

AGRISICILIA

mensile del sistema agricolo e agroindustriale siciliano

pomodoro da mensa
col fuori suolo una risposta
alle emergenze sanitarie



Attualità

ddl agricoltura:
analisi punto per punto,
il commissario lo impugna

• **TECNICA**

agrumi: occhio alle grandinate

Economia

focus cereali, così la
campagna di raccolta 2011

agriturismo, uno studio
svela le scelte dell'ospite



Vendemmia 2011

presentati i primi dati - giù le superfici, su i prezzi

Pomodoro da mensa fuori suolo: risposta alle emergenze sanitarie

allevamento su substrato in serra, soluzione nutritiva e cicli di coltivazione - dicembre per molti periodo di trapianto

di **Moncada A., Vetrano F.**

Dipartimento dei Sistemi Agro-ambientali
Università degli Studi di Palermo

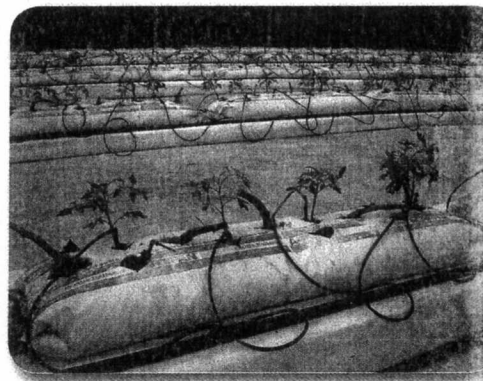
Nell'ambito delle colture fuori suolo su substrato il pomodoro da mensa è certamente la specie più importante, sia per superfici coltivate che per il valore economico delle produzioni ottenute.

Il pomodoro da mensa si adatta bene alla coltivazione sia su substrati minerali che organici. Questi substrati si utilizzano in contenitori realizzati in film di materia plastica, a sacco orizzontale, oppure in contenitori a vaschetta, realizzati in plastica rigida o polistirolo (*foto 1*).

I contenitori a sacco orizzontale sono realizzati in film aditivato dello spessore di 0.20 mm di colore nero internamente e bianco esternamente per favorire la riflessione dei raggi solari durante l'inverno ed evitare l'eccessivo riscaldamento del substrato nei mesi estivi. Solitamente hanno le dimensioni di 1.0 x 0.20 x 0.12 m, contengono circa 24 litri di substrato (l'80% dell'intero volume del sacco) ed ospitano tre-quattro piante di pomodoro (*foto 2*).



Quando il sacco viene steso orizzontalmente, il substrato, solitamente a base di torba con il 30-50% (in volume) di perlite o pomice o a base di sola perlite, presenta



uno spessore di 12-15 cm che assicura un buono sgrondo della soluzione in eccesso e un buon richiamo di aria all'interno del substrato evitando così problemi di asfissia radicale. I contenitori a sacco orizzontale sono consigliati, quando si utilizzano substrati leggeri e dotati di buona capacità di ritenzione idrica. I sacchi vanno, ovviamente, forati sul lato rivolto verso il suolo (un foro di diametro 1.0 cm ogni 15 cm circa) per lo sgrondo della soluzione in eccesso e, normalmente sono impiegati per 2-3 colture prima di essere sostituiti. I contenitori in plastica rigida utilizzati per substrati più pesanti e per colture a ciclo lungo sono più duraturi nel tempo e più maneggevoli in serra. Per il pomodoro si adottano spesso i contenitori a vaschetta di capacità di 7-8 litri, di modico costo, facilmente reperibili e riutilizzabili per più cicli previa sterilizzazione con formaldeide. I contenitori in polistirolo bianco, leggeri e riutilizzabili riducono il rischio di surriscaldamento degli apparati radicali nei periodi di più intensa radiazione solare ma, se assemblati in "trincea", possono facilitare la diffusione di patogeni lungo la linea di allevamento.

Tra gli inerti di sintesi si possono utilizzare, con buoni risultati colturali, anche le lastre di lana di roccia contenute



in sacchi di polietilene bianco, con volume di circa 10 litri per 2 piante oppure con volume di circa 13 litri per 3 piante (foto 3).

L'impianto in serra

Obiettivo primario degli interventi da eseguire per preparare la serra è quello di evitare ogni contatto con il suolo per impedire che eventuali agenti patogeni presenti possano contagiare la coltura. Pertanto, l'impianto si effettua su suolo pacciamato, preferibilmente con film bianco, e sistemato in modo da conferirgli una pendenza dello 0,5% per consentire lo sgrondo o il recupero della soluzione in eccesso. Per il trapianto si utilizzano piantine certificate alla terza o quarta foglia vera, allevate in vivaio su substrati minerali od organici, purché sterili.

L'impianto è realizzato in fila singola, meno frequentemente in file binate, con una densità compresa tra 2,5 e 2,8 piante/m². Per la distribuzione della



soluzione nutritiva possono essere utilizzate manichette forate, ali gocciolanti o tubi capillari (spaghetto) purché sia ubicato un erogatore a 2-3 cm

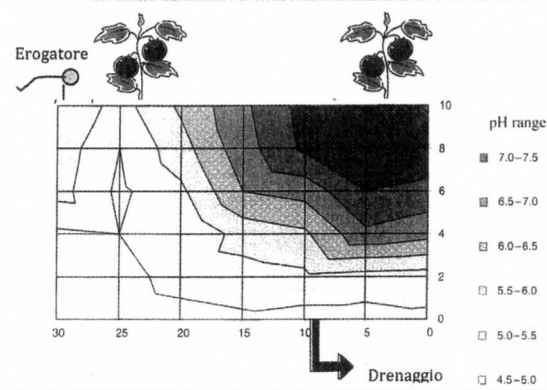
da ciascuna piantina, in modo da evitare che la goccia cada sul colletto. Collocare un erogatore per pianta è una necessità non solo nel caso di coltivazione su vaso, ma anche su sacchi o in trincee per assicurare un'uniforme somministrazione di acqua e nutrienti e per consentire livelli uniformi di pH e di conducibilità elettrica (EC) nella zona radicale. Tali differenze si verificano soprattutto se la soluzione nutritiva somministrata contiene NH_4^+ . Questo ione è assorbito dalle piante preferenzialmente quando somministrato in piccole quantità rispetto al totale di azoto fornito. Pertanto, la maggior parte di NH_4^+ è assimilato dalle piante vicino l'erogatore e questo determina un abbassamento del pH nella zona radicale (Fig. 1); le altre piante ricevono una soluzione nutritiva da cui la maggior parte dell' NH_4^+ è rimosso e questo comporta un pH più alto nella rizosfera delle piante non direttamente rifornite di soluzione nutritiva dall'erogatore.

Il sistema di allevamento

Il pomodoro viene allevato su un unico stelo che, per la coltura a ciclo breve (5-6 mesi), viene sottoposto a cimatura dell'apice vegetativo al di sopra della ottava-decima infiorescenza. La cimatura arresta la crescita della pianta e determina un anticipo nell'ingrossamento e maturazione dei frutti allegati. In coltura a ciclo lungo (8-10 mesi), al contrario, lo stelo non viene sottoposto a cimatura dell'apice vegetativo e viene progressivamente abbassato, per facilitare le operazioni colturali, e sfogliato alla base, al di sotto dell'ultimo grappolo raccolto, al ritmo di circa 3 foglie la settimana.

Più di rado si effettua l'allevamento delle piante su due o più steli. In questo caso si alleva il germoglio principale ed il primo getto ascellare vigoroso che si sviluppa al di sotto della prima infiorescenza. È come se il sistema consentisse di raddoppiare la densità d'impianto senza però aggravare i costi di investimento e, contemporaneamente nel caso della tipologia cherry, si riduce anche la pezzatura dei frutti. È stato dimostrato sperimentalmente che l'allevamento su due steli rallenta l'entrata in produzione fino a 30 giorni ma non influenza la produttività

fig. 1 - variazione del valore del pH in lastre di lana di roccia. L'erogatore è in corrispondenza di una pianta della fila; le altre piante ricevono la soluzione nutritiva grazie ai movimenti idrici causati da differenze di potenziale

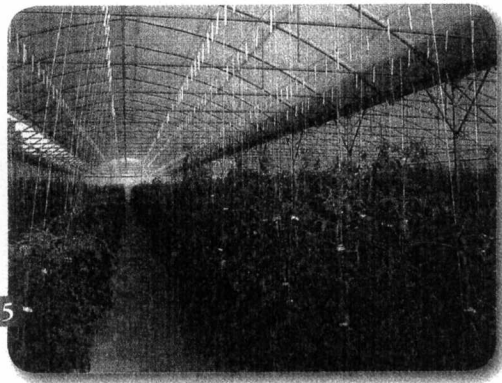


da: Sonneveld and Voigt, 2009

totale della pianta che, a fine ciclo, raggiunge gli stessi livelli produttivi della pianta monostelo. L'allevamento a due fusti fornisce, come prevedibile, un maggior numero di frutti a pianta con una pezzatura media leggermente inferiore, e non influenza altri parametri qualitativi come consistenza e residuo secco rifrattometrico. È consigliabile quindi il suo impiego soprattutto quando si coltivano le tipologie "ciliegino" o "camone" o con ibridi innestati su portinnesto molto vigoroso. Il pomodoro in fuori suolo viene tutorato e sostenuto da fili di nylon avvolti a spirale sul fusto o collegati a clips (foto 4); nel caso di coltura non sottoposta a cimatura, i fili di sostegno

terminano con aspi svolgitori (foto 5) che consentono un progressivo abbassamento dello stelo che agevola la raccolta manuale e lo sfruttamento dei palchi fiorali oltre il 14° grappolo (foto 6).

La forma di allevamento che non prevede la cimatura viene abbinata, in serre tecnologicamente più evolute, ad



un sistema di canalette sospese appositamente sviluppato per il pomodoro (foto 7), che permette ai grappoli fruttiferi di trovarsi ad una altezza uniforme per facilitare la raccolta manuale e consente l'adozione del "doppio ciclo di coltivazione". Questo sistema, applicato spesso anche alla coltivazione in sacco su suolo pacciamato, consiste nel trapiantare a metà del ciclo colturale nuove piantine tra due piante adulte allevate abbassandone progressivamente lo stelo: le piante adulte a fine ciclo vengono recise (foto 8) quando sono già entrate in produzione le piante giovani. È un sistema di coltivazione vantaggioso perché consente produzioni continue.

il ciclo di coltivazione

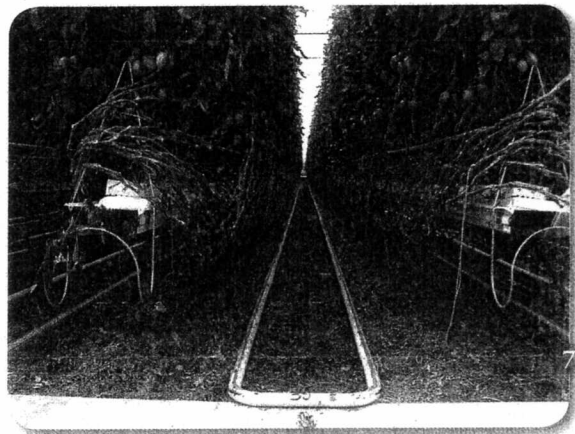
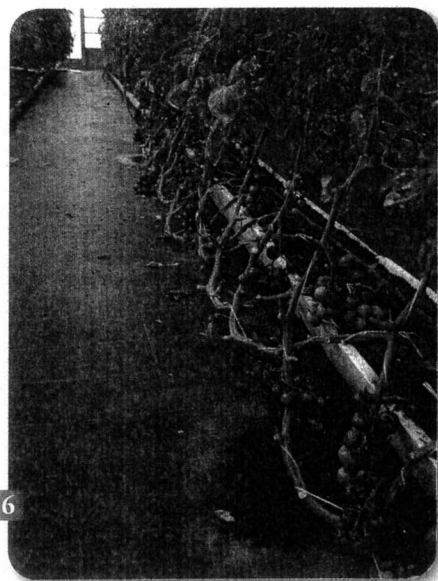
Il pomodoro è una coltura da serra temperata, le piante arrestano la crescita con temperature minime notturne inferiori ad 8-10 °C. In ambiente mediterraneo, dove la coltura fuori suolo su substrato si effettua in serre con il solo riscaldamento di soccorso, il ciclo colturale va da ottobre a giugno. Le colture condotte in serre con impianti di condizionamento im-

postati su una soglia termica intorno ai 10-12 °C, possono avere un ciclo molto più lungo. In questo caso l'impianto avviene entro fine agosto, la produzione ha inizio a ottobre e si protrae sino al giugno successivo.

Nel caso del "doppio ciclo di coltivazione", il primo impianto si effettua entro la metà di agosto. La raccolta va da ottobre a gennaio periodo nel quale le piante, ormai a fine ciclo vegetativo, vengono eliminate recidendole al colletto. Entro la seconda decade di dicembre si effettua, accanto alle piante ancora in produzione, il trapianto di nuove piantine, che produrranno da metà marzo a giugno.

la soluzione nutritiva

Nella coltivazione fuori suolo tutti gli elementi minerali di cui le piante necessitano (fatta eccezione per la CO₂) sono somministrati attraverso la soluzione nutritiva la cui composizione ha un'importanza davvero fondamentale. Si riporta, in Tabella 1, il dosaggio di una soluzione nutritiva tipicamente adottata per pomodoro. Nella formulazione della soluzione nutritiva, la prima fase prevede un'analisi dell'acqua irrigua: è un'operazione necessaria che consente di conoscere



la qualità dell'acqua (pH, conducibilità elettrica, carbonati e bicarbonato, macroelementi) e di risparmiare eventualmente sull'uso dei concimi. Per esempio, un'acqua ad alto contenuto in calcio o magnesio comporta dosi minori di nitrato di calcio o nitrato di magnesio. La seconda operazione è la neutralizzazione dei bicarbonati con l'aggiunta di acido che consente di abbassare il pH dell'acqua irrigua su valori compresi tra 5,5 e 6,5. Solitamente si preferisce l'acido nitrico al fosforico per due motivi: il fabbisogno in nitrato delle piante è sempre superiore al fabbisogno in fosforo; l'acido nitrico reagisce con i bicarbonati formando nitrato di calcio, un concime vero e proprio prontamente solubile ed assimilabile, mentre l'acido fosforico reagisce formando fosfati di calcio che rendono insolubile il fosforo e che, precipitando, possono occludere gli erogatori a microportata.

Le dosi di acido nitrico sono riportate in Tab. 2 e variano in funzione del contenuto in bicarbonato e del pH che si vuole raggiungere. Nella stessa, sono inoltre presenti i quantitativi in azoto nitrico (N-NO₃) corrispondenti ad ogni dose di acido. Per esempio, volendo neutralizzare 100 mg/l di bicarbonati e raggiungere un pH = 5,5, si devono utilizzare 0,08 ml/l di acido nitrico al 65% (pari a 8 l/m³ per ottenere una soluzione concentrata 100 volte) che apportano 16,4 mg/l di N-NO₃.

Per convertire i dati riportati in Tabel-

la 1 in dose di concime da aggiungere per la formulazione della soluzione nutritiva, il metodo più semplice è fare riferimento al titolo del concime. Il titolo di un concime non è altro che la quantità in peso dell'elemento nutritivo contenuto in 100 g: titolo di Ca del 19% significa che in 100 g di concime sono presenti 19 g di Ca, in 100 mg di concime sono presenti 19 mg di Ca. Chiaramente se l'acqua irrigua contiene già elementi come calcio, magnesio, solfati o altro, la dose da considerare sarà quella riportata in Tabella 1 ma decurtata di quanto contenuto in acqua. Supponendo, per esempio, che l'acqua irrigua a disposizione contenga già 61 mg/l di Calcio, la dose di Ca da apportare in un ciclo aperto sarà pari a $172-61 = 111$ mg/l. L'unico concime che contiene calcio è il nitrato di calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ con titolo 14,5% NO_3 -1% NH_4 -19% Ca. Per coprire il fabbisogno in calcio, conoscendo la quantità dell'elemento presente nel concime, basta impostare una proporzione:

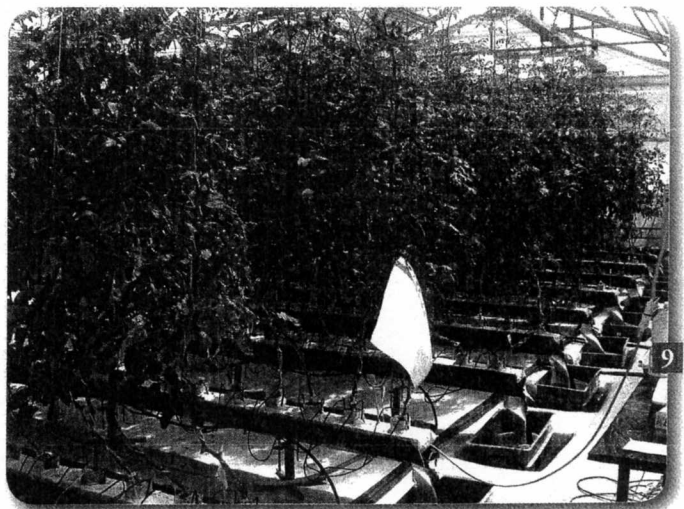


8

100 mg di $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ contengono 19 mg di Ca, pertanto per "coprire" la dose di 111 mg/l di Ca si deve aggiungere $(111 \cdot 100) / 19 = 584$ mg/l di concime. Il prodotto utilizzato però contiene anche ammonio (NH_4) e nitrato (NO_3). Ciò significa che anche la dose di questi riportata in Tab. 1 deve essere diminuita della dose apportata con il concime. Nel caso specifico la richiesta del pomodoro in nitrato è di 140 mg/l ed in ammonio è di 18 mg/l (Tab. 1). In 584 mg di $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ utilizzati per ricoprire il fabbisogno in calcio sono presenti $(584 \cdot 14,5) / 100 = 85$ mg di nitrato e $(584 \cdot 1) / 100 = 5,8$ mg di ammonio. Ciò significa che nella soluzione nutritiva la dose di NO_3 e di NH_4 da aggiungere è data rispettivamente da $140-85 = 55$ mg/l e $18-5,8 = 12,2$ mg/l. Nel caso specifico del nitrato occorre poi sottrarre la quantità aggiunta con l'acido nitrico e cioè $55 - 16,4 = 38,6$ mg/l di NO_3 sono ancora da somministrare per ricoprire il fabbisogno in azoto nitrico.

L'esempio del calcio non è scelto a caso: per formulare la soluzione nutritiva bisogna seguire passaggi prestabiliti che

prevedono una graduatoria degli elementi da aggiungere: il primo è proprio il calcio, seguono fosfati, ammonio, magnesio, nitrato, potassio, solfato, ferro e per ultimi i microelementi. Tra i concimi che contengono fosforo (fosfato monoammonico, fosfato biammonico, fosfato monopotassico - KH_2PO_4 , fosfato bipotassico) supponiamo di considerare per l'esempio il fosfato monopotassico (0-52-34). La soluzione nutritiva consigliata per il pomodoro deve contenere 51 mg/l di H_2PO_4^- . Con un titolo del 52% di fosforo occorre aggiungere 98 mg/l di KH_2PO_4 [$(51 \cdot 100) / 52 = 98$]. Il fabbisogno in fosforo è così soddisfatto, ma occorre ricordare che il concime in esame contiene anche potassio (34%). In 98 mg di KH_2PO_4 sono presenti circa 33 mg di potassio [$(98 \cdot 34) / 100 = 33,3$] che vanno sottratti ai 350 mg/l richiesti dalla soluzione nutritiva, così come fatto nel caso del nitrato di calcio. Ciò significa che dai 350 mg/l di K richiesti per la soluzione nutritiva, devo sottrarre il quantitativo contenuto nel fosfatomonopotassico, cioè $350-33 = 317$ mg/l, valore che rappresenta la dose di potassio da aggiungere ancora alla soluzione nutritiva. Questa aggiunta è un'operazione che va posticipata, perché prima si deve sistemare la dose di ammonio, magnesio e nitrato. In pratica si procede calcolando la dose per un dato elemento e la dose dell'elemento aggregato (i concimi sono binari, contengono due elementi) da sottrarre ai quantitativi ottimali riportati in Tab. 1. Per il calcolo dei microelementi, la determinazione dei dosaggi da immettere nella soluzione nutritiva non è così vincolante: le scarse quantità utilizzate dalle piante consentono di utilizzare formulati commerciali che contengono tutti i microelementi, fatta eccezione per il Ferro per il quale si usano i chelati, che proteggono l'elemento da processi di insolubilizzazione. Una soluzione nutritiva, perfettamente bilanciata, si può formulare solo con acque di ottima qualità come quelle provenienti da impianti di osmosi inversa; nella maggior parte dei casi, si scende a qualche piccolo compromesso nelle dosi (qualcosa in più o qualcosa in meno di quanto suggerito) che generalmente



9

non pregiudica gli esiti produttivi. La soluzione nutritiva va suddivisa in due contenitori per mantenere separato il calcio da solfati e fosfati; un terzo recipiente è spesso utilizzato per la soluzione contenente acido.

L'obiettivo della soluzione nutritiva è quello di mantenere massimo il tasso di crescita della pianta, che non è stabile per tutto il ciclo vegeto-produttivo e tende a fluttuare in funzione delle condizioni climatiche e della fase fenologica. Le esigenze nutrizionali dipendono dal tasso di crescita: quanto

quando si ha un forte assorbimento di Ca ed un minore assorbimento del K, la soluzione nutritiva viene formulata riducendo del 20% il contenuto in K (-20%) ed aumentando sempre del 20% il contenuto in Ca (+ 20%) mentre nella fase di ingrossamento dei frutti si ritorna alla soluzione iniziale aumentando il potassio (+20% rispetto alla soluzione standard). Superata la fase di elevato fabbisogno in K, si ritorna ad utilizzare la soluzione standard consigliata.

si riducono al 2-3%. Per raccogliere il percolato giornaliero si utilizzano una serie contenitori distribuiti uniformemente nella serra all'inizio, al centro ed alla fine delle linee di coltivazione (foto 9). Il dato rilevato, rapportato al volume di soluzione erogata, consente di stabilire se la percentuale di sgrondo è quella prevista o meno. Nel caso la percentuale di sgrondo non sia ottimale occorre incrementare o ridurre i tempi di erogazione o il numero di interventi da effettuare. Gli interventi da effettuare dipendono dalle condi-

tab. 1 - soluzione nutritiva per coltura fuori suolo di pomodoro

POMODORO	EC mS/cm	Ca ⁺⁺ mg/l	H ₂ PO ₄ mg/l	N-NH ₄ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	N-NO ₃ mg/l	K ⁺ mg/l	SO ₄ ⁻ mg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	B µg/l	Cu µg/l	Mo µg/l	Zn µg/l
Ciclo aperto	2,3	172	51	18	48	140 - 238	350	96	825	550	330	45	48	325
Ciclo chiuso	1,5	120	51	14	24	140 - 210	250	48	825	550	220	15	48	260

più elevata è la produzione giornaliera di sostanza secca delle piante, tanto maggiori sono le esigenze nutritive. Il pomodoro rientra tra le specie con un tasso di crescita tra i più elevati e per le quali possono facilmente insorgere squilibri nutrizionali. Per le colture condotte con ciclo ordinario (ottobre-giugno), è preferibile impiegare sino all'allegazione del 3°- 4° palco florale, soluzioni dotate di un basso contenuto in azoto (140-170 mg l⁻¹) per evitare un eccessivo sviluppo vegetativo delle piante durante i periodi di freddo più intenso. A partire dai primi di marzo, con l'aumentare delle temperature si aumenta anche il contenuto in N, sino a raggiungere gradualmente i 210-238 mg l⁻¹ a fine aprile-primi di maggio, quando le piante sono nella fase di massima attività vegetativa. Considerando il ritmo di assorbimento dei diversi elementi durante la crescita si consiglia di variare anche altri elementi nutritivi nella composizione della soluzione. All'inizio del ciclo colturale, in dicembre-febbraio,

I consumi in soluzione ed in fertilizzanti

Un metodo non molto preciso ma di semplice applicazione per la determinazione della quantità di soluzione nutritiva da erogare si basa sui volumi di sgrondo giornalieri. La soluzione nutritiva che attraversa il substrato non ha soltanto lo scopo di fornire acqua ed elementi nutritivi ma anche quello di creare una depressione per effetto del percolamento che richiama aria all'interno, e favorisce gli scambi gassosi e l'ossigenazione radicale. Questo aspetto è tanto più importante quanto maggiore è la capacità di ritenzione idrica del substrato, mentre è meno rilevante con substrati dotati di elevata macro-porosità. Nel primo caso (es. lana di roccia) per favorire una buona ossigenazione degli apparati radicali si eroga un volume di soluzione nutritiva in modo da garantire il 25-30% di sgrondo giornaliero mentre nel caso di substrati con elevata capacità per l'aria (es. pomice, perlite) i volumi di sgrondo giornaliero

zioni climatiche: in primavera-estate, con temperature elevate è preferibile aumentare il numero dei cicli di fertirrigazione per evitare stress idrici mentre in condizioni di temperature basse si procede aumentando i tempi di erogazione per evitare di effettuare gli interventi di primo mattino o del tardo pomeriggio, quando cioè la soluzione nutritiva raffredderebbe il substrato e gli apparati radicali. Solitamente i tempi di erogazione non superano i 5 minuti: erogazioni prolungate creano nel substrato delle "corsie preferenziali" per lo sgrondo, la soluzione nutritiva scende così direttamente verso la base del contenitore e non riesce a diffondersi orizzontalmente.

Le produzioni

Le produzioni ottenibili nella coltura su substrato dipendono, oltre che dalla scelta del substrato e della soluzione nutritiva, dall'insieme delle condizioni ambientali che si verificano durante il ciclo colturale. Per potere ottenere i maggiori vantaggi produttivi ed eco-

nomici rispetto alla coltura su terreno, occorre che la pianta in fuori suolo non sia in condizioni limitanti per il fattore climatico. Gli impianti di coltivazione fuori suolo sono spesso, installati in serre sprovviste di ogni tipo di controllo climatico. In queste serre le produzioni sono tardive e scarse, a volte anche inferiori a quelle normalmente registrate con la coltura tradizionale su suolo. A causa di un volume ristretto di substrato, l'apparato radicale delle piante in coltura fuori suolo risente delle condizioni climatiche all'interno della serra e subisce le oscillazioni di temperatura che si verificano all'interno dell'apprestamento protettivo. Sono spesso frequenti ritardi produttivi e danni fisiologici dovuti sia alle alte che alle basse temperature. La sola struttura di protezione spesso non è sufficiente a garantire le migliori condizioni di crescita delle piante in fuori suolo, se non corredata da impianti di riscaldamento, di nebulizzazione e ombreggiamento, quantomeno di soccorso. Più impianti di condizionamento sono installati, maggiori

a seconda del ciclo colturale realizzato, della varietà e del tipo di apprestamento protettivo. Nel caso di ciclo lungo (10-11 mesi) con serre ad elevata cubatura e dotate di impianto di riscaldamento di soccorso, si ottengono mediamente produzioni di 30-35 kg/m². Nel caso di ciclo breve per pomodori cimati (6 mesi) si raggiungono produzioni di 15-20 kg/m² con cultivar a frutto grande e 10-15 kg/m² con cultivar a frutto piccolo (ciliegino).

conclusioni

La disponibilità di precise conoscenze e la messa a punto dei sistemi di coltivazione, sono i fattori che hanno contribuito ad aumentare la popolarità delle colture fuori suolo tra i coltivatori; il diffondersi di patogeni sempre più virulenti che richiedono continui ricorsi alla geodisinfestazione, ne fanno una possibile risposta alle emergenze sanitarie.

Molti aspetti del settore sono in rapida evoluzione per cui lo stato dell'arte continua ad progredire, in particolare con l'avvento di pressioni (attualmen-

lo in Sicilia si è optato per la versione di più facile applicazione: un sistema a ciclo aperto su substrato, che per il cospicuo rilascio di drenato aggrava i problemi di inquinamento ambientale. La fase di passaggio da un sistema a ciclo aperto ad un sistema a ciclo chiuso, come per esempio l'NFT, doveva essere transitoria ma incontra attualmente qualche difficoltà. Il ricorso a sistemi a ciclo chiuso comporta un aumento del grado di tecnologia maggiore di un sistema aperto (soprattutto per la gestione delle soluzioni percolate) mentre la serricoltura siciliana è caratterizzata da un sistema a bassa tecnologia, che consente però l'ottimizzazione delle risorse.

La coltivazione su suolo è sicuramente meno complessa e costosa del fuori suolo ma anche questa ha punti deboli, specie nel caso del pomodoro: il problema delle malattie radicali e la minore produttività. In serra il pomodoro non cimato coltivato in situ consente di raccogliere intorno a venti palchi mentre con la coltura fuori suolo si raggiungono anche i ventotto

tab. 2 - quantità di acido da aggiungere all'acqua irrigua per ottenere un determinato valore di pH in funzione della quantità di bicarbonati presenti nell'acqua stessa

Bicarbonati mg/l	Acido nitrico HNO ₃ al 65% (40,7 °Bè)								Quantità di N-NO ₃ (mg/l) contenuta in ciascuna dose di acido nitrico (ml/l)			
	ml/l				(l/m ³) per ottenere una soluzione concentrata 100 volte							
	pH				pH				pH			
	5	5,5	6	6,5	5	5,5	6	6,5	5	5,5	6	6,5
100	0,09	0,08	0,06	0,04	9	8	6	4	17,9	16,4	13,0	7,8
150	0,14	0,13	0,10	0,06	14	13	10	6	28,9	26,5	20,9	12,5
200	0,20	0,18	0,14	0,09	20	18	14	9	39,9	36,5	28,8	17,3
250	0,25	0,23	0,18	0,11	25	23	18	11	50,9	46,6	36,8	22,1
300	0,31	0,28	0,22	0,13	31	28	22	13	61,9	56,7	44,7	26,8
350	0,36	0,33	0,26	0,16	36	33	26	16	72,9	66,7	52,6	31,6
400	0,42	0,38	0,30	0,18	42	38	30	18	83,9	76,8	60,6	36,3

saranno i costi fissi della struttura che possono essere giustificati solo da colture in grado di fornire un'elevata produzione lorda vendibile.

La produzione del pomodoro su substrato in serra raggiunge livelli diversi

te solo ambientaliste ma in futuro anche legislative) per l'adozione di sistemi di produzione fuori suolo più ecosostenibili che includano il ricircolo (i sistemi a ciclo chiuso). Nella scelta del modello applicativo del fuori suo-

palchi, grazie all'allungamento del ciclo di produzione. I risultati produttivi sono diversi, ma diversi sono anche i livelli di investimento richiesti per le strutture di protezione e per l'impiantistica necessaria 