

5. Le colture fuori suolo per le produzioni floricole di serra

Fernando Malorgio

Introduzione

In questo capitolo sono sinteticamente illustrati i sistemi di coltivazione fuori suolo utilizzati su scala commerciale per la produzione di fiori e fronde recise in serra. Non viene affrontata, invece, la gestione della soluzione nutritiva, ampiamente trattata nei capitoli dedicati alla fertirrigazione, ai sistemi a ciclo chiuso e alla disinfezione delle acque irrigue.

Per trattazioni più ampie dell'argomento si rimanda il lettore ai numerosi testi, in italiano o in inglese, oggi disponibili (ad esempio, Cooper, 1979; Graves, 1983; FAO, 1990; Schwarz, 1995; Resh, 2001; Pimpini, 2001; Urrestarazu, 2001; Savvas and Passam, 2002), nonché agli atti dei numerosi congressi nazionali e internazionali organizzati negli ultimi 15-20 anni.

Breve storia delle colture fuori suolo

La coltura fuori suolo ha radici antiche. Gli egiziani, infatti, diversi secoli avanti Cristo, avevano già sperimentato la crescita delle piante in acqua. I giardini pensili dei Babilonesi e le zattere galleggianti sui fiumi degli Aztechi o dei Cinesi possono essere assimilati a delle vere e proprie coltivazioni fuori suolo. Queste ultime erano costruite con canne, giunchi o bambù su cui era predisposto uno strato di terreno fertile per la coltivazione di ortaggi; il vantaggio di queste coltivazioni galleggianti era il facile trasporto fluviale dei prodotti al mercato.

Boyle (1666) fu il primo sperimentatore a tentare di far crescere le piante in acqua, seguito dall'inglese John Woodward, che nel 1699 coltivando piante in acqua con un diverso grado di purezza aveva notato che quelle poste in acqua contenente del ter-

reno crescevano meglio di quelle mantenute in sola acqua distillata. Il merito di aver stabilito l'importanza dei sali minerali nella nutrizione della pianta va attribuito a Justus von Liebig (1803-73), ma furono due scienziati tedeschi, Sachs (1860) e Knop (1861), i veri fondatori dell'idroponica. I loro studi sull'influenza degli elementi minerali sulla crescita delle piante dimostrarono che lo sviluppo normale poteva essere conseguito aggiungendo all'acqua alcuni elementi minerali e in particolare azoto, fosforo, potassio, zolfo, calcio e magnesio. Negli anni che seguirono diversi ricercatori, Tollens (1882), Shive (1915), Hoagland (1919), Arnon (1938), svilupparono nuove soluzioni nutritive, alcune di queste ancora oggi in uso.

Le prime applicazioni su scala commerciale della coltura idroponica (*Deep Water Culture*) furono, comunque, quelle del Prof. W.F. Gericke, fisiologo della California Agricultural Experimental Station, nel periodo tra le due guerre mondiali del secolo scorso. Il sistema nacque come mezzo alternativo alla coltivazione a terra, afflitta notoriamente, allora come adesso, dai problemi di stanchezza del terreno (Jensen, 1997). Il lavoro di Gericke, su ortaggi perlopiù, suscitò un grande interesse in tutto il mondo, grazie a diversi quotidiani e riviste che propagandarono questo nuovo sistema di coltivazione esaltandone i pregi. Le continue richieste di informazioni da parte di coltivatori e hobbisti spinsero, nel 1938, Hoagland e Arnon, professori all'Università della California, a scrivere una circolare: *The Water-Culture Method for Growing Plants without Soil*. Nella circolare i due autori riportarono le informazioni necessarie per la preparazione della soluzione nutritiva, insieme, comunque, alla raccomandazione che la tecnica rimanesse nell'ambito sperimentale, ritenendola poco idonea per un'applicazione su vasta scala a

causa dei costi elevati di impianto e dei possibili fenomeni di ipossia radicale.

Durante la seconda guerra mondiale, l'esercito americano utilizzò l'idroponica per la produzione di ortaggi freschi da destinare alle sue truppe presenti in Giappone. Il motivo fu essenzialmente igienico in quanto, in quel paese, si utilizzavano liquami di origine umana per la concimazione degli ortaggi e questo ne consentiva l'uso solo dopo la cottura. La tecnica suscitò la curiosità degli sperimentatori giapponesi che, negli anni seguenti, perfezionarono la versione originale di Gericke e la diffusero tra gli orticoltori locali (*Deep Recirculating Culture*).

Per ovviare ai problemi del sistema di Gericke, nella Stazione Sperimentale per l'Agricoltura del New Jersey si sviluppò il sistema della coltivazione su sabbia o ghiaia (*Sand e Gravel Culture*) (Shive e Robbins, 1937), iniziando così lo sviluppo delle colture fuori suolo su substrato. Le modifiche apportate, pur stimolando l'interesse commerciale e rendendo la tecnologia più affidabile, non ne incrementarono la diffusione a livello commerciale perché i costi per la realizzazione dei bancali in cemento erano molto alti. Inoltre, le soluzioni nutritive acide corrodevano velocemente i componenti in ferro e/o zincati e lisciviavano i metalli contenuti come impurità nei letti di coltura con il conseguente sviluppo di fenomeni di fitotossicità.

L'introduzione della plastica in agricoltura, intorno agli anni sessanta, semplificò alcuni aspetti costruttivi (tubazioni, canalette ecc.), e suscitò nuovamente l'interesse degli operatori verso le colture fuori suolo. Negli anni sessanta e settanta grossi impianti idroponici furono sviluppati nei deserti della California, dell'Arizona e di Abu Dhabi.

I ricercatori continuarono a perfezionare la coltivazione in idroponica e nel 1965 Allen Cooper, ricercatore al Glasshouse Crops Research Institute a Littlehampton in Inghilterra, ideò il sistema NFT (*Nutrient Film Technique*). Il sistema prevede una serie di canalette in pendenza in cui scorre una soluzione nutritiva, nelle quali si sviluppano le radici delle piante. L'assenza di un significativo *buffer* idrico e nutritivo ne hanno, comunque, limitato la diffusione su larga scala di questa tecnica.

In Europa i primi impianti di colture senza suolo furono realizzati nel 1963, ma è solo negli anni settanta che possiamo parlare di una produzione commerciale fuori suolo significativa dal punto di vista statistico. L'utilizzo di nuovi substrati di natura organica (a base di torba) e di substrati artificiali o naturali (lana di roccia, perlite, pomice, lapillo vulcanico ecc.) con caratteristiche fisiche-chimiche migliori rispetto alla sabbia o alla ghiaia ha aperto la

diffusione su larga scala di queste colture.

Nel 2000 le colture senza suolo nel mondo si estendevano su circa 22.000 ettari, di cui oltre il 60% concentrati nell'Europa. I paesi del Nord-Europa presentano una percentuale significativa della loro superficie protetta già investita a colture senza suolo (20-50%), mentre nei paesi del Bacino del Mediterraneo questa percentuale non supera il 5%.

Per quanto riguarda l'Italia, nel 1990 esistevano meno di 50 ettari per lo più concentrati in Sardegna. Negli anni successivi si è avuta una certa diffusione delle colture senza suolo in Italia che, comunque, rimane poco utilizzata: oggi si stima che la superficie delle serre utilizzata per colture senza suolo non superi 700-800 ettari, pari a circa il 3% dell'intera superficie protetta italiana. Le tecniche più utilizzate sono quelle che prevedono l'impiego di un substrato, organico (fragola) o inerte (ortaggi e fiori recisi); una discreta diffusione ha avuto il *floating system* (descritto nel prossimo paragrafo) per la produzione di ortaggi da foglia. Quattro specie coprono da sole oltre il 90% della superficie totale e sono quelle in cui la coltivazione fuori suolo ha dato dei reali vantaggi: fragola (150 ettari), pomodoro (200 ettari), gerbera (80-100 ettari), rosa (180-200 ettari). Fra i substrati maggiormente utilizzati troviamo in ordine d'importanza la torba, la perlite, la lana di roccia, la pomice, il lapillo o altre rocce vulcaniche e la fibra di cocco. Sono, infine, da ricordare altri materiali legati a realtà locali come le vinacce e le alghe marine (utilizzate, ad esempio, in Sardegna).

I primi impianti italiani sono stati realizzati semplicemente trasferendo la tecnologia olandese o danese, senza tenere in debita considerazione le differenti condizioni climatiche ed economiche in cui si trovano a operare i nostri serricoltori. Ad esempio, in alcune aziende furono installati dei costosi impianti computerizzati chiaramente sovradimensionati rispetto alle esigenze aziendali.

Prevedere quanto le colture senza suolo si diffonderanno nel nostro Paese è certo difficile. Certo, non mancano elementi a favore di questa diffusione. L'ormai prossima proibizione dell'impiego del bromuro di metile e la limitazione del consumo di fitofarmaci e fertilizzanti imporranno agli agricoltori di rivedere profondamente le tecniche colturali. Le colture senza suolo, in questo senso, potrebbero giocare un ruolo importante, anche se limitatamente al settore ortoflorovivaistico (comunque, uno dei più importanti nel panorama dell'agricoltura italiana), un po' come già sta avvenendo in altri paesi del Mediterraneo come la Spagna.

Sistemi di coltura senza suolo per la floricoltura

Nelle “colture senza suolo” sono comprese tutte quelle tecniche di coltivazione che sono attuate in assenza del comune terreno agrario e nelle quali il rifornimento alle piante, di acqua e di elementi nutritivi, avviene generalmente attraverso la somministrazione di una soluzione nutritiva completa di macro- e micro-nutrienti. In alcuni casi la fertilizzazione è basata su una sorta di concimazione di fondo realizzata attraverso l'aggiunta al substrato di concimi a lenta cessione o impiegando delle resine a scambio ionico, come nel caso dell'idrocoltura in vaso.

Le colture senza suolo o idroponiche (dal greco *hydros*, acqua, e *ponos*, lavoro) si possono suddividere in due gruppi: le colture in soluzione nutritiva a radice nuda (senza substrato) e quelle in contenitore su substrato, naturale o artificiale.

Le colture idroponiche possono essere anche distinte in base alla presenza o meno del substrato e alla sua natura (artificiale o naturale), al sistema di irrigazione (irrigazione a goccia oppure subirrigazione) e al recupero o meno della soluzione nutritiva somministrata. Se la soluzione nutritiva drenata non è recuperata e riutilizzata si parla di *sistema aperto*; al contrario, se la soluzione è raccolta, reintegrata e somministrata nuovamente alla coltura si parla di *sistema chiuso*.

Il futuro delle coltivazioni senza suolo, vista la sempre maggiore sensibilità degli operatori verso l'ambiente, è quello di un progressivo passaggio dal sistema aperto a quello chiuso, in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale. Purtroppo,

po, la difficoltà nella gestione del rifornimento idrico e minerale e il maggior rischio di diffusione degli agenti di malattie del colletto e delle radici attraverso la soluzione nutritiva ricircolante, sono i fattori che hanno frenato e frenano tuttora la diffusione dei cicli chiusi. Recentemente, tuttavia, sono state introdotte nuove tecnologie che hanno reso il sistema chiuso più sicuro e quindi più facile da applicare su scala commerciale.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione dei sistemi idroponici attualmente più diffusi a livello commerciale per la coltivazione delle specie ornamentali in serra.

Floating system

Questa tecnica prevede la coltivazione su soluzione nutritiva stagnante, senza substrato, di piante seminate o trapiantate in contenitori di polistirolo o altro materiale plastico.

Benché noto con il termine inglese “*Floating System*” (dall'inglese *float*, che significa galleggiare), il sistema fu usato per la prima volta dal Prof. Franco Massantini (Università di Pisa) nel 1976 per la coltivazione di lattuga e fragola.

Nel Floating System le piante sono allevate in un elevato volume di soluzione nutritiva (circa 100-300 litri per m²), che assicura un elevato potere tampone al sistema; riduce, ad esempio, le escursioni termiche a livello radicale ed consente di ridurre la frequenza del controllo e della reintegrazione della soluzione nutritiva.

L'estrema semplicità costruttiva è il principale motivo della notevole espansione commerciale di questo sistema in Italia (in particolare nel Veneto) per la coltivazione di specie a ciclo breve, ad esem-



Coltura del tulipano con la tecnica del *floating*

pio insalate da taglio e piante aromatiche (rucola, valerianella, basilico ecc.), soprattutto per il mercato degli ortaggi di IV gamma (prodotti freschi pronti al consumo). Nel settore del florovivaismo la tecnica del *floating* ha trovato notevole interesse nella coltivazione delle bulbose da fiore reciso. In Olanda, ad esempio, negli anni 1999-2000, circa 200 milioni di steli di tulipano (quasi il 20% della produzione totale) sono stati prodotti mediante questo sistema (Vidril, 2003).

Nel caso del tulipano vengono impiegati appositi contenitori in materiale plastico provvisti di chiodini di plastica alla base del contenitore stesso in grado di sostenere il bulbo. Le tipologie di contenitori maggiormente impiegate sono due: la prima (30 x 56 cm) può contenere da 78 a 126 bulbi calibro 10 e 10+; la seconda, 40 x 60 cm, può contenere circa 90 bulbi calibro 12-15. Per le altre bulbose (ad esempio, iris) possono essere impiegate cassette con supporti imbutiformi in plastica opportunamente sagomati, che si adattano alle diverse dimensioni dei bulbi. Nella maggior parte dei casi i contenitori, a fine coltura, possono essere sterilizzati e riutilizzati per almeno 3-4 anni; nel caso dell'iris i contenitori si usano 5-6 volte in un anno.

I vantaggi del *floating* per la coltivazione delle bulbose sono la riduzione del costo di produzione, la fioritura più precoce, la maggiore produttività annuale, la riduzione del consumo di energia e di fitofarmaci, il miglioramento delle condizioni di lavoro.

Nutrient Film Technique (NFT)

La tecnica, messa a punto da Cooper nel 1972 a Littlehampton in Gran Bretagna, prevede la coltivazione delle piante in canalette senza alcun substrato e in leggera pendenza (1,5-2,5%) entro le

quali scorre (con un flusso di 1-3 L/min) un sottile film di soluzione nutritiva. Il sistema NFT presenta non pochi inconvenienti che ne hanno limitato la diffusione su scala commerciale, ristretta praticamente agli ortaggi da foglia.

Aeroponica

In questo sistema le radici delle piante sono sospese in un contenitore dove un sistema di nebulizzazione le mantiene costantemente umide. Le piante sono sostenute da pannelli in materiale plastico (polistirolo) disposti orizzontalmente o su piani inclinati, e sostenuti a loro volta da una struttura portante inerte dal punto di vista chimico. La soluzione nutritiva viene spruzzata direttamente sulle radici, mediante nebulizzatori, con interventi che durano 30-60 secondi e con una frequenza variabile (40-80 interventi/giorno) in funzione delle condizioni climatiche di coltivazione, della specie, dello stato di crescita delle piante ecc.; la soluzione nutritiva è ricircolante.

In aeroponica i problemi di ipossia sono praticamente nulli, ma gli elevati costi di impianto (anche per la necessità di predisporre sistemi di allarme e di sicurezza) ne hanno assai limitato la diffusione. Alcune applicazioni commerciali sono state proposte per la coltivazione del crisantemo come fiore reciso o per la coltivazione di piante madri da cui prelevare talee per la moltiplicazione (crisantemo, impatiens, ibisco, poinsettia, fucsia ecc.).

La coltura su substrato artificiale

È sicuramente la tecnica di coltivazione più diffusa per la produzione di fiori recisi, oltre che ovviamente per le piante ornamentali in vaso (piante fiorite, da fogliame ornamentale, specie



Coltivazione di gerbera fuori suolo in bancali di cemento in una miscela di torba-sabbia; questo tipo di impianti è ormai commercialmente superato



Evoluzione nei sistemi di coltivazione su substrato: il caso della rosa. I primi impianti furono realizzati con canalette (*banquette*) in prolipropilene opportunamente sagomate (A) e riempite con substrati a base di perlite, pomice o tufo. Negli ultimi anni si è andato diffondendo l'uso delle lastre di lana di roccia (B) o dei sacchi di perlite (C) che permettono di abbattere fortemente i costi per il montaggio e lo smontaggio dell'impianto

legnose per l'esterno ecc.).

Le prime coltivazioni su substrato, come già ricordato, furono realizzate utilizzando bancali di cemento riempiti con sabbia o ghiaia. Successivamente, l'introduzione di substrati a base di torba assicurò una maggiore riserva idrica e aerazione, facilitando così l'irrigazione.

L'evoluzione delle colture su substrato è stata determinata dalla necessità di diminuire il più possibile i costi di impianto (costi dei supporti e della manodopera necessaria per il montaggio degli impianti ecc.). L'introduzione della plastica ha permesso di passare dai costosissimi bancali di cemento alle canalette in polipropilene, opportunamente sagomate, quindi alle cassette o ai grossi vasi e infine ai sacchi o agli appositi profilati in polistirolo, che hanno determinato una sostanziale riduzione del volume di substrato a disposizione della pianta.

Per quanto riguarda i substrati si è assistito, specie negli ultimi anni, all'introduzione di molti materiali diversi (gli ultimi sono la fibra di cocco e i materiali ligno-cellulosici derivati dai residui della lavorazione del legno), ognuno con i suoi pregi e i suoi difetti. In realtà, il substrato ideale, con le caratteristiche fisico-chimiche ottimali (una buona capacità per l'acqua e per l'aria, una struttura stabile nel tempo ecc.), economico e facilmente riciclabile non esiste, o perlomeno non è stato ancora trovato.

Nelle colture in contenitore l'erogazione dell'acqua e/o della soluzione nutritiva è assicurata da impianti d'irrigazione per aspersione (nei vasi di pic-

cole-medie dimensioni), per nebulizzazione (contenitori alveolari) o a goccia. Particolarmente interessante è la tecnica della subirrigazione, detta anche a flusso e riflusso (dal termine inglese '*ebb and flow*'), per la produzione delle piante in vaso in serra.

Negli impianti a flusso e riflusso, il vaso è irrigato dal basso grazie a periodiche (ogni 1-4 giorni, a seconda dell'attività traspiratoria della coltura e della riserva idrica del vaso) inondazioni con soluzione nutritiva del bancale o della platea di coltivazione. L'irrigazione della pianta è effettuata per allagamento della platea in modo che l'acqua entri nella parte basale del contenitore per 1-4 cm (come regola empirica, lo spessore della lama deve essere intorno al 25% dell'altezza del contenitore) e da qui, per capillarità, in tutto il substrato (vedi Capitolo 19). Ciò comporta un maggior quantitativo di soluzione nutritiva ricircolante per unità di superficie coltivata. Infatti, se l'irrigazione a goccia richiede da 1 a 2 L/m², nel caso della subirrigazione si arriva a volumi compresi fra 20 e 30 L/m² (a seconda dell'altezza del vaso e della densità di coltivazione); tuttavia, il totale della soluzione recuperata può essere diminuita utilizzando settori di ridotta superficie da allagare in sequenza.

La tecnica del flusso e riflusso può essere attuata o utilizzando bancali costruiti appositamente oppure a terra (platea). Nel primo caso i bancali possono essere fissi oppure mobili e possono essere provvisti o meno di tappetino capillare. Nella coltivazione a terra è di fondamentale importanza



Coltura di rosa su perlite a ciclo chiuso in una serra in Olanda; da notare l'impianto di illuminazione artificiale. È evidente l'approccio "industriale" tipico delle serre olandesi



Coltivazione di piante fiorite in vaso sotto serra con la tecnica del flusso e riflusso su bancali estraibili

la pendenza della platea, in quanto è necessario che la soluzione nutritiva raggiunga rapidamente il livello adeguato per la bagnatura del vaso e possa poi rapidamente defluire verso i collettori di recupero e redistribuzione agli altri settori.

Mentre nell'irrigazione a goccia si crea un flusso di soluzione nutritiva che va dall'alto del vaso verso il basso per poi fuoriuscire dai fori di drenaggio, nella subirrigazione, invece, si ha un movimento quasi esclusivamente ascendente della soluzione, dal basso verso l'alto, per capillarità; il fenomeno può essere favorito dall'evaporazione di acqua dalla parte alta del vaso. Alcuni accorgimen-

ti sono importanti per il successo della tecnica: *i)* utilizzare substrati dotati di una buona risalita capillare (ad esempio, torba e cocco); *ii)* bagnare uniformemente dall'alto il substrato per avviare correttamente il fenomeno di risalita capillare.

I principali vantaggi della tecnica del flusso e riflusso sono la riduzione del rischio di diffondere eventuali malattie delle radici attraverso il riutilizzo delle soluzioni drenate, la maggiore stabilità della composizione della soluzione nutritiva e il risparmio di manodopera, soprattutto per le operazioni di movimentazione dei vasi.

Sistema per la movimentazione di contenitori alveolari in una serra dotata di impianti di coltivazione a flusso e reflusso su pavimento



Pianta di *Ficus* in idrocoltura. Si noti l'indicatore di livello dell'acqua sulla parte sinistra del vaso



Idrocoltura

La coltivazione delle piante ornamentali da appartamento in questi ultimi anni ha subito un considerevole e interessante incremento, anche in relazione al crescente impiego negli spazi interni, pubblici e privati (*interiorscaping*). Particolarmente interessante per la produzione di queste piante appare la tecnica dell'idrocoltura.

I costituenti essenziali di tale sistema di coltivazione sono i seguenti.

1. *Vaso di coltivazione*. È il vaso che contiene la pianta e il substrato di coltivazione (argilla espansa, in genere); è fessurato nella parte infe-

riore con fori non molto grandi, tali da impedire la fuoriuscita dell'argilla espansa, ma adatti invece a far passare l'acqua e quindi le sostanze nutritive in essa disciolte.

Il vaso di coltura presenta anche una scanalatura laterale per ospitare l'indicatore di livello. Le dimensioni dei portavasi sono variabili in funzione della specie coltivata e possono variare da 5 cm di altezza (Ø 5 cm) a 19 cm e oltre (Ø 32 cm o maggiore). Al vaso di coltivazione vero e proprio, al momento della vendita, vengono aggiunti l'indicatore di livello e il vaso esterno. L'indicatore di livello o idrometro serve a tene-

- re sotto controllo la quantità d'acqua presente all'interno del portavaso.
2. *Il portavaso o vaso esterno.* Realizzato in materiale plastico oppure in ceramica, con forme e colorazioni diverse, serve come contenitore per il vaso di coltura.
 3. *Il substrato.* Generalmente si impiega l'argilla espansa a granulometria variabile (4-16 mm secondo la tipologia di pianta). L'argilla espansa presenta notevoli vantaggi in quanto è un materiale inerte e inalterabile nel tempo e non si modifica al contatto con la soluzione nutritiva.
 4. *La soluzione nutritiva.* Per la coltivazione delle piante ornamentali e fino alla fase di commercializzazione può essere utilizzata una soluzione nutritiva standard, completa di macro- e microelementi. Nella fase post-vendita si ricorre generalmente all'impiego di resine a scambio ionico (*Levatit®*). Queste resine garantiscono il rifornimento minerale alla pianta per un periodo di 3-6 mesi, in maniera omogenea e graduale, come richiesto dalla pianta stessa, senza bisogno di altri interventi nel periodo se non quello di fornire l'acqua. Le resine a scambio ionico, formulate come microgranuli o come pastiglie (cialde), sono in grado di cedere gradualmente all'acqua (non deionizzata) le sostanze nutritive sotto forma di ioni.

Vantaggi e svantaggi delle colture fuori suolo

In linea di principio, le colture fuori suolo costituiscono uno strumento formidabile per controllare la crescita e lo sviluppo delle piante e quindi la produttività delle colture attraverso la

regolazione precisa dell'irrigazione e della fertilizzazione e grazie alla possibilità di ridurre drasticamente, se non proprio eliminare, i rischi di stress provocati da agenti biotici e abiotici (ad esempio, salinità o carenza idrica). In realtà, per ragioni prettamente economiche, le colture fuori suolo su scala commerciale sono ben lontane dal sistema colturale ideale ora descritto. Pertanto, i pro e i contro di questa tecnologia devono essere attentamente considerate quando le colture fuori suolo sono prese in considerazione come possibile opzione per la produzione ortoflorovivaistica, di serra o all'aria aperta.

Produttività della coltura

In generale, la tecnologia del fuori suolo può aumentare le rese, ad esempio, di fiori recisi, del 20-50%. I record produttivi delle serre olandesi sia di ortaggi che di fiori recisi, sono determinati anche, ma non solo, dall'impiego delle colture fuori suolo. Importante è anche l'effetto del fuori suolo sulla precocità della coltura. Nel caso della rosa, ad esempio, le raccolte dei fiori iniziano già poche settimane dopo l'impianto, al contrario di quanto avviene nelle colture tradizionali a terra. Il fatto che la coltura di rosa invecchi precocemente fuori suolo non rappresenta un grosso inconveniente, in quanto l'aggiornamento varietale imposto dal mercato rende poco convenienti gli impianti con più di 5-6 anni di vita.

Inoltre, le colture fuori suolo possono svincolare la coltivazione dal terreno rendendola possibile anche in condizioni estreme. Da questo punto di vista, il vantaggio principale è quello di eliminare la pratica della sterilizzazione del terreno prima dei trapianti. Così, le colture fuori suolo costituiscono una delle principali alternative all'uso del bromuro

Tab. 1 - Caratteristiche delle principali tecniche di coltivazione senza suolo

Caratteristiche	Colture in substrati			Colture idroponiche		
	Substrati organici + irr. goccia	Substrati inerti + irr. goccia	Flusso e riflusso	N.F.T.	Floating System	Aeroponica
Diffusione	++++	++++	++	++	+	+
Substrato	Torba	Perlite, pomice, argilla espansa	Torba, perlite	Assente	Assente	Assente
Costi di investimento	++	++	+++	+++	+	++++
Costi di gestione	++	+++	++	+++	+	+++
Difficoltà della gestione tecnica	+	++	++	+++	++	+++
Rischio di ipossia radicale	+	++	++	+++	+++	+
Rischio stress termici radicali	++	+++	+	+++	++	+++
Rischio di malattie radicali	+	+	++	++	+++	+
Produzione e qualità	++++	++++	++++	++++	+++	+++
Potere tampone del sistema	+++	++	++	Assente	Assente	Assente

di metile, il cui uso sarà proibito (quantomeno, fortemente ridotto) alla fine del 2004.

Il recente sviluppo scientifico e tecnologico nel campo dell'ortoflorovivaismo ha avuto come obiettivo principale la maggiore efficienza d'uso delle risorse (energia, lavoro e acqua). Le colture fuori suolo costituiscono uno degli elementi principali dell'ortoflorovivaismo sostenibile, potendo offrire ai coltivatori un mezzo assai efficace per ridurre gli effetti ambientali tipicamente associati alle colture intensive.

Non mancano, comunque, gli svantaggi. La tecnica richiede, infatti, una maggiore preparazione professionale dei coltivatori e/o una maggior dipendenza da consulenti esterni, invero non sempre all'altezza. Inoltre, almeno in serra, necessita di un miglior controllo del clima e, più in generale, di una migliore struttura dell'apprestamento. In passato, molti insuccessi registrati in aziende italiane che avevano deciso di passare alle colture fuori suolo erano causati anche dal fatto di non aver fatto interventi per migliorare la serra e la sua climatizzazione (soprattutto, la ventilazione).

Aspetti economico-finanziari

I metodi di coltivazione idroponica sono numerosi, ciascuno con i propri vantaggi e svantaggi (*tab. 1*); però, quelli più usati a livello mondiale per la produzione di ortaggi e fiori recisi su scala commerciale sono quelli su substrato. In generale, il passaggio dalla coltura a terra a quella fuori suolo sembra conveniente per colture a densità relativamente ridotta (inferiore a 10 p/m²), come gerbera e rosa (oltre a molti ortaggi), mentre è più difficile per colture più fitte (ad esempio, crisantemo programmato). La coltura 'floating' per il tulipano è tutto sommato un'eccezione.

L'ostacolo maggiore alla diffusione di questo sistema rimane l'alto costo degli impianti, variabili da 5-10 euro/m² fino a 40-50 euro/m², nel caso ad esempio, di impianti a flusso e riflusso su bancali mobili (estraibili).

Una maggior produzione unitaria e una miglior qualità dei prodotti possono rendere conveniente la scelta del fuori suolo, ma non è scontato che si produca di più e meglio con questa tecnica. Un'adeguata politica commerciale, che sfrutti la maggiore ecompatibilità dei sistemi di coltivazione fuori suolo a ciclo chiuso, potrebbe contribuire ad

umentare la competitività commerciale dei prodotti così ottenuti e costituire un incentivo agli investimenti in tal senso. Il Progetto MPS (*Milieu Project Sierteelt* - <http://www.st-mps.nl>) sviluppato in Olanda per i fiori recisi e le piante ornamentali in vaso è un ottimo esempio di certificazione di prodotto/processo in grado di valorizzare le colture fuori suolo (a ciclo chiuso!), in quanto attraverso un sistema di punti premia gli agricoltori che più riescono a ridurre l'impiego di risorse (energia, acqua, prodotti chimici) e la produzione di rifiuti.

Conclusioni

Sono passati circa ottanta anni dalle prime colture fuori suolo su scala commerciale, ma ancora a livello mondiale sono poco diffuse e rappresentano una porzione ridottissima della superficie destinata a colture ortoflorovivaistiche. Ciò significa che non è stato ancora risolto "il dilemma di trasformare un formidabile strumento per la ricerca nel campo della fisiologia vegetale in un sistema di coltivazione su scala commerciale tecnicamente affidabile ed economicamente conveniente".

Indubbiamente, la proibizione del bromuro di metile, la diminuzione in quantità e qualità delle risorse idriche e le politiche di stampo ambientalista dei governi centrali e locali, almeno nei paesi sviluppati, rappresentano fattori favorevoli alla diffusione di queste tecnologie nelle serre e nei vivai di piante ornamentali. D'altra parte, non si può dimenticare che, in Italia come in tutto il mondo, l'ortoflorovivaismo si basa su aziende di piccole dimensioni e che l'attuale scenario socio-economico internazionale è assai instabile con continui fenomeni di recessione e una crescente competizione da paesi emergenti, con conseguente diminuzione dei prezzi dei prodotti florovivastici (si pensi ai fiori recisi!). Tutto ciò rende assai rischioso l'investimento per queste nuove tecniche di coltivazione. Più che l'attività di ricerca, per sostenere la diffusione di queste tecniche, appaiono utili le azioni di trasferimento e lo sviluppo di una politica di marketing che premi in qualche modo gli sforzi di quei coltivatori che decidono di innovare tecnologicamente le proprie aziende nell'ottica di una maggiore ecompatibilità del processo produttivo.

Bibliografia

1. ARMSTRONG H. (2002). *Hydroponic tulips succeed at second attempt*. FlowerTech 5, 10-12.
2. BAILLE A. (2001). *Water management in soilless cultivation in relation to inside and outside climatic conditions and type of substrate*. Italus Hortus 8, 16-22.
3. COOPER A.J. (1979). *The ABC of NFT*. Grower Books Publisher, London.
4. DEUTSCHMANN G.V. (1998). *History of hydroponics*. <http://archimedes.galilei.com/raiar/histhydr.html>
5. FAO (1990). *Soilless culture for horticultural crop production*. Plant Production and Protection Paper n. 101, Roma.
6. GERICKE W.F. (1937). *Hydroponics: crop production in liquid culture medium*. Science 85, 177-178.
7. GRAVES C.J. (1983). *The nutrient film technique*. Horticultural Review 5, 1-44.
8. HOAGLAND D.R., ARNON D.I. (1950). *The water culture method for growing plants without soil*. California Agricultural Experimental Station, Circular 347.
9. JENSEN M.H. (1997). *Hydroponics*. Hortscience 32, 1018-1021.
10. JOUËT J.P. (2002). *Plastics in the world*. Plasticulture 2 (12), 108-126.
11. LEMAIRE F. (1995). *Physical, chemical and biological properties of growing medium*. Acta Horticulturae 396, 273-284.
12. PIMPINI F. (2001). *Principi tecnico-agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo*. Veneto Agricoltura, ARSAFA, Legnaro (PD).
13. RESH H.M. (1998). *Hydroponic food production: a definitive guidebook of soilless food-growing methods* (V ed.). Woodbridge Press Publishing Company, California.
14. RUNIA W.T.H. (1995). *A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless cultures*. Acta Horticulturae, 382, 221-229.
15. SAVVAS D., PASSAM H. (2002). *Hydroponic production of vegetables and ornamentals*. Embryo Publications, Athens: pp. 463.
16. SCHWARZ M. (1995). *Soilless culture management*. Springer-Verlag, Berlin: 198 pp.
17. SONNEVELD C. (2000). *Effect of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture*. Ph. D. Thesis, Wageningen University. <http://library.wur.nl/wda>
18. URRESTARAZU M. (2001). *Manual de cultivo sin suelo*. Servicio Publicaciones, Universidad de Almería, Almería.
19. VAN OS E., STANGHELLINI C. (2001). *Diffusion and environmental aspects of soilless growing systems*. Italus Hortus 8 (6), 9-15.
20. VIDRIL V. (2003). *Culture hydroponique de tulipe aux Pays-Bas: une technique qui emerge*. PHM Revue Horticole n. 443, 30-35.
21. VINCENZONI A. (1996). *Coltivazioni senza terra*. Edagricole, Bologna.
22. VOOGT W., SONNEVELD C. (1997). *Nutrient management in closed growing systems for greenhouse production*. In E. GOTO (ed.), *Plant production in closed ecosystems*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht (NL).