella prova sul geranio sono stati analizzati per le proprietà fisiche; i risultati sono riportati nella Tab. 4.7. La porosità totale raggiunge valori elevati in tutti i substrati presi in esame. Notevoli differenze le ritroviamo per quanto riguarda la % di aria che si mostra nettamente maggiore nelle tesi cocco-perlite e compost-torba-perlite (53%) e assai minore nel terriccio universale (17,3%), torba-perlite e compost-perlite (42%). Per quanto riguarda l'acqua facilmente disponibile, i valori più bassi si ritrovano nelle tesi contenenti compost (10%) e cocco-perlite (11%). I valori in assoluto maggiori appartengono alle tesi torba-perlite e terriccio universale (28%). Medesimo andamento lo ritroviamo per l'acqua di riserva e il volume di acqua facilmente utilizzabile.

Le determinazioni relative ai parametri vegetativi, quali area fogliare e peso secco parte aerea e epigea, non mettono in evidenza variazioni significative fra le tesi a confronto e neppure fra l'impiego di vaso in plastica o biodegradabile (Tab. 4.8).

Le analisi chimiche effettuate sugli estratti acquosi raccolti a fine ciclo evidenziano dei valori della concentrazione di Na e K assai più alti nelle tesi contenenti compost ed un pH vicino alla neutralità (Tab. 4.9). Per quanto riguarda la concentrazione di N nitrico la situazione si inverte vedendo una maggiore concentrazione nelle tesi torba-perlite e cocco-perlite.

L'analisi visiva (v. foto pag. 56) dello sviluppo radicale nel vaso ha mostrato delle sostanziali differenze tra i substrati a confronto. In particolare, il compost sembra aver limitato in modo netto l'accrescimento delle radici, influenzandone anche la colorazione, più scura appunto nei miscugli con questo materiale.

**Tabella 4.7. Analisi fisica dei substrati utilizzati nella prova con geranio in contenitore e semenzali. Le analisi fisiche sono state condotte dal Laboratorio MAC di Minoprio con il metodo EN 13041, tranne la ritenzione idrica in “situ”, determinata per via gravimetrica calcolando la differenza di peso tra il substrato riempito con il substrato all’umidità commerciale prima e dopo una abbondante annaffiatura e successivo drenaggio libero dell’acqua in eccesso.**

<b>Parametro</b>	<b>Unità di misura</b>	<b>T1 Torba + perlite</b>	<b>T2 Cocco + perlite</b>	<b>T3 Compost + torba + perlite</b>	<b>T4 Compost + perlite</b>	<b>T5 Terriccio universale</b>
Densità apparente	Kg/cm <sup>3</sup>	84.1	91.4	222.3	197.7	113.1
Densità reale	Kg/cm <sup>3</sup>	1821.0	1841.2	2307.7	2100.4	1669.5
Porosità totale	% v/v	95.3	95.0	90.3	90.5	93.2
% aria a pF1	% v/v	41.2	53.0	52.2	44.6	17.3
% acqua a pF1	% v/v	54.0	42.0	38.1	45.9	75.9
Grado di restringimento	% v/v	23.0	14.5	6.6	16.3	27.9
% acqua a pF 1,7	% v/v	32.5	30.8	27.4	36.5	47.7
% aria a pF 1,7	% v/v	62.8	64.1	62.9	54.0	45.5
% acqua a pF 2	% v/v	27.3	28.4	24.9	34.5	39.7
% aria a pF 2	% v/v	68.0	66.6	65.4	56.0	53.4
Acqua facil. disponibile	% v/v	21.5	11.1	10.7	9.4	28.1
Acqua di riserva	% v/v	5.2	2.4	2.4	2.0	7.9
Vol. d’acqua utilizzabile	% v/v	26.7	13.6	13.1	11.4	36.1
Ritenzione idrica <i>in situ</i>	% v/v	20.0	17.2	15.1	10.5	17.5

**Tabella 4.8. Effetto del substrato di coltivazione e del tipo di vaso (normale in plastica oppure in materiale biodegradabile) su alcuni parametri vegetativi di piante di geranio “francesino” (*Pelargonium x peltatum* L.) allevate in vaso.**

Parametro	T1 Torba + perlite	T2 Cocco + perlite	T3 Compost + torba + perlite	T4 Compost + perlite	T3 + v.biod. Compost + cocco + perlite	T4 + v.biod. Compost + perlite
Area fogliare (cm <sup>2</sup> /pianta)	2450.7 a	2230.2 ab	2230.0 ab	2214.2 ab	2175.7 ab	1797.5 b
Peso secco foglie (g/pianta)	30.7 a	27.1 b	27.5 b	27.5 b	26.5 b	24.6 c
Peso secco fusti (g/pianta)	16.7 a	16.4 ab	15.1 b	15.1 b	16.8 a	15.2 b
Peso secco totale (g/pianta)	47.4 a	43.6 b	42.7 b	42.6 b	43.4 b	39,8 c
N fogliare (% s.s.)	4.3 ab	4.4 a	3.8 b	4.0 ab	3.8 ab	3.6 b

**Tabella 4.9. Analisi chimica degli estratti acquosi dei vari substrati a confronto nella prova con piante di geranio allevate in vaso. I valori si riferiscono ad un campionamento effettuato alla fine della coltivazione.**

Parametro	Substrato					
	T1 Torba + perlite	T2 Cocco + perlite	T3 Compost + torba + perlite	T4 Compost + perlite	T3 + v.biod. Compost + cocco + perlite	T4 + v.biod. Compost + perlite
EC (mS/cm)	0.68 c	0.61 c	0.95 b	1.22a	0.48 c	0.56 c
PH	5.8 f	5.9 e	7.1 d	7.7 a	7.3 c	7.5 b
Na (mg/L)	3.4 c	5.5 c	10.7 b	15.3 a	2.8 c	4.9 c
K (mg/L)	5.7 c	7.0 c	10.7 b	16.9 a	4.4 c	5.8 c
N nitrico (mg/L)	154 a	135 a	93 b	86 b	67 b	79 b
N ammoniacale (mg/l)	4 a	1 b	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.



**Effetto del substrato sulla crescita di piante di geranio. Da sinistra a destra: torba + perlite; cocco + perlite; torba + compost + perlite; compost + perlite.**

### **III PROVA**

Nella prova con le seminiere, è stata misurata la ritenzione idrica del vasoio riempito con i vari miscugli (Tab. 4.10). I substrati contenenti compost si collocano fra il substrato torba-perlite e cocco-perlite con valori medi del 24%. La tesi con il terriccio commerciale ha il 20% di ritenzione idrica. Interessante è osservare come a parità di % di torba o cocco, i valori di ritenzione idrica siano maggiori in cocco. Questa differenza trova spiegazione solo nelle caratteristiche fisiche dei materiali in considerazione.

Il tipo di substrato ha influenzato soltanto l'area fogliare dei semenzali di pomodoro, che è stata significativamente più elevata nel terriccio universale, con valori pressoché identici nelle tesi a base di compost o di cocco (Tab. 4.11). Per quanto riguarda l'emergenza, determinata a distanza di 15 giorni dalla semina, nella tesi torba-perlite è del 100%, mentre nelle altre si è attestata intorno al 90%, ad eccezione di un valore del 76% nella tesi cocco-perlite.

**Tabella 4.10. Ritenzione idrica (% volume) delle seminiere utilizzate per l'allevamento di semenzali di varie specie ortofloricole. Il volume dell'alveolo era di 26.5 cm<sup>3</sup>, per un volume complessivo per seminiera di 4.24 L.**

Substrato				
T1 Torba + perlite	T2 Cocco + perlite	T3 Compost + torba + perlite	T4 Compost + perlite	T5 Terriccio universale
25.0	31.0	24.4	22.1	20.2

**Tabella 4.11 Effetto del substrato di coltivazione su alcuni parametri vegetativi di piante di pomodoro (*Lycopersicon esculentum* L.) varietà "Rio Grande" allevate in contenitore alveolare.**

Parametro	Substrato				
	T1 Torba + perlite	T2 Cocco + perlite	T3 Compost + torba + perlite	T4 Compost + perlite	T5 Terriccio universale
Area fogliare (cm <sup>2</sup> /pianta)	20.4 b	15.7 b	15.2 b	17.2 b	28.4 a
Peso secco foglie (g/pianta)	0.04 b	0.03 b	0.04 b	0.05 b	0.09 a
Peso secco rami (g/pianta)	0.01 b	0.01 b	0.01 b	0.01 b	0.03 a
Peso secco totale (g/pianta)	0.06 b	0.05 b	0.05 b	0.06 b	0.12 a
Emergenza dopo 15 giorni dalla semina (%)	100	76	93	90	91



**Effetto del substrato sulla crescita di semenzali di pomodoro allevati in seminiere alveolari di polistirolo: a) torba + perlite; b) cocco + perlite; c) torba + compost + perlite; d) compost + perlite; e) terriccio universale per semina; f) sughero + terriccio universale per semina.**

In calendula (Tab. 4.12), in misura maggiore rispetto al pomodoro esaminato precedentemente, il terriccio universale ha permesso un accrescimento della pianta più elevato, come mostrano i valori dell'area fogliare e del peso secco. Per quanto concerne la percentuale di emergenza, abbiamo registrato un valore del 67% nella tesi compost-perlite, del 70-72% nelle tesi contenenti torba-perlite e cocco-perlite ed un valore minore nel caso del terriccio universale (68%). Nel substrato compost-torba-perlite il valore di emergenza è del 57%.

Anche su agerato (Tab. 4.13), il terriccio universale si mostra più idoneo per lo sviluppo della pianta; a seguire, troviamo il substrato torba-perlite ed infine quello costituito da compost e perlite. Per l'emergenza non ci sono state differenze rilevanti, ad eccezione di una percentuale del 60% nel substrato cocco-perlite.

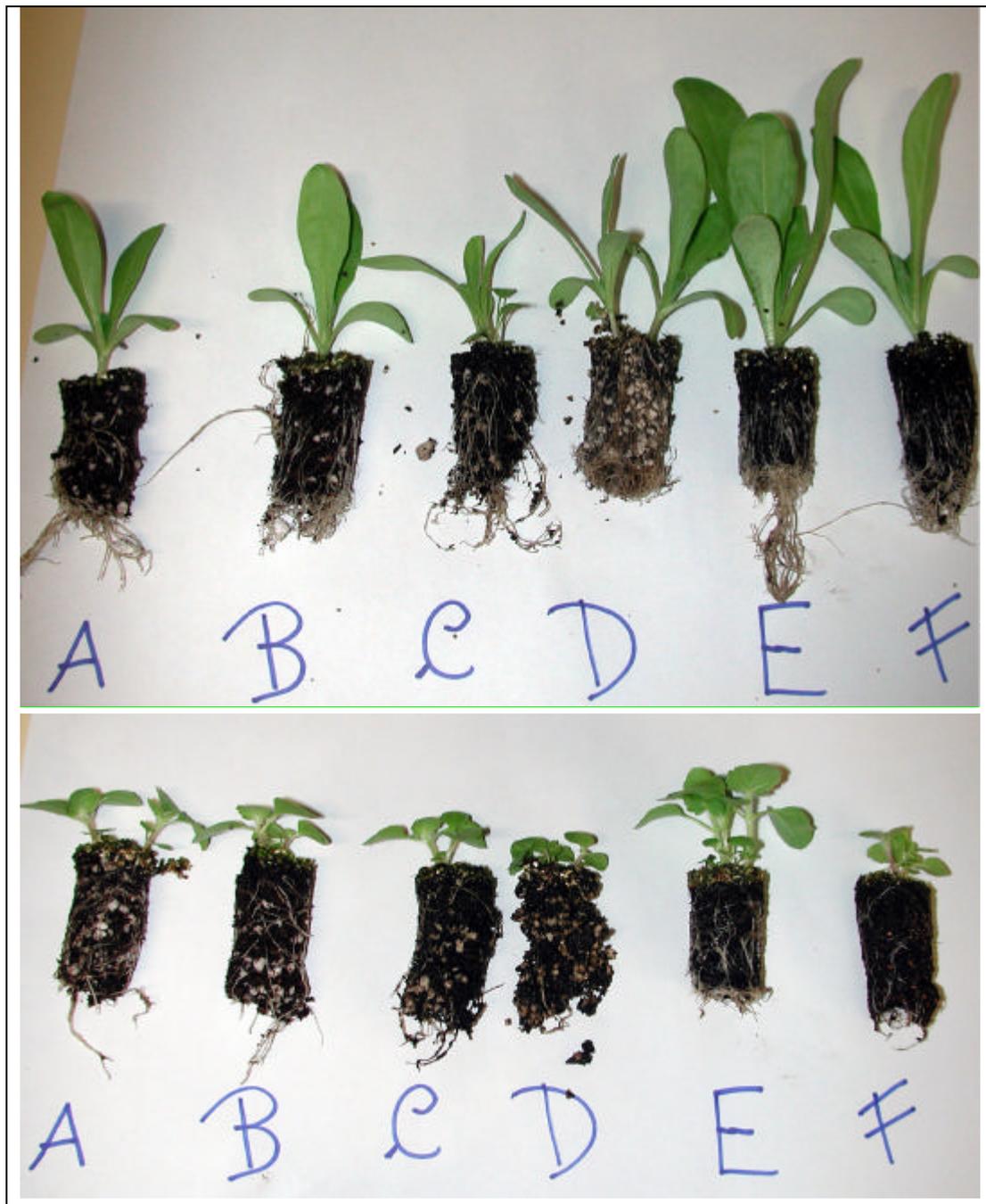
Nell'esperimento è stato anche testato un materiale di scarto della lavorazione del sughero come possibile surrogato della perlite. In generale, il materiale ha ridotto la crescita delle varie specie rispetto a quella osservata nel substrato di controllo (terriccio universale per semina).

**Tabella 4.12. Effetto del substrato di coltivazione su alcuni parametri vegetativi di piante di calendula (*Calendula officinalis* L.) allevate in contenitore alveolare.**

Parametro	Substrato				
	T1 Torba + perlite	T2 Cocco + perlite	T3 Compost + torba + perlite	T4 Compost + perlite	T5 Terriccio universale
Area fogliare (cm <sup>2</sup> /pianta)	19.7 b	20.2 b	22.8 b	28.5 b	43.8 a
Peso secco parte aerea (g/pianta)	0.04 c	0.05 bc	0.06 bc	0.08 b	0.13 a
Emergenza dopo 15 giorni dalla semina (%)	72	73	57	67	68

**Tabella 4.13 Effetto del substrato di coltivazione su alcuni parametri vegetativi di piante di agerato (*Ageratum houstonianum* L.) allevate in contenitore alveolare.**

Parametro	Substrato				
	T1 Torba + perlite	T2 Cocco + perlite	T3 Compost + torba + perlite	T4 Compost + perlite	T5 Terriccio universale
Area fogliare (cm <sup>2</sup> /pianta)	13.6 b	11.4 bc	10.3 abc	7.1 d	18.5 a
Peso secco parte aerea (g/pianta)	0.03 b	0.02 b	0.02 b	0.03 b	0.05 a
Emergenza dopo 15 giorni dalla semina (%)	46	50	51	60	52



**Effetto del substrato sulla crescita di semenzali di calendula o agerato allevati in seminiere alveolari di polistirolo: a) torba + perlite; b) cocco + perlite; c) compost + torba + perlite; d) compost + perlite; e) terriccio universale per semina; f) sughero + terriccio universale per semina.**

## CAPITOLO 5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Negli ultimi trenta anni abbiamo assistito ad un aumento della domanda dei prodotti florovivaistici, con conseguente sviluppo su scala internazionale delle aziende produttrici. Tale situazione ha favorito una richiesta sempre più specifica dei materiali impiegati in tali attività; fra questi rivestono un ruolo determinante i substrati di coltivazione, che devono possedere caratteristiche idonee per lo sviluppo delle specie vegetali in uno spazio limitato, quale è quello costituito dal contenitore. La torba, senza ombra di dubbio, ha rivestito e riveste tutt'ora questo ruolo. Ultimamente, però, una serie di fattori economici e ambientali hanno messo in ombra, anche se parzialmente, questo prodotto: l'aumento costante del prezzo della materia prima e le campagne di stampo ambientalista contro l'escavazione delle torbiere sono principali.

L'insieme di questi fattori ha portato, da una parte le aziende produttrici e dall'altra gli enti di ricerca a prendere in considerazione altri materiali che potessero sostituire, almeno in parte, la torba. Da un progetto co-finanziato dall'ARSIA della Regione Toscana (PROBIORN), articolato in cinque sottoprogetti è stato preso in esame il problema. Nello specifico la sperimentazione oggetto di tesi si colloca nel sottoprogetto 4 attinente i substrati alternativi alla torba. I substrati presi in esame per lo sviluppo del progetto sono stati due: la fibra di cocco e il compost; in particolare le prove hanno visto la coltivazione in cicli separati di due specie ornamentali come la fotinia e il viburno, allevati in pien'aria, piante fiorite in vaso (geranio) e semenzali di pomodoro, calendula e agerato.

Nella prima prova su arbusti ornamentali sviluppata presso il Ce.Spe.Vi. di Pistoia, oltre al substrato di riferimento (torba-pomice) sono stati messi a confronto: cocco-pomice; torba-compost-pomice e cocco-compost-pomice. Tali tesi non hanno mostrato differenze significative nella lentaggine, confermando il compost e il cocco valide alternative al substrato di riferimento; mentre su fotinia abbiamo assistito ad una riduzione di crescita. Questa differenza tra una specie e l'altra è essenzialmente dovuta a una maggiore sensibilità a fattori di stress abiotici, come la salinità, della fotinia rispetto alla lentaggine.

Nella seconda prova sviluppata a Pisa su geranio, il cocco e compost sono stati miscelati per ottenere i seguenti substrati: torba-perlite (controllo), cocco-perlite, torba-compost-perlite e compost-perlite. A livello epigeo le piante allevate su substrati contenenti compost non mostrano alcuna riduzione di crescita, mentre a livello ipogeo si è notata riduzione di accrescimento radicale.

Le analisi chimiche effettuate a fine ciclo sugli estratti acquosi dei substrati mettono in evidenza una concentrazione maggiore di Na e K nelle tesi contenenti compost e una riduzione di N nitrico. La tesi contenente cocco mostra una ritenzione idrica maggiore rispetto alle altre.

La terza prova è stata effettuata utilizzando delle seminiere alveolari per valutare quanto i substrati contenenti i materiali in prova interferissero sulla percentuale di geminabilità delle diverse specie in esame (pomodoro, calendula e agerato). I substrati in considerazione per tale prova sono stati i seguenti: torba-perlite, cocco-perlite, torba-compost-perlite, compost-perlite e terriccio universale. Quest'ultimo è stato preso come substrato di riferimento in quanto specifico per le semine. Sul parametro dell'emergenza a distanza di quindici giorni dalla semina, non sono state riscontrate differenze significative nelle diverse tesi a confronto; mentre differenze sono presenti per gli altri parametri esaminati a causa della diversa provenienza delle materie coinvolte che non ha permesso di ottenere un prodotto con delle caratteristiche fisiche ottimali, a differenza del terriccio commerciale.

Al termine delle prove sono stati riscontrati i seguenti risultati: possibile sostituzione della componente torba con fibra di cocco e compost. La percentuale di torba che si può sostituire è maggiore nel caso della fibra di cocco e minore nel compost; nonostante ciò si ottengono risultati migliori se il compost che viene utilizzato è certificato di qualità. Da qui l'importanza nella raccolta differenziata dei rifiuti ed il processo di compostaggio che ne determinano le caratteristiche finali.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV.(1996): *Global Peat Resources*. IPS, International Peat Society.
- AA.VV.(1998): *Metodi di analisi dei compost – Determinazioni chimiche, fisiche, biologiche e microbiologiche. Analisi merceologica dei rifiuti*. Collana Ambiente, Regione Piemonte, Assessorato all' Ambiente.
- AA.VV.(2000): *International Substrate Manual: Analysis, Characteristics, Recommendations*. Elsevier International Business/PBG.
- Accati Garibaldi, E.; De Ambrogio, F. (1992): *L'impiego di miscugli per l'ottenimento di substrati*. *Colture protette*, n° 5, pp.75-80.
- Bartolini, G.; Petruccelli, R.(1991): *I substrati nel florovivaismo*. *Colture protette*, n° 6, pp.46-63.
- Bartolini, G.; Petruccelli, R.(1991): *I substrati nel vivaismo*. *Colture protette*, n° 7, pp.33-48.
- Castelnuovo, M.: *I substrati di coltura: caratteristiche e proprietà*.
- Cattivello, C.; Bassi, M.(1990): *Valutazioni analitiche e colturali sui terricci più diffusi in orto-floro-vivaismo*. *L'Informatore Agrario*, n° 24, pp.55-66.
- Centemero, M.; Caimi V.(2001): *Impieghi del compost: settori di maggiore rilevanza, modalità d'uso, scenari attuali di mercato*. Pubblicazione della Scuola Agraria del Parco di Monza.
- D'Angelo, G.; Castelnuovo, M.; Galli, A.; Valagussa, M.(1993): *Relation between physical and chemical properties of the substrate and growth of some pot ornamentals*. *Acta Horticulturae*, n° 342, pp.313-323.
- Evans, M.R.(1997): *La fibra di cocco come substrato di coltura*. Traduzione dall'intervento tenuto al Growtech Americas 97-International trade Exhibition & Conference on Horticulture. Miami Beach Convention Center.
- Evans, M.R.; Konduru, S; Stamps, R.H.(1996): *Source Variation in Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust*. *HortScience*, vol.31(6), pp.965-967.
- Fisher, P.(1985): *Aspetti e problemi dei substrati a base di torba*. *Colture Protette*, n°4, pp.36-40.
- Frangi, P.; Tantardini, A. (2001): *Impiego di materiali ligno-cellulosici su lauroceraso*

- e thuja*. Flortecnica, n°12 .
- Garcia, M.; Daverede, C.(1994): *Le résidu des fibres de coco: nouveau substrat pour la culture hors sol*. PHM Revue horticole, n° .348, pp.7-12.
- Hardgrave, M.(1995): *An evaluation of polyurethane foam as a reusable substrate for hydroponic cucumber production*. Acta horticulturae, n°.401, pp.201-206.
- Holmes S. ; Lightfoot-Brown S.(2000): *A review of performance, future availability and sustainability for commercial plant production in the UK*. ADAS Horticulture and Neil Bragg (Technical editor) for DEFRA, Horticulture and Potatoes Division.
- Konduru, S; Evans, M.R.; Stamps, R.H.(1999): *Coconut Husk and Processing Effects on Chemical and Physical Properties of Coconut Coir Dust*. HortScience, vol.34(1), pp. 88-90.
- Lemaire, F.; Dartigues, A. ; Riviere, L.M. ; Charpentier, S.(1989): *Cultures en pot et conteneurs*. INRA Ed., Paris.
- Lemaire, F.(1996): *Valeur des sous produits organiques en tant que substrat*. PHM- Revue horticole, n°.373, pp.28-35.
- Meerow, A.W.(1994): *Growth of Two Subtropical Ornamentals Using Coir (Coconut Mesocarp Pith) as a Peat Substitute*. HortScience, vol.29(12), pp.1484-1486.
- Meerow, A.W.(1995): *Growth of Two Tropical Foliage Plants Using Coir Dust as a Container Medium Amendment*. HortTechnology, vol.5(3), pp.237-239.
- Meggelen-Laagland, I.V.(1995): *Golden future for coco substrat*. Floraculture International, Dec., pp.16-18.
- Meggelen-Laagland, I.V.(1996): *Coir media: the newest peat substitute? Grower talks*. Août 1996.
- Noguera, P.; Abad, M.; Puchades, R.; Noguera, V.; Maquieira, A.; Martinez, J.(1997): *Physical and chemical properties of coir waste and their relation to plant growth*. Acta Horticulturae, n°.450, pp.365-373.
- Pinamonti F., Centemero M. (1997). *Compost nella preparazione di terricci e substrati colturali*.
- Prasad, M.(1997): *Physical, chemical and biological properties of coir dust*. Acta Horticulturae, n°.450, pp.21-29.

Sonneveld, C.; Ende, J.(1974): *Analysis of growing media by means of a 1:1,5 volume extract*. Comm. Soil Sci. Plant Anal., n°.5, pp.183-202.

Tesi, R.(2001): *Colture protette: ortoflorovivaismo*, Calderini Edagricole, pp.30-40.

## RIASSUNTO

La torba rappresenta il principale componente utilizzato nella produzione di substrati destinati alla coltivazione di piante in vaso. D'altra parte una serie di fattori economici (l'alto costo della torba di qualità) e sociali (la campagna ambientalista contro lo sfruttamento delle torbiere, considerate siti di straordinario interesse naturalistico e/o archeologico) ha stimolato la ricerca di materiali alternativi alla torba nella preparazione dei substrati di coltivazione.

La sperimentazione oggetto di tesi è andata in questa direzione ed è stata inserita all'interno di un progetto di ricerca sul florovivaismo biologico co-finanziato dall'ARSIA della Regione Toscana. In particolare, le prove hanno visto la coltivazione, in cicli distinti, di arbusti ornamentali (*Photinia x fraseri* var "Red Robin" o fotinia, e *Viburnum tinus* o lentaggine) allevati in pien'aria, oppure piante fiorite in vaso (*Pelargonium x peltatum* o geranio del tipo "francesino") e semenzali di pomodoro (*Lycopersicon esculentum*), calendula (*Calendula officinalis*) e agerato (*Agerato houstonianum*).

I substrati presi in esame sono la fibra di cocco e il compost ed entrambi sono stati impiegati sia in miscela con i componenti convenzionali (pomice o perlite), oppure tal quali.

Nella prima prova svolta presso il Ce.Spe.Vi. di Pistoia non sono state riscontrate differenze significative tra le varie tesi a confronto nel caso della lentaggine, mentre su fotinia si è notata una riduzione della crescita (evidenziata da un minore sviluppo fogliare ed un minor accumulo di sostanza secca) nel caso dei miscugli contenenti compost.

Nella seconda e terza prova svolte presso il Dipartimento di Biologia delle piante Agrarie (D.B.P.A.) di Pisa, rispettivamente, con piante in vaso di geranio o con piantine da seme coltivate in seminiere alveolari, nella quali si è usato un compost certificato di diversa provenienza rispetto a quello usato a Pistoia, non si sono riscontrate differenze tra i vari substrati. In conclusione i risultati, quindi, dimostrano la possibilità di sostituire (almeno in parte) la torba nella preparazione dei substrati di coltivazione con la fibra di cocco o con il compost, purché di qualità (quindi certificato).

## **RINGRAZIAMENTI**

*Un sincero ringraziamento al prof. Alberto Pardossi del Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie dell'Università di Pisa, per il continuo sostegno, per avermi prestato tempo, esperienza, per aver pensato, sviluppato e portato a termine con me questo importante lavoro di tesi .*

*Grazie a mia madre e a mio padre,  
che hanno permesso il raggiungimento di tale traguardo.*

*Grazie al dott. Luca Incrocci del Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie dell'Università di Pisa, , per la paziente collaborazione nella conduzione delle prove sperimentali in serra.*

*Grazie al dott. Paolo Marzialetti del Ce.Spe.Vi di Pistoia per l'aiuto e il tempo prestato per la realizzazione delle prove sperimentali*

*Grazie a tutti coloro che in questi anni mi hanno regalato momenti da ricordare.*

*Grazie a me stesso, alla mia forza d'animo.*