

Strategie per una gestione sostenibile delle risorse idriche nel settore ortofloricolo

Antonio Elia^{*1}, Enrico Farina²

¹Dipartimento di Scienze Agro-ambientali, Chimica e Difesa Vegetale, Università di Foggia
Via Napoli 25, 71100 Foggia

²CRA – Istituto Sperimentale per la Floricoltura, Sanremo

Società Orticola Italiana

Riassunto

La necessità di un uso più efficiente della risorsa idrica in agricoltura impone, specie nel settore ortofloricolo, la scelta di opportune strategie tecnico-agronomiche di gestione di tutte le risorse a disposizione miranti al risparmio dell'acqua, al mantenimento degli equilibri naturali e alla redditività della coltura. Per l'orticoltura le strategie coinvolgono la scelta della cultivar, dell'epoca e della modalità d'impianto della coltura, del tipo di fertilizzazione e di lavorazione del suolo, oltre che il controllo delle infestanti e l'uso della pacciamatura. I sistemi irrigui a microporata rivestono un ruolo determinante nel ridurre le perdite di acqua e nell'aumentare l'efficienza irrigua, anche se non sempre sono economicamente applicabili a tutte le situazioni. La scelta della strategia di gestione dell'irrigazione implica la conoscenza dei fabbisogni idrici della coltura e delle sue risposte allo stress idrico, comprendendo l'identificazione dei periodi critici e l'impatto economico sulla produzione. Nella programmazione dell'irrigazione interessanti prospettive provengono dall'uso di sensori dell'umidità del terreno (TDR e FDR). Considerata la scarsità di acqua di buona qualità e la competizione con altri settori (industriale e civile), in agricoltura saranno sempre più destinate fonti idriche di scarsa qualità (saline e reflue). Entro limiti ben specifici legati al tipo di coltura e al suo utilizzo, il loro impiego è possibile adottando ed integrando varie strategie di gestione, la cui scelta comunque presuppone una attenta analisi dei costi-benefici.

Parole chiave: acque reflue, tecniche irrigue, sensori, automazione.

Summary

STRATEGIES FOR A SUSTAINABLE MANAGEMENT OF WATER RESOURCES IN HORTICULTURE AND FLORICULTURE

A more efficient use of water resources in agriculture, especially in horticulture and floriculture, is a concerning issue to choose sounder technical and agronomical practices for managing these resources vis-à-vis: a feasible water economy, the enhancement of natural equilibria and at the same time an increased crop competitiveness. In horticulture, several options are suitable: cultivar choice, timing and type of cropping system, fertilization plan and soil preparation, as well as, weed control and mulching.

Micro-irrigation systems play an important role to efficiently reduce water losses and to increase irrigation performance, even if not always are economically feasible in all the cases. The choice of the irrigation management strategy involves a deep understanding of crop water requirements and its responses to water stress, including the identification of critical periods and their economical impact over the crop return. Besides nowadays, there are several new interesting perspectives in the irrigation arena by the employment of moisture sensors (TRD and FDR probes). Considered the scarcity of good quality water resources and its use-competition with other sectors (industrial and civil), for the agriculture will be destined even all low quality water resources (brackish and wastewater). Within well-delimited standards of quality related to the type of crop and its main use, the use of those kind of water resources would be feasible by adopting and integrating all the possible management strategies, whose choice indeed requires a deep glance on into its cost-benefit.

Key-words: Poor quality water, irrigation techniques, probes, automation.

* Autore corrispondente: tel.: +39 0881 589237; fax: +39 0881 589342. Indirizzo e-mail: a.elia@unifg.it.

1. Introduzione

Una ortofloricoltura competitiva e redditizia non può non essere sostenuta dalla irrigazione, in maniera particolare nelle regioni a clima mediterraneo dove la elevata domanda evapotraspirativa dell'ambiente e la scarsa piovosità concentrata in alcuni periodi dell'anno, non consentirebbero lo sviluppo di settori quali quello ortofloricolo. Per la maggior parte delle colture praticate, la produzione è strettamente correlata con l'uso dell'acqua e una riduzione della quantità applicata comporta spesso una drastica riduzione dei livelli produttivi e qualitativi.

Considerando che all'agricoltura sarà destinata sempre meno acqua e di qualità scadente, per l'applicazione sostenibile della irrigazione è necessario integrare opportune strategie tecnico-agronomiche di gestione di tutte le risorse a disposizione (di buona e scarsa qualità) miranti al risparmio dell'acqua, al mantenimento degli equilibri naturali (fertilità del suolo, salvaguardia dei corpi idrici) e alla redditività della coltura.

Non molto tempo fa un assunto di fondo riguardante le produzioni ornamentali era: senza acqua non si fanno fiori. Il concetto che per le produzioni ornamentali non sia possibile sottostare a limitazioni nell'uso dell'acqua deve oggi essere sostanzialmente rivisto: anche per le produzioni ornamentali razionalizzare l'uso dell'acqua è assolutamente necessario. L'acqua è diventata un bene prezioso, a livello di produzione rappresenta un costo, se mal impiegata può rappresentare anche una fonte di inquinamento e quindi un problema e un ulteriore costo per la comunità.

2. Orticoltura

In Italia quasi due terzi degli oltre 500.000 ettari destinati ad ortaggi si realizzano nelle regioni meridionali ed interessa prevalentemente specie con elevati fabbisogni irrigui. Ma anche nei contesti orticoli dove la disponibilità di acqua non rappresenta un fattore limitante, problemi di natura ambientale impongono la gestione più efficiente dell'irrigazione. L'intensificazione e specializzazione colturale che contraddistingue il settore orticolo viene sostenuta dal forte impiego di fertilizzanti (soprattutto in coltura protetta), spesso poco utilizzabili dalle

colture (cicli brevi, esiguo apparato radicale), determinando un elevato rischio di contaminazione delle acque superficiali e sotterranee. La gravità del rischio ambientale ed igienico-sanitario legato prevalentemente alla concimazione azotata si esprime in funzione di numerosi fattori quali l'ambiente climatico, la natura e fertilità del terreno, il tipo di coltura e le caratteristiche genetiche della specie e della cultivar; in questo si inserisce strategicamente la gestione della irrigazione. Anche la direttiva nitrati della CE del 1991 ha imposto ai Paesi Membri l'individuazione di aree vulnerabili all'inquinamento da nitrati entro le quali è obbligatoria l'osservanza di precise condizioni di gestione della irrigazione.

2.1 Tecniche agronomiche in orticoltura che favoriscono il risparmio idrico

Scelta della cultivar. Il risparmio delle risorse idriche si può realizzare attraverso la scelta di cultivar (quando disponibili) poco rigogliose con minore espansione della superficie fogliare e/o apparato radicale profondo con maggiore capacità di esplorazione del suolo. È possibile indirizzare la scelta verso cultivar a ciclo più precoce, caratterizzate da un rapido accrescimento nella fase iniziale del ciclo per ridurre l'evaporazione dalla superficie del suolo.

Epoca e modalità d'impianto. L'impiego del trapianto rispetto alla semina diretta in campo consente una maggiore brevità del ciclo colturale e quindi la riduzione dei fabbisogni irrigui; per contro la semina diretta favorisce lo sviluppo di un apparato radicale fittonante con migliori capacità di approfondimento radicale.

L'impiego di basse densità di impianto riduce la competizione per l'acqua. La scelta dell'epoca di impianto (il ritardo in colture a ciclo autunnale o l'anticipo dell'impianto di colture primaverili) può evitare o ridurre la sovrapposizione della fase più critica della coltura in termini di esigenza idrica, con il periodo di maggiore domanda evapotraspirativa dell'ambiente.

Fertilizzazione. La nutrizione minerale equilibrata della coltura ha importanti implicazioni anche sullo stato idrico della pianta in quanto in grado di determinare una crescita ottimale ed equilibrata della coltura (sviluppo radici e parte aerea), importante presupposto per migliorare la efficienza d'uso dell'acqua. Nel caso della fertilizzazione organica, a questi aspetti si ag-

giungono gli effetti indiretti connessi al miglioramento della struttura e della capacità di invaso del terreno; è favorita la crescita e l'approfondimento dell'apparato radicale, inoltre sono ridotte le perdite per ruscellamento e percolazione profonda.

Lavorazioni, rotazioni e controllo delle infestanti. La lavorazione profonda (aratura, discissura) migliora la capacità di invaso del terreno, riduce le perdite di acqua per ruscellamento e percolazione e favorisce la crescita delle radici; mentre le lavorazioni superficiali riducono l'evaporazione per interruzione della capillarità e controllano le infestanti. La corretta gestione della flora infestante riduce sensibilmente le perdite di acqua per traspirazione e migliora la capacità di utilizzo dell'umidità del terreno da parte della coltura. Anche la scelta delle colture in rotazione in base alla disponibilità idrica può consentire un risparmio idrico ed inoltre una oculata rotazione consente l'esecuzione dei lavori in modo appropriato e favorisce la crescita delle radici.

Pacciamatura. Sebbene una coltura pacciamata con film plastici non sia in grado di beneficiare a pieno degli apporti idrici meteorici, l'efficienza d'uso dell'acqua è evidentemente migliorata. La pacciamatura esplica effetti positivi sul bilancio idrico del suolo in quanto riduce lo sviluppo delle infestanti, la perdita di acqua per evaporazione e consente la realizzazione di cicli colturali più brevi.

2.2 I sistemi e metodi irrigui per l'orticoltura

La scelta di metodi capaci di conseguire la massima efficienza d'uso, rappresenta una strategia fondamentale ai fini del risparmio idrico.

I sistemi a microportata di erogazione (a goccia, microsprinklers, subirrigazione) sono i più efficienti e dovrebbero rappresentare ormai la norma in orticoltura (Dellacecca et al., 1993; Pimpini e Chillemi, 1993). Questi sistemi irrigui sono stati ideati ed introdotti in aree caratterizzate da più o meno grave carenza idrica; non a caso attualmente in Italia sono particolarmente diffusi nelle regioni del Sud, a clima mediterraneo piuttosto che al Nord dove persiste l'impiego di sistemi irrigui meno efficienti (aspersione, infiltrazione laterale da solchi) (Taglioli, 2004). Sono caratterizzati da una elevata efficienza di distribuzione in quanto l'acqua è erogata soltanto in prossimità dell'apparato radi-

cale e sono necessari minori volumi d'adacquamento; evitano fenomeni di ruscellamento, erosione e costipamento del terreno e riducono le perdite per evaporazione. È possibile con questi sistemi irrigui mantenere costantemente l'umidità del terreno molto prossima alla CIC, evitare forti alternanze dell'acqua disponibile e migliorare allo stesso tempo la biodisponibilità dei nutrienti; l'abbinamento della distribuzione dei fertilizzanti (fertirrigazione) migliora l'efficienza d'uso dei fertilizzanti (Bar Yosef e Sagiv, 1982; Hochmuth, 1994; Mmolawa e Or, 2000; Hebbbar et al., 2004). Oltre a migliorare lo stato idrico e nutrizionale della coltura, la mancata bagnatura della pianta (goccia e subirrigazione) riduce il rischio d'insorgenza di fitopatie (minore uso di fitofarmaci); per lo stesso motivo questi sistemi hanno maggiore idoneità quando si applicano acque salmastre (Tanwar, 2003).

I minori consumi energetici per la loro gestione legati alle basse pressioni di esercizio (0,5-2,5 bar) consentono una ottima flessibilità di intervento rispetto alle esigenze idriche della coltura e alla natura del suolo. Altri aspetti tecnici concorrono a supportare la diffusione di questi sistemi irrigui: funzionamento anche in condizioni di forte ventosità, utilizzo di macchine operatrici contemporaneo alla irrigazione, notevole limitazione della crescita delle infestanti. Hanno di contro la necessità dell'uso di sistemi di filtraggio e di una accurata progettazione dell'impianto per garantire la uniformità di distribuzione, presentano ridottissimi effetti climatizzanti sulla coltura; per la elevata frequenza di intervento necessitano di adeguate vasche di accumulo aziendali nel caso di distribuzione turnata dell'acqua.

I sistemi ad aspersione, sono meno efficienti ed andrebbero usati in orticoltura solo per alcune colture seminate, raramente trapiantate, a ciclo autunnale o primaverile e per interventi di soccorso, mentre i sistemi gravitazionali ormai in disuso sono da sconsigliare per la loro bassa efficienza (50-70%), anche nelle situazioni di non limitate disponibilità idriche.

L'abbinamento tra un metodo/sistema irriguo e le caratteristiche della coltura e del terreno oggi non deve essere valutato soltanto sotto i profili agronomico, economico e gestionale, ma soprattutto in chiave di risparmio idrico. Va comunque sottolineato che nella realtà operativa, in particolare di pieno campo, non tutte le

colture orticole sono utilmente irrigabili con i sistemi a microportata, come nei casi di elevata densità colturale e quando l'intervento irriguo integra brevi periodi di assenza di pioggia (cicli autunno-vernini). In ogni caso, scelto il metodo, questo va impiegato in maniera corretta, adottando tutti gli accorgimenti tecnici e gestionali possibili, per consentire la migliore efficienza nella distribuzione e nell'uso dell'acqua.

2.3 Programmazione dell'irrigazione in orticoltura

La gestione razionale dell'irrigazione si propone di determinare il momento dell'intervento irriguo e il volume di adacquamento per realizzare i migliori risultati quali-quantitativi. Ci sono due tipi di approcci per ottenere le informazioni necessarie per la determinazione delle variabili irrigue. Il tipo indiretto è basato sulla stima del bilancio idrico del sistema terreno-coltura mediante la misura dei fattori ambientali che influenzano le perdite per evapotraspirazione. Il sistema diretto si basa sulla misurazione, attraverso l'uso di sensori, dello stato idrico del terreno (tensimetri, sonde TDR, FDR) o della condizione di stress delle piante (misuratori della variazione di diametro di steli e bacche, termometri ad infrarosso). Per il primo esiste una discreta sperimentazione in orticoltura che ha fornito modelli e coefficienti colturali applicabili con buona approssimazione a diverse colture orticole praticate sia in campo che in ambiente protetto (Baillè, 2001; Battilani, 2001; Monteleone et al., 2003a). L'applicazione in orticoltura dei sensori riguarda principalmente i misuratori di umidità del terreno e interessa soprattutto coltivazioni su substrato (Parente e Santamaria, 2003; Farina, 2004); la sperimentazione nel settore della sensoristica (Moret et al., 2006; Vazquez et al., 2006) è in continua evoluzione ed è probabile che nel prossimo futuro siano estendibili con costi contenuti ed elevata affidabilità alle colture di pieno campo.

Sono state identificate anche strategie che riducono in maniera controllata l'apporto idrico. Nella irrigazione a deficit idrico controllato, la coltura viene deliberatamente sottoposta ad un certo grado di deficit idrico e di riduzione della produzione (English et al., 1990). L'adozione della tecnica implica la conoscenza delle necessità idriche della coltura e delle sue risposte allo stress idrico, comprendendo l'identificazione

dei periodi critici e l'impatto economico sulla riduzione di produzione. Con la tecnica della parziale disidratazione dell'apparato radicale (*partial rootzone drying*) metà dell'apparato radicale viene irrigato normalmente, mentre l'altra metà viene fatta disidratare fino ad un livello prossimo al punto di appassimento, ottenendo risparmi fino al 50% dell'acqua senza effetti negativi sulla produzione del pomodoro (Zegbe et al., 2004).

2.4 Gestione di acque di scarsa qualità in orticoltura

Le aree a clima mediterraneo devono confrontarsi con il problema della salinizzazione dell'acqua irrigua. I rischi derivanti dalla applicazione delle acque salmastre riguardano sia la fertilità del terreno sia la redditività della coltura e sono proporzionali a: a) grado e tipo di salinità dell'acqua, b) durata ed intensità dello stress salino, c) tolleranza della specie coltivata, d) condizioni colturali e pedoclimatiche in cui si opera (Caliandro et al., 2000).

Rispetto ad altri metodi irrigui, l'irrigazione a goccia consente di raggiungere migliori risultati quando si opera con acque saline (Ragab et al., 1984). Il sistema mantiene un alto potenziale matriciale e una bassa concentrazione di sali nel volume di terreno umettato entro cui è concentrato l'apparato radicale. Al contrario, nell'irrigazione per infiltrazione laterale da solchi, i sali tendono ad accumularsi nella zona dove si accrescono gli apparati radicali in quanto la liscivazione dei sali avviene principalmente sotto i solchi (Singh-Saggi e Kaushal, 1991).

In caso di acque saline si possono adottare ed integrare varie strategie di gestione dell'acqua la cui scelta comunque presuppone una attenta analisi dei costi-benefici:

- a) la miscelazione di acque di bassa qualità con acqua di buona qualità (*network dilution*) in un rapporto tale da mantenere la salinità dell'acqua irrigua sotto la soglia di tollerabilità della coltura (Abdel Gawad e Ghaibeh, 2001);
- b) la alternanza di acque di diversa qualità durante il ciclo colturale (*soil dilution*). Questa gestione è più semplice della precedente in quanto non ha bisogno di vasche di grandi dimensioni per miscelare le due qualità di acqua, inoltre consente di utilizzare l'acqua di buona qualità durante i periodi critici del-

la coltura e le acque di bassa qualità nei periodi di minore sensibilità (Pasternak e De Malach, 1993);

- c) la combinazione di interventi frequenti (anche cinque volte al giorno) con bassi volumi irrigui (*pulse-irrigation*). Questa strategia consente di mitigare gli effetti negativi della salinità riducendo la concentrazione salina a livello della rizosfera durante le ore più calde del giorno (Pasternak e De Malach, 1995).
- d) la distribuzione di acqua irrigua eccedente il fabbisogno della coltura e la capacità di campo del suolo (*leaching*) per mantenere la concentrazione dei sali nello strato di terreno esplorato dalle radici, entro limiti di stabilità produttiva. L'applicabilità di questa tecnica è vincolata alla permeabilità del suolo, alla profondità della falda sotterranea, alla buona disponibilità di acqua e al livello salino di quest'ultima (Monteleone et al., 2003b).

In ambiente protetto l'impiego di acqua salmastra è più complicato rispetto al pieno campo; il mancato effetto dilavante delle piogge e le condizioni ambientali rendono più rapido il fenomeno della salinizzazione del terreno; la situazione è spesso aggravata dalla distribuzione eccessiva di fertilizzanti da parte del serricoltore. L'impatto sull'ambiente è notevole in considerazione della quantità di acqua lisciviante necessaria impiegata e del suo contenuto in nitrato. Le condizioni di elevata temperatura, elevato VPD (deficit di pressione di vapore) e radiazione luminosa innalzano la evapotraspirazione potenziale; in queste condizioni gli effetti dello stress salino a cui è sottoposta la pianta possono essere più evidenti e spesso si può aggungere quello idrico.

Molteplici esperienze hanno dimostrato che a parità di condizioni, la riduzione della produzione e/o la manifestazione di fisiopatie è più intensa in ciclo primaverile-estivo in serre non condizionate. In serre tecnologicamente avanzate i sistemi di ombreggiamento, di umidificazione dell'aria e di arricchimento carbonico possono contribuire in maniera sostanziale all'impiego sostenibile di acqua salmastra ancora di più con tecnica di allevamento senza suolo.

La coltivazione senza suolo può consentire l'attività agricola su aree già compromesse dalla salinizzazione e prescindendo dal terreno si può superare il rischio di sodicizzazione. Tra i vantaggi del senza suolo si ricorda la possibilità

di gestire e controllare la nutrizione idrica e minerale della piante mediante la formulazione bilanciata della soluzione nutritiva e la accurata gestione (integrazione e distribuzione) durante il ciclo colturale. Al risparmio idrico soprattutto se a ciclo chiuso, è possibile associare diverse strategie di applicazione delle acque salmastra che ne ridimensionano gli effetti. Queste potenzialità è necessario che siano valutate in funzione della specie, della qualità dell'acqua presente in azienda e dal sistema di coltivazione adottato. Per specie tolleranti, in cui la riduzione della produzione è compensata dal miglioramento qualitativo del prodotto (es.: pomodoro tipo "cherry" o pomodoro insalatato a bacca piccola) è proponibile l'allevamento in NFT con CE di partenza della soluzione nutritiva pari a 3 dS·m⁻¹ che può raggiungere 10-11 dS·m⁻¹ a fine ciclo; in mezzo liquido la pianta non sottoposta a stress idrico tollera meglio lo stress osmotico. La distribuzione di acqua salmastra solo ad una porzione dell'apparato radicale (*split-root*) sfrutta l'assunto che l'adeguamento della piante alla salinità è sottoposta a messaggi chimici che partono dalle radici, se una porzione di queste è rifornita adeguatamente gli effetti sono ridotti. La distribuzione di acqua salmastra durante le ore di minore esigenze traspirative può contribuire a migliorare l'asportazione di calcio (per pressione radicale) e controllare la comparsa del marciume apicale. La tecnica della subirrigazione in canaletta consente l'accumulo dei sali in eccesso sulla superficie del substrato non interessato dall'apparato radicale e la stabilità della composizione della soluzione nutritiva di partenza. Potrebbe essere applicata per la produzione di piante tolleranti a ciclo breve.

2.5 Riutilizzo di acque reflue trattate in orticoltura

Nell'ottica del risparmio della risorsa idrica e della riduzione dei prelievi da falda e da acque superficiali, le acque reflue depurate vengono considerate come "risorsa" da gestire in modo razionale. Per la sua applicazione come acqua irrigua bisogna attenersi strettamente alle norme legislative sulla qualità delle acque. Il tema del riutilizzo delle acque derivanti da processi di depurazione delle acque reflue sono affrontati dai d.l. n. 152/99 e 183/03 e dal recente decreto del Ministero dell'Ambiente n. 152/06, ove vengono riportate le norme tecniche e i requi-

siti di qualità per il riutilizzo delle acque reflue. Il riutilizzo irriguo è comunque subordinato al rispetto del Codice di Buona Pratica Agricola (decreto del Ministro per le Politiche Agricole e Forestali n. 86/99).

In termini generali nelle colture orticole, dove spesso avviene il contatto tra le parti eduli e il refluo, sotto il profilo microbiologico e chimico-fisico questo, in particolare, deve avere la massima qualità igienico-sanitaria e presentare livelli di residui fitotossici al disotto della soglia di tollerabilità. La presenza di particelle in sospensione e/o di sostanze precipitabili è da tenere in considerazione nel caso di possibile danno estetico del prodotto. Nel caso di colture destinate alla produzione di ortaggi in quarta gamma l'uso di acque reflue va assolutamente sconsigliato.

Per evitare i rischi di inquinamento dei prodotti vegetali va scelto opportunamente il metodo irriguo, tenendo in considerazione che la mancata bagnatura della pianta con i sistemi "a goccia" e in subirrigazione, rende questi ultimi particolarmente idonei nel caso di acque reflue (Tanwar, 2003). Nel caso si abbia a disposizione acqua reflua di media qualità è opportuno orientarsi verso colture in cui è previsto un trattamento di trasformazione industriale che garantisce la distruzione di eventuali patogeni (es. pastorizzazione nel pomodoro da industria). Va attentamente valutata la quantità di fertilizzanti apportati con l'acqua e studiato il piano di fertilizzazione in maniera da evitare inutili apporti di sali. È buona norma sospendere l'irrigazione con il refluo almeno 2 settimane prima della raccolta.

3. Floricoltura e piante ornamentali

Le colture ornamentali consumano grandi quantità di acqua per mantenere elevati ritmi di crescita e livelli di qualità commerciale. La razionalizzazione della risorsa idrica dovrà pertanto avvenire attraverso l'applicazione di criteri riguardanti l'uso dell'acqua applicati a vari livelli del processo di produzione. Acque reflue possono essere impiegate ma nei limiti di una sufficiente qualità che non incida sulla commerciabilità e appetibilità del prodotto finito (assenza di particelle in sospensione, odore, ecc.).

3.1 Scelta della cultivar nel settore floro-vivaistico

Ad un primo esame, poche speranze sono legate al fatto di poter scegliere specie o cultivar a basse esigenze idriche: la volubilità di richiesta di prodotti ornamentali, legati a mode, costumi, ricorrenze, esigenze estetiche e sociali, la necessità di veloce ricambio varietale per una adeguata sollecitazione all'acquisto, rendono impraticabile la applicazione di questo criterio. Solo nel caso di arredo verde pubblico o privato in contesti urbani o extraurbani, può prevedersi l'adozione di un criterio di scelta legato alle scarse esigenze idriche (o tolleranza alla siccità) del materiale vegetale, in ogni caso questo criterio non potrà essere l'unico adottato; ad esempio la scarsa esigenza di manutenzione, la ridotta produzione di materiale vegetale suscettibile di deterioramento (es., parti fiorali senescenti, frutti carnosì), sono due criteri sicuramente più forti di quello delle scarse esigenze idriche.

3.2 Il risparmio idrico nel settore floro-vivaistico

Considerata la limitata possibilità di risparmiare acqua attraverso la scelta varietale, rimangono essenziali le scelte relative alle tecniche utilizzate per gestire le perdite di acqua nel sistema substrato-pianta-atmosfera, nonché alla logica con la quale provvedere al reintegro di tali perdite.

Le perdite di acqua avvengono essenzialmente, come in tutti i processi di produzione agraria, attraverso i fenomeni di evaporazione e traspirazione. Su questi ultimi è limitata la possibilità d'intervento, poiché è indispensabile, ai fini economici, che in un processo produttivo ad elevato input di risorse, l'acqua non diventi il fattore limitante della produzione e della rapidità con cui viene concluso il ciclo. Dove invece si può intervenire è sui ritmi di evaporazione. L'evaporazione è un processo in certo qual modo "parassita" nel ciclo agrario dell'acqua. Esso contribuisce largamente alle perdite di acqua dal substrato di coltivazione ed è opportuno poterne regolare il ritmo. In ogni caso occorre tener conto che l'evaporazione non dovrà essere azzerata, soprattutto per le produzioni in ambiente protetto: il processo evaporativo contribuisce infatti al mantenimento di condizioni idonee di UR dell'aria in serra e ad abbassare

la temperatura del terreno e dell'aria (calore latente di evaporazione).

La regolazione del ritmo evaporativo nei processi produttivi ornamentali assume significati molto particolari. Il dato di cui occorre tener conto è che nel caso delle produzioni ornamentali, quasi mai si utilizza il terreno tal quale ma si coltiva su terreno ben ammendato o su substrati artificiali (Farina, 2005). In substrati di tal genere la porosità è elevata e gli spazi e le superfici disponibili per i processi dinamici dei gas sono molto consistenti, consentendo intensi scambi gassosi con l'aria dell'ambiente di coltivazione. Nel caso delle colture in contenitore, si verifica addirittura una ulteriore esaltazione dei ritmi di tali scambi, sorretti dalle elevate temperature raggiunte all'interno del substrato, in conseguenza dell'irraggiamento diretto del contenitore. Il processo evaporativo comunque è responsabile non solo di una ampia quota della dissipazione delle risorse idriche, ma anche del peggioramento delle condizioni nutrizionali nel mezzo di coltura. Infatti, considerato che, nelle coltivazioni in contenitore, il livello di nutrienti e di conducibilità elettrica della soluzione nel substrato viene regolato attraverso una programmazione fissa delle fertirrigazioni, la perdita di acqua per evaporazione tende a disturbare questo tipo di regolazione contribuendo alla salinizzazione del substrato colturale. Condizioni anche particolarmente rischiose per la coltura, responsabili di fenomeni di malnutrizione o di fitotossicità, sono state verificate in aziende di produzione. Situazioni analoghe sono state confermate anche nell'ambito di sperimentazioni di modellizzazione del profilo di salinità nel substrato in rapporto alla adozione di protocolli e tecniche di gestione di acqua e nutrienti. Questi stessi esperimenti hanno dimostrato come la semplice adozione di pacciamatura sia in grado di ridurre le perdite di acqua e di mantenere contemporaneamente condizioni nutrizionali più idonee nel mezzo di coltura (Farina et al., 2003). La adozione di tecniche di pacciamatura deve essere incentivata con azioni di corretta informazione tecnica e supportata da attività sperimentali per trovare le soluzioni più opportune in funzione delle esigenze della coltura e per individuare materiali pacciamanti ad elevata efficienza agronomica e ad opportuna degradabilità. I materiali oggi di maggior utilizzo infatti sono film plastici a bassissi-

ma degradabilità, impermeabili o permeabili, adatti questi ultimi per cicli anche relativamente lunghi, ma entrambi assolutamente inadatti per specie rizomatose. Nelle problematiche di efficienza agronomica va inoltre certamente considerato anche l'effetto termico prodotto dai materiali pacciamanti di colore nero. Nel caso di colture in contenitore l'impermeabilità dei teli pacciamanti sul suolo di supporto assume motivazioni d'uso specifiche, poiché in tal caso si tratta di evitare l'infiltrazione di acqua nel terreno sottostante i contenitori e poter gestire pertanto in modo più razionale l'acqua messa a disposizione delle piante.

3.3 Tecniche irrigue nel settore floro-vivaistico

Per quanto attiene le modalità e la logica con la quale provvedere alla distribuzione dell'acqua, si tratta di un'altra serie di problematiche di notevole interesse tecnico, potenzialmente in grado di determinare cospicui risparmi nei volumi irrigui. Le tecniche di distribuzione dell'acqua hanno avuto una costante evoluzione per quanto concerne i materiali e le tecnologie disponibili. Sicuramente l'irrigazione localizzata a microportata deve essere considerata una rivoluzione nel modo di concepire la somministrazione dell'acqua. Nata per economizzare la risorsa idrica in condizioni di limitata disponibilità, mantiene tutta la sua efficacia applicativa anche nel caso di allevamento di specie ornamentali in condizioni di limitato volume di substrato disponibile (allevamento in contenitore). Essa inoltre, limitando il volume di substrato umettato ed esplorato dall'apparato radicale favorisce il contenimento delle erbe infestanti nel caso di impianti a bassa densità. La notevole disponibilità di modelli di erogatori con differenti caratteristiche tecniche, anche autocompensanti per ovviare alle perdite di carico, ha reso più facile adottare la microirrigazione (Yeager et al., 1997). Numerose sono comunque le colture ornamentali che presentano caratteristiche che rendono problematica l'applicazione di tecnologie per distribuzioni localizzate, ad esempio pressoché tutte quelle di tipo erbaceo ad elevata densità colturale. In alcune situazioni (produzioni in contenitore) risulta praticabile una distribuzione dal basso attraverso tappetini capillari ad elevata capacità di adsorbimento (Bartok, 1993; Beeson, 2002). Questi materiali sono in una interessante fase

di sviluppo tecnologico volta, ad esempio, a dotarli di capacità di rilasciare acqua o soluzione nutritiva al vaso appoggiato sopra di essi, ma non all'atmosfera (riduzione dell'evaporazione), nonché a garantire una buona uniformità della disponibilità idrica anche in posizioni non perfettamente in piano. Se sul fronte della razionalizzazione d'uso dell'acqua si intravedono buone prospettive sul piano applicativo, si possono al contrario individuare sistemi di irrigazione che sono responsabili della dispersione di risorse idriche se non opportunamente corredata di misure di salvaguardia. Fra queste tecniche si colloca ad esempio l'irrigazione per aspersione o "a pioggia", frequentemente utilizzata nell'ambito della attività vivaistica (Fain et al., 1998) e che prevede per sua natura la distribuzione di una gran parte dell'acqua erogata al di fuori del substrato coltivato. In conclusione, la soluzione tecnica da adottare per la razionalizzazione dell'irrigazione nelle produzioni ornamentali va valutata caso per caso e non si può pensare ad una acritica incentivazione d'uso di una particolare tecnica di distribuzione che si è rivelata ottimale in uno specifico contesto.

3.4 Gestione dell'irrigazione nel settore floro-vivaistico

Per quanto attiene ai criteri di gestione dell'irrigazione, intesi come processo che porta alla decisione di effettuare il singolo intervento irriguo, ossia sul momento di intervento e sul relativo volume irriguo, molto vi è ancora da lavorare e grandi sono gli spazi di intervento e i risultati ottenibili.

Anzitutto, occorre sempre più orientarsi verso sistemi di irrigazione basati sul criterio della separazione fra ciclo "naturale" dell'acqua e ciclo delle acque coinvolte nel processo produttivo. Questo approccio deriva da una valutazione della effettiva possibilità di adottare cicli chiusi con riciccoli prolungati nelle colture senza suolo (o così dette, sebbene in modo spesso improprio, "idroponiche"). Non è certamente opportuno nel contesto di questa relazione, discutere in modo approfondito di come possano essere sostenuti riciccoli prolungati, tuttavia è necessario che vengano citati alcuni punti per chiarire alcune condizioni basilari e rendere praticabili tali soluzioni irrigue: a) le problematiche fitopatologiche determinate da patogeni veicolabili con le acque sono estremamente impor-

tanti e rendono necessarie tecniche specifiche di controllo (Runia, 1988; Minuto e Garibaldi, 2004); b) i livelli nutrizionali devono essere monitorati con frequenza ed attenzione; c) vanno garantiti opportuni livelli di ossigenazione delle soluzioni riciccolanti evitando comunque proliferazioni di alghe; d) l'uso di substrati artificiali può essere considerato di prassi. Introdotti questi elementi nella discussione, anche se in modo certamente generico, va comunque detto che la durata del ricircolo, e quindi la effettiva entità nel risparmio sull'uso dell'acqua, verrà determinata dalla qualità dell'acqua all'origine e dalla capacità di gestire la qualità della soluzione riciccolante ai fini nutrizionali; in tal senso verranno messi in atto tutti i mezzi tecnici e gli accorgimenti gestionali che il produttore sarà capace di garantire. Nel caso di nuovi impianti, sono frequenti le scelte di produrre specie ornamentali da fiore reciso, ad esempio la rosa, con coltivazione senza suolo. Sono semmai le difficoltà di mercato del settore floricolo a frenare la diffusione di tale tecnologia produttiva, che è ormai tecnicamente consolidata. I primi impianti prevedevano il ciclo aperto, con volumi eccedenti le reali necessità di saturazione del substrato e produzioni di grandi quantitativi di drenato a perdere (Cabrera et al., 1993; Cabrera et al., 1995). Oggi il passaggio verso il ciclo chiuso è praticamente pronto per l'adozione nella comune pratica produttiva, ma non ancora adeguatamente sorretto da politiche di agevolazione da parte delle pubbliche amministrazioni. Soluzioni che prevedono il ciclo chiuso esistono anche nelle produzioni di vaseria ornamentale da interno ("ebb and flood") nonché in alcune aziende che sviluppano produzioni vivaistiche da esterno (Skimina, 1996). Nel primo caso si tratta di allagamenti a cadenza in basse vasche di coltivazione seguiti da deflusso, nel secondo caso invece siamo di fronte a sistemi che prevedono la impermeabilizzazione del terreno mediante teli di plastica, il recupero delle acque eccedenti (derivanti anche da distribuzione per aspersione) per mezzo di pendenze precostituite e convogliamento, mediante un opportuno sistema idraulico, in una grande vasca di raccolta da cui le acque vengono poi prelevate per la successiva irrigazione.

Nei cicli chiusi può sembrare superflua la necessità di definire le variabili irrigue (momento dell'intervento e volume irriguo), potendosi

procedere per eccesso presumibilmente senza determinare maggiori consumi idrici. In realtà non è proprio così, in quanto anche un eccessivo regime irriguo pone condizioni nutrizionali non ottimali e provoca comunque un maggior consumo di acqua. Certo, determinare quando è il momento più opportuno per far scattare l'intervento irriguo è problema fondamentale non solo nelle produzioni ornamentali ma in ogni tipo di agricoltura intensiva o industriale. Esso assume importanza strategica nelle colture senza suolo a ciclo aperto a causa dello scarso volano idrico del substrato, frequentemente caratterizzato da bassa capacità di ritenzione idrica e da intensi fenomeni evaporativi. L'empirismo nel definire quando e quanto irrigare è ancora largamente diffuso, ovviamente con frequenti sovrastime (irrigazione non ancora necessaria) o sottostime (piante già in stato di latente stress idrico). Nella necessità di disporre di strumenti di supporto decisionale nella gestione dell'irrigazione, un posto di importanza notevole è ricoperto dai sensori. A titolo di studio si può pensare a sensori dello stato idrico della pianta o del terreno, nonché a sensori che attraverso monitoraggio di fattori microclimatici possano calcolare le perdite di acqua dal sistema di allevamento utilizzando modelli di stima disponibili. Nella comune pratica produttiva la possibilità l'applicabilità di questi supporti decisionali, rimane alquanto limitata. Tuttavia alcuni sensori presentano performances sicuramente interessanti. Senza sminuire l'importanza ai fini di studio e di eventuali applicazioni future della attività sulla sensoristica relativa allo stato idrico delle piante, dal punto di vista delle applicazioni pratiche, affidarsi a valutazioni dello stato idrico del terreno o del substrato sembra una scelta sensata e pragmatica. Del resto, nel corso della loro evoluzione le piante si sono adattate a utilizzare acqua presente nel terreno in stati fisici (descritti attraverso il potenziale) determinati dalle interazioni dell'acqua con le particelle del terreno stesso. Sensori ormai storicamente affermati, quali i tensiometri, oggi hanno conseguito miglioramenti tecnici e costruttivi che ne consentono un utilizzo più generale e contraddistinto da buona affidabilità (Bacci et al., 2004). E tuttavia i tensiometri sono strumenti ancora relativamente delicati per applicazioni di campo, necessitano di non facile e relativamente frequente manutenzione, non

sono impiegabili in substrati ad elevata porosità. Un'altra branca della sensoristica di tipo più avanzato offre oggi interessanti orizzonti su applicazioni pratiche in numerosi settori dell'agricoltura. Sensori facenti riferimento alla Time Domain Reflectometry (TDR) o alla Frequency Domain Reflectometry (FDR), offrono letture del contenuto idrico del terreno o dei substrati in genere svincolate dal potenziale idrico o da limitazioni quali la porosità, offrendo nel contempo prestazioni affidabili e meno soggette alla necessità di periodica manutenzione (Farina e Bacci, 2005). È questo un settore di studio – peraltro in parte già in fase applicativa – che consentirà di intervenire con l'irrigazione o la fertirrigazione quando effettivamente necessario, aprendo una ulteriore possibilità nella automazione irrigua e nella razionalizzazione nell'uso di questa ormai preziosa risorsa.

Bibliografia

- Abdel Gawad G., Ghaibeh A. 2001. Use of low quality water for irrigation in the Middle East. In: Proceeding of the Symposium on the Sustainable Management of Irrigated Land for Salinity and Toxic Elements Control, US Salinity Laboratory Riverside California, 25-27/6/2002, 20-25.
- Bacci L., Battista P., Checcacci E., Sabatini F., Rapi B. 2004. La misura dell'umidità del substrato per l'irrigazione automatica di colture in vaso. *Italus Hortus*, 11:47-51.
- Baillè A. 2001. Water management in soilless systems in relation to inside and outside climatic conditions and type of substrate. *Italus Hortus*, 8:16-22.
- Bar Yosef B., Sagiv B. 1982. Response of tomatoes to N and water applied via trickle irrigation system. *I. Nitrogen. Agron. J.*, 74:633-637.
- Bartok J.W. 1993. Capillary Mat Irrigation system for container nursery plant. *J. Amer. Soc. Agri. Eng.*, Paper 93, 1017, 8 p.
- Beeson R.C. 2002. Comparison of Laval University capillary mats to other landscape nursery irrigation systems. Mid-Florida Research and Education Center, University of Florida, Apopka, Florida.
- Cabrera R.I., Evans R.Y., Paul J.L. 1993. Leaching Losses of N from container-grown roses. *Scientia Hort.*, 53:333-345.
- Cabrera R.I., Evans R.Y., Paul J.L. 1995. Cyclic nitrogen uptake by greenhouse roses. *Scientia Hort.*, 63:57-66.
- Caliandro A., Cantore V., Musacchi S. 2000. Applicazione di acque salmastre su colture ortofrutticole in Italia. *Frutticoltura*, 7/8:26-35.

- Dellacecca V., Trentini L., Dadomo M., Dal Re L. 1993. Mezzi tecnici ed agronomici per la riduzione dell'impatto ambientale delle colture ortive di pien'aria. *Inf. Agrario*, 49 (suppl. al n. 6):70-74.
- English M.J. 1990. Deficit Irrigation: An Analytical Framework. *J. Irrigation Drainage Engineer.*, 116, 3:399-412.
- Fain G.B., Tilt K.M., Gilliam C.H., Ponder H.G., Sibley J.L. 1998. Effects of Cyclic micro-irrigation and substrate in pot-in-pot production. *J. Environ. Hort.*, 16:215-18.
- Farina E. 2004. Sonde FDR per l'automazione irrigua fuori suolo. *Colt. Prot.*, 2:75-78.
- Farina E. 2005. Panoramica su substrati per orto-florovivaismo. *Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo*, 54:455-460
- Farina E., Allera C., Paterniani T., Palagi M. 2003. Mulching as a technique to limit E.C. rise in the substrate in soilless culture. *Acta Hort.*, 609:459-466.
- Farina E., Bacci L. 2005. Sensori per l'irrigazione: valutazione d'uso in substrati colturali e applicazioni di campo. *Italus Hortus*, 12:69-82.
- Ferrè P.A., Topp G.C. 2002. Time domain reflectometry. In: Dane J.H., Topp G.C. (eds.): *Methods of soil analysis part 4-physical methods*, 434-446. SSA Book Series no. 5, Madison, WI.
- Hebbar S.S., Ramachandrapa B.K., Nanjappa H.V., Prabhakar M. 2004. Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Europ. J. Agron.*, 21:117-127.
- Hochmuth G.J. 1994. Fertilizer management with drip irrigation for vegetables. Using plasticulture technology for the intensive production of vegetable Crops. American Society for Horticultural Science, Lexington, Kentucky, 16-22.
- Lamoglie C. 2001. L'acqua, un bene prezioso. *Inf. Agrario*, 57:41-44.
- Malash N., Flowers T.J., Ragab R. 2005. Effect of irrigation systems and water management practices using saline and non-saline water on tomato production. *Agric. Water Manag.*, 78:25-38.
- Minuto A., Garibaldi A. 2004. Gestione fitosanitaria di sistemi fuori suolo a ciclo chiuso: recenti acquisizioni. In: *Innovazione tecnologica per i sistemi fuori suolo*, 45-54. Ace International Ed.
- Mmolawa K., Or D. 2000. Root zone solute dynamics under drip irrigation: A review. *Plant Soil*, 222:163-190.
- Monteleone M., Gatta M., Disciglio G., Frabboni L., Flagella Z. 2003a. La programmazione irrigua aziendale: stato dell'arte e prospettive di innovazione. *Italus Hortus*, 10:120-122.
- Monteleone M., Gatta G., De Simone G., Del Vecchio S., De Caro A. 2003b. Criteri di gestione sostenibile dell'irrigazione delle orticole mediante l'impiego delle acque salmastre. *Italus Hortus*, 10:123-125.
- Moret D., Arrue J.L., Lopez M.V., Gracia R. 2006. A new TDR waveform analysis approach for soil moisture profiling using a single probe. *J. Hydrology*, 321:163-172.
- Parente A., Santamaria P. 2003. Con il tesimalometro irrigazione su misura. *Colt. Prot.*, 7:41-46.
- Pasternak D., De Malach Y. 1993. Crop irrigation with saline water. In: Pessarakli M. (ed.): *Handbook of Plant and Crop Stress*, 599-622. Marcel Dekker Inc.
- Pasternak D., De Malach Y. 1995. Irrigation with brackish water under desert condition X. Irrigation management of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mills) on desert sand dunes. *Agric. Water Manag.*, 28:121-132.
- Pimpini F., Chillemi G. 2003. Mezzi tecnici ed agronomici per la riduzione dell'impatto ambientale. Possibili interventi nelle colture ortive in ambiente protetto. *Inf. Agrario*, 49 (suppl. al n. 7):70-74.
- Ragab R., Feyen J., Hillen D. 1984. Simulating two dimensional infiltration into sand from a trickle line source using the matric flux potential concept. *Soil Sci.*, 137:120-127.
- Runia W.Th. 1988. Elimination of plant pathogens in drainwater from soilless culture. 7th International Congress on Soilless Culture Proceedings, 429-443.
- Singh-Saggu S., Kaushal M.P. 1991. Fresh and saline water irrigation through drip and furrow method. *Int. J. Trop. Agric.*, 9:194-202.
- Skimina C.A. 1996. Recycling Irrigation runoff on container ornamentals. *HortSci.*, 21:32-34.
- Taglioli G. 2004. Mancano gli stimoli per risparmiare. *Terra e Vita*, 16:42-46.
- Tanwar B.S. 2003. Saline Water Management for Irrigation. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), New Delhi, India, 1-140.
- Tognoni F. 2003. Ambiente e qualità dei prodotti: impatto delle tecniche colturali. *Inf. Agrario*, 49 (suppl. al n. 6):19-22.
- Vazquez N., Pardo A., Suso M.L., Quemada M. 2006. Drainage and nitrate leaching under processing tomato growth with drip irrigation and plastic mulching. *Agric., Ecosys. Environ.*, 112:313-323.
- Yeager T., Gilliam C., Bilderback T., Fare D., Niemiera A., Tilt K. 1997. Best Management Practices: Guide for Producing Container-Grown Plants. Southern Nursery Association, Marietta (USA).
- Zegbe J.A., Behboudian M.H., Clothier B.E. 2004. Partial rootzone drying is a feasible option for irrigating processing tomatoes. *Agric. Water Manag.*, 68:195-206.