



Workshop Internazionale

TECNOLOGIE INNOVATIVE PER L'IRRIGAZIONE DELLE PIANTE ORNAMENTALI IN VASO

Pistoia, 10 luglio 2009

PROGRAMMA & RIASSUNTI

Workshop Internazionale su
“Tecnologie innovative per l’irrigazione delle piante ornamentali in vaso”
10 luglio 2009 – Centro Sperimentale per il Vivaismo (Ce.Spe.Vi., Pistoia)

Il workshop intende divulgare i risultati scientifici e le relative implicazioni tecnologiche di alcuni progetti ancora in corso (FLOWAID, EU-FP7; MIPA-FLORPRO; MIPA-ECOIDROFLOR) sull’irrigazione delle piante ornamentali in contenitore. Il Workshop è organizzato dal Ce.Spe.Vi. e dal Dip. Biologia Piante Agrarie di Pisa con il patrocinio della Facoltà di Agraria dell’Università di Pisa, la Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana e l’Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l’Innovazione nel settore Agricolo e Forestale (ARSIA). L’incontro rientra nelle iniziative previste dal programma 2009 della “Rete dei Poli Toscani per il Collaudo e il Trasferimento dell’Innovazione” promossa dall’ARSIA.

Gli Atti, con gli *handouts* e/o i riassunti delle varie presentazioni, saranno disponibili in Internet (www.cespevi.it) subito dopo l’incontro. Le relazioni sono tenute in italiano o in inglese.

Programma

Mattina (9.00 - 13.30)

- Saluti ai partecipanti.
- **A. Pardossi e P. Marzietti (Italia)** – “Introduzione al Workshop”.
- **C. Carrai e S. Nuvoli (Italia)** – “Il ruolo dell’ARSIA nello sviluppo e nel trasferimento dell’innovazione nel settore dell’irrigazione”.
- **C. Stanghellini (Olanda)** - "Crisi idrica e Direttiva Quadro sulle acque: cambiamenti nel prossimo decennio”.
- **J. Balendonck (Olanda)** - "FLOW-AID, un progetto per la gestione della irrigazione in condizioni di carenza idrica” (in inglese).
- **T. Baltissen (Olanda)** - "Gestione dell’acqua e dei nutrienti nei vivai in pien’aria: una retrospettiva delle attuale ricerca in Olanda” (in inglese).
- **T. Dijkstra (Olanda)** - "Impiego della sensoristica per il controllo della crescita delle piante da fiore in vaso: il caso dell’ortensia in serra” (in inglese).
- **L. Incrocci e S. Spagnol (Italia)** – “Irrigazione con acqua duale delle colture ornamentali in contenitore”.
- **L. Bacci e F. Malorgio (Italia)** – “Sensori della zona radicale per il pilotaggio dell’irrigazione nelle colture in contenitore”.
- **F. Kempkes (speaker) e J. Hemming (autore) (Olanda)** – “Reti wireless di sensori per la gestione dell’irrigazione delle colture in contenitore” (in inglese).
- **A. Navarro Garcia (Spagna)** – "Relazioni idriche e nutrizionali di piante ornamentali micorrizzate e coltivate in condizioni di stress salino”.

Buffet (14.00-15.00)

Pomeriggio (15.00 - 17.30)

- **Tecnologia irrigua:** dimostrazioni e presentazioni da parte di società private.
- **Visita guidata** alle prove sperimentali (FLOWAID e FLORPRO) in corso al Ce.Spe.Vi.

Società partecipanti alla sessione pomeridiana

- **Delta-T Devices Ltd., Burwell, UK**
<http://www.delta-t.co.uk>
sales@delta-t.co.uk
- **Lombard e Marozzini srl, Roma**
<http://www.lombardemarozzini.com>
g.marozzini@lombardemarozzini.com
- **Netafim Italia, Monleone di Cicagno (GE)**
<http://www.netafimitalia.com/>
piola@netafimitalia.com
- **Netsens srl, Sesto Fiorentino (FI)**
www.netsens.it/index.php
antonio.manes@netsens.it
- **Spagnol Greenhouse Technology, Vidor (Treviso)**
<http://www.spagnolaut.com>
info@spagnolaut.com
- **Weathermatic, Sicom Olona Srl, Gorla Maggiore (VA)**
www.olona.com
gilberto.giovannini@gmail.com

IL RUOLO DELL'ARSIA NELLO SVILUPPO E NEL TRASFERIMENTO DELL'INNOVAZIONE NEL SETTORE DELL'IRRIGAZIONE

C. Carrai and S. Nuvoli

Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo e Forestale (ARSIA), via
Pietrapiana 30 50121 Firenze. c.carrai@arsia.toscana.it, s.nuvoli@arsia.toscana.it

L'ARSIA è l'organismo tecnico della Regione Toscana che opera quale intermediario tra il sistema produttivo, il settore della ricerca ed i soggetti detentori di tecnologie innovative, promovendo e sostenendo la diffusione e il trasferimento dell'innovazione di processo e di prodotto nel settore agricolo-forestale. Per quanto riguarda l'irrigazione, l'Agenzia svolge un'attività di supporto ai tecnici e agli operatori agricoli per favorire un uso corretto dell'acqua, e ai soggetti istituzionali che operano nella gestione del ciclo delle acque (Enti locali, Autorità di Bacino, ATO) per le analisi delle problematiche riguardanti l'uso delle risorse idriche nell'agricoltura toscana. Le recenti iniziative dell'Agenzia hanno riguardato la promozione della ricerca, la diffusione di tecnologie innovative finalizzate al risparmio idrico e all'uso di risorse alternative (es. acque reflue), la realizzazione di strumenti operativi per la gestione irrigua e l'organizzazione di attività di trasferimento. Nel 2003-2004 l'ARSIA ha finanziato il progetto IDRI ("Razionalizzazione dell'impiego delle risorse idriche e dei fertilizzanti nel florovivaismo" condotto da un consorzio coordinato dal Ce.Spe.Vi di Pistoia e dal Dipartimento di Biologia delle Piante Agrarie dell'Università di Pisa. Il progetto ha portato alla realizzazione di un impianto-pilota per la coltura a ciclo chiuso di piante ornamentali in vaso e ad una serie di studi sperimentali sulle tecniche di risparmio idrico in vivaio. Il progetto IDRI si è concluso con la pubblicazione di un manuale sull'uso razionale dell'acqua nel florovivaismo ed un Convegno sul tema tenuto a Pescia nell'estate del 2004. Attraverso il progetto "S.E.Agr.I.T. (Sostenibilità Economico-Ambientale dell'Agricoltura Irrigua Toscana; 2004-2007), coordinato dal Dipartimento di Ingegneria Agraria e Forestale dell'Università di Firenze, sono state approfondite, in quattro importanti aree irrigue toscane (Pianura Grossetana, Val di Cornia, Val di Chiana e Val di Cecina) e per diversi sistemi colturali, le conoscenze sui prelievi idrici a livello aziendale per i diversi sistemi colturali, per individuare le cause di inefficienza e diffondere presso le aziende irrigue soluzioni tecniche per il risparmio idrico. Inoltre sono state realizzate prove di *deficit irrigation* su coltivazioni di erbacee in pieno campo. Le iniziative di collaudo eseguite nel settore dell'impiantistica, in collaborazione con il Laboratorio Nazionale dell'Irrigazione di Pisa, hanno prodotto alcuni strumenti operativi particolarmente interessanti: due testi divulgativi sul corretto funzionamento degli impianti di irrigazione a goccia e un software "Ve.Pro.L.G./s" (Software per la Verifica e il dimensionamento Progettuale di Linee Gocciolanti)", che consente di ottimizzare la progettazione e la gestione degli impianti di irrigazione a goccia diffusi in Toscana, soprattutto nelle colture ortive e ornamentali, nei vigneti e negli oliveti. Il software ha ricevuto nel 2005 da parte della Direzione delle Politiche Territoriali ed Ambientali il riconoscimento del logo "Toscana Ecoefficiente". L'ARSIA organizza annualmente anche una serie di incontri tecnici e giornate dimostrative su tematiche attinenti l'irrigazione. Nel 2009, nell'ambito della misura 111 del nuovo Piano di Sviluppo Rurale 2007-2013, l'Agenzia ha attivato uno specifico progetto per l'attuazione di iniziative di collaudo e trasferimento, rivolte a tecnici e imprenditori, prevedendo la realizzazione di un ventaglio di attività di comunicazione, informazione, dimostrazione e formazione tra loro integrate e finalizzate alla diffusione di elementi conoscitivi e pratiche agricole capaci di favorire il risparmio idrico e la tutela della risorsa idrica. Alcune di queste iniziative, compreso il presente Workshop, rientrano nel programma delle attività della Rete dei Poli Toscani, che l'ARSIA ha promosso per raccordare le iniziative dei diversi centri aziendali regionali che operano nel collaudo e nel trasferimento di innovazioni di interesse agricolo e forestale.

CRISI IDRICA E DIRETTIVA QUADRO SULLE ACQUE: CAMBIAMENTI NEL PROSSIMO DECENNIO

C. Stanghellini

Wageningen UR Greenhouse Horticulture, Droevendaalsesteeg 1, 6708PB Wageningen,
The Netherlands. cecilia.stanghellini@wur.nl

La produzione vegetale richiede molta acqua. La quantità di acqua necessaria per produrre ciò che mangiamo è enormemente superiore alla quantità di acqua che ci "accorgiamo" di adoperare quotidianamente nelle nostre case. È quindi un dato di fatto che l'agricoltura è di gran lunga il maggior utilizzatore di risorse idriche, anche in zone sviluppate come l'Europa.

In vista sia del naturale sviluppo dei consumi a livello continentale, sia delle possibili conseguenze del cambiamento di clima, l'utilizzazione sostenibile della risorsa deve tenere in conto due aspetti: quello della quantità e quello della qualità. Entrambi gli aspetti sono affrontati nella Direttiva Quadro sulle Acque, che identifica il "prezzo equo" (accoppiato a ordinamenti ad hoc) come il principale strumento per indirizzare lo sviluppo futuro dei consumi. La direttiva identifica anche obiettivi intermedi e strumenti specifici (individuazione di zone vulnerabili, controllo dell'adempimento) atti a garantire il raggiungimento dell'obiettivo dell'utilizzo sostenibile delle risorse idriche entro il 2030.

In questa presentazione si fa una rivista delle conseguenze e dei possibili strumenti per garantire l'adempimento, nel caso particolare di colture con un buon livello tecnologico e un valore intrinseco relativamente elevato, come le colture ornamentali in vaso.

FLOW-AID, UN PROGETTO PER LA GESTIONE DELLA IRRIGAZIONE IN CONDIZIONI DI CARENZA IDRICA

J. Balendonck

Wageningen UR Greenhouse Horticulture, Droeendaalsesteeg 1, 6708PB Wageningen,
The Netherlands. jos.balendonck@wur.nl

L'agricoltura è il principale utilizzatore dell'acqua consumata dall'uomo, in forte competizione con il settore turistico-civile e industriale. Per la futura sicurezza alimentare, l'efficienza dell'uso dell'acqua nell'irrigazione dovrà essere aumentata. La parziale reintegrazione dei consumi idrici (deficit irrigation) è un'alternativa per ridurre il quantitativo di acqua irrigua utilizzata e gli agricoltori possono optare per l'utilizzo di altre risorse idriche di qualità inferiore. La irrigazione deficitaria può causare una riduzione della produzione, mentre la sovra-irrigazione induce la perdita di acqua e nutrienti con ripercussioni ambientali. La produzione è fortemente correlata all'uso di acqua, ma spesso gli agricoltori non conoscono le precise esigenze idriche dei loro prodotti.

Il progetto FLOW-AID vuole contribuire ad attuare un'agricoltura irrigua sostenibile attraverso lo sviluppo di un sistema esperto per la gestione dell'irrigazione deficitaria a livello aziendale nel caso di limitata disponibilità di acqua di buona qualità e/o di disponibilità di acque di scarsa qualità. Esso integrando una tecnologia innovativa di sensori per la misura del contenuto idrico nella zona radicale con un software di supporto decisionale (DSS) può ottimizzare l'irrigazione alla luce dei numerosi vincoli e limitazioni presenti in alcuni sistemi di coltivazione presenti nel Mediterraneo. Il progetto studia la possibilità di utilizzare innovativi tensiometri senza manutenzione, reti wireless per la raccolta di dati dai vari sensori, sistemi esperti per la pianificazione a livello aziendale sia dei volumi che delle qualità di acque da somministrare alle varie colture. Il sistema è in fase di valutazione in Italia, Turchia, Libano, Giordania e in Olanda: ciascun sito differisce per vincoli, i sistemi irrigui e colturali, disponibilità e qualità delle risorse idriche.

Il sistema FLOW-AID consiste di controllori dell'irrigazione, distribuiti nelle aziende irrigate. Ogni controllore è in grado di pilotare autonomamente i propri settori irrigui. I controllori sono collegati via wireless ad un computer locale, il quale regolarmente acquisisce i dati misurati dai sensori. Un DSS contenente un sistema esperto presente sul computer locale o su un computer remoto (raggiungibile via internet) è in grado, in base ai dati raccolti dai sensori, di aiutare l'agricoltore a ottimizzare il pilotaggio dell'irrigazione delle sue coltivazioni in funzione della disponibilità idrica stimata e delle condizioni climatiche influenzanti la evapotraspirazione delle colture sia a breve che a lungo termine. Durante le tre stagioni di coltivazione il sistema è stato migliorato e la versione finale sarà mostrata ai coltivatori entro la fine del terzo anno di attività. Il progetto FLOW_AID è stato sviluppato attraverso una stretta collaborazione fra istituti di ricerca, università e piccole-medie imprese private. Le industrie e le imprese potranno usufruire dei seguenti risultati per costruire nuovi hardware e software per la gestione dell'irrigazione in condizioni di deficit idrico: 1) sensori a basso costo e tecnologia di controllo: tensiometro a stato solido (dielettrico); una rete wireless a basso consumo di energia per il monitoraggio di sensori in grado di misurare la percentuale di umidità del suolo e la conducibilità elettrica; un controllore dell'irrigazione per una gestione ottimale dell'irrigazione, 2) un DSS in grado di aiutare l'agricoltore a pianificare la superficie delle varie colture in funzione della disponibilità idrica (qualità e quantità); un modello di risposta allo stress idrico e salino delle colture in grado di ottimizzare il reddito aziendale distribuendo l'acqua disponibile fra le varie colture. La partecipazione di piccole e medie imprese assicura che i risultati saranno velocemente implementati in prodotti commerciali destinati al mercato dell'irrigazione, mentre la sperimentazione in siti del Mediterraneo assicura che i prodotti finali saranno ben adattati alle condizioni economiche e climatiche dei mercati extra-europei, dove nei prossimi anni si prevede una ampia crescita del mercato dei prodotti per l'irrigazione.

GESTIONE DELL'ACQUA E DEI NUTRIENTI NEI VIVAI IN PIEN'ARIA: UNA RETROSPETTIVA DELL'ATTUALE RICERCA IN OLANDA

T. Baltissen

Applied Plant Research, Sector Bulbs, Nursery Stock and Fruit

Prof. Van Slogterenweg 2 - 2161 DW Lisse, The Netherlands, ton.baltissen@wur.nl

La coltivazione di piante ornamentali da esterno in Olanda interessa un'area superiore a 16.000 ha. Circa 1000 ha sono coltivate in vaso e la superficie è in costante incremento. La maggiore parte della produzione è esportata. Il mercato fortemente competitivo, assieme a leggi ambientali fortemente restrittive, richiedono una continua ricerca di innovazione da parte degli agricoltori per ottenere dei risultati economici sostenibili. Il metodo di come fornire l'acqua nel vivaio sta cambiando: negli ultimi anni, si sono resi disponibili strumenti come differenti tipi di sensori dell'umidità del suolo. Un altro nuovo strumento è costituito da una bilancia che controlla l'irrigazione sulla base del peso di un campione di vasi (*wheighting plateau*). Nella coltivazione in vaso, l'irrigazione è abbinata alla fertilizzazione. I concimi a rilascio controllato sono applicati all'inizio della coltura e i fertilizzanti addizionali sono applicati attraverso l'irrigazione. Il sistema rileva anche la crescita delle piante. I risultati ottenuti nel 2007 e nel 2008 dimostrano che questo sistema funziona bene nei vivai ed è leggermente più economico rispetto ai sistemi basati sull'impiego di sensori di umidità del substrato. Il sistema ha dimostrato di poter ridurre di circa il 40% l'uso di acqua rispetto ai tradizionali sistemi di irrigazione basati su semplici temporizzatori. Sono necessari ulteriori studi sono necessari per la compensazione del peso durante la stagione di crescita. Un'innovazione totale nel sistema di coltivazione è richiesta per rispettare la legislazione vigente, rispondere alle esigenze del mercato e migliorare anche le condizioni di lavoro, così da attirare persone capaci di svolgere mansioni che richiedono particolari specializzazioni. E' in fase di sviluppo un nuovo sistema di coltivazione a ciclo chiuso su canalette in grado di ridurre l'uso di agrofarmaci e fertilizzanti, migliorare la qualità delle piante, ridurre il fabbisogno di lavoro e meglio distribuirlo nell'arco dell'anno. meccanizzazione, alta necessità di lavoro manuale.

IMPIEGO DELLA SENSORISTICA PER IL CONTROLLO DELLA CRESCITA DELLE PIANTE DA FIORE IN VASO: IL CASO DELL'ORTENSIA IN SERRA

T. Dijkstra

DLV plant, 6708PB Wageningen, The Netherlands. t.dijkstra@dlvplant.nl

L'ortensia è una pianta in vaso ben conosciuta, mentre come fiore reciso è un prodotto innovativo. Normalmente l'induzione fiorale per la produzione di un vaso fiorito avviene nella tarda estate o nel primo autunno, seguita da una fase di dormienza in inverno e quindi dalla fioritura primaverile. Per la produzione di fiori recisi, la raccolta deve avvenire nel periodo estivo-autunnale. In questo caso, l'induzione deve avvenire in primavera. L'irrigazione della pianta può giocare un ruolo molto importante nell'influenza di questo meccanismo. Una minore o maggiore quantità di acqua può stimolare o sopprimere l'induzione fiorale e la dormienza. Inoltre il contenuto idrico del substrato influenza molto la qualità dei fiori e delle foglie. In Olanda sono state condotte ricerche non solo per capire i meccanismi fisiologici, ma anche per sviluppare strumenti che permettano agli agricoltori di utilizzare sensori per controllare lo stato idrico del substrato.

IRRIGAZIONE CON ACQUA DUALE DELLE COLTURE ORNAMENTALI IN CONTENITORE

L. Incrocci¹ e S. Spagnol²

¹ Dip. Biologia Vegetale, Università di Pisa, Viale Piagge 23, 56124 Pisa. incrocci@agr.unipi.it

² Spagnol Greenhouse Technology, Via Padulotti 5-7, 31020 Vidor (Treviso), Italy.
serafino.spagnol@spagnolaut.com

Recentemente sono comparsi sul mercato due tipi di sensori di umidità del terreno e del substrato (WET della società inglese Delta-T Device, e il 5TE della americana Decagon Devices) che sono in grado di misurare anche la salinità e la temperatura del substrato. Una particolare applicazione di questi sensori è attualmente in fase di sperimentazione presso il Centro Sperimentale per il Vivaismo di Pistoia, nell'ambito del progetto FLOWAID.

Alcuni sensori WET sono stati interfacciati su di un fertirrigatore commerciale (MCi 300) e il software di gestione è stato opportunamente modificato implementando alcuni algoritmi allo scopo di modulare l'irrigazione di piante in vaso con acqua duale, cioè con acqua reflua depurata. Il fertirrigatore modula l'uso dell'acqua reflua e di quella di falda in modo da evitare un'eccessiva salinità nel substrato di crescita, monitorata appunto con il sensore WET.

A Pistoia, per ridurre l'uso dell'acqua nei vivai, per oltre il 90% costituita da acqua di falda, si prevede di realizzare in futuro un acquedotto agro-industriale che distribuisca ai vivai l'acqua reflua proveniente dal depuratore cittadino. Questo tipo di acqua ha generalmente un contenuto di sali decisamente più alto rispetto all'acqua di falda (1.5 dS/m contro 0.5 dS/m), e può risultare fitotossica. Ad esempio, nel *Prunus*, una specie molto sensibile alla salinità, l'uso di acqua reflua provoca ustioni fogliari abbastanza evidenti e può rendere non commerciabile la pianta.

Nell'esperimento condotto a Pistoia nel 2008 sono stati posti a confronto due trattamenti irrigui: 1) controllo con un semplice temporizzatore e uso di acqua di falda; 2) uso di acqua reflue e/o di falda sotto il controllo di un sensore WET. Il sensore stabiliva sia il momento dell'intervento irriguo sia la sorgente di acqua (acqua reflua, di falda o una miscela delle due) in modo da evitare che la salinità del substrato – di fatto, la conducibilità elettrica – salisse sopra 2.5 dS/m. Questa soglia è stata scelta perché considerata il limite tollerabile dal *Prunus*, la specie modello utilizzata nella prova. Alla fine della stagione tra i due trattamenti irrigui non sono state osservate differenze significative in termini di crescita né sono stati osservati sintomi di fitotossicità degni di nota nella tesi 2. D'altra parte, in questa tesi sono stati ridotti sia il volume irriguo stagionale (-35% rispetto alla tesi di controllo), grazie ad una minor frequenza dell'irrigazione, sia il consumo di acqua di falda, in quanto il fabbisogno irriguo è stato coperto per quasi la metà dall'acqua reflua. Globalmente, l'uso del sensore WET e dell'acqua duale ha consentito di ridurre il consumo di acqua di falda a circa il 35% di quello registrato nella tesi 1.

SENSORI DELLA ZONA RADICALE PER IL PILOTAGGIO DELL'IRRIGAZIONE NELLE COLTURE IN CONTENITORE

L. Bacci¹ e F. Malorgio²

¹ Istituto di Biometeorologia – CNR, Via Caproni 8, 50145 Firenze. I.bacci@ibimet.cnr.it

² Dip. Biologia Vegetale, Università di Pisa, V. Piagge 23, 56124 Pisa. fmalorgio@agr.unipi.it

Le colture irrigue usano più del 70% dell'acqua consumata nel mondo e, quindi, il miglioramento dell'efficienza dell'irrigazione è un obiettivo decisivo. Questo obiettivo può essere raggiunto coltivando specie più efficienti nell'uso dell'acqua e/o attraverso l'applicazione di sistemi di irrigazione più efficienti per una migliore programmazione degli interventi irrigui. A livello di azienda agricola, l'irrigazione è generalmente gestita in base all'esperienza dell'agricoltore o alla determinazione del bilancio idrico del suolo (metodo basato sulla misura di parametri meteorologici). Un approccio alternativo implica la misura dello stato idrico del suolo. Esistono alcuni sensori costosi e sofisticati, come la sonda a neutroni, che però sono dedicati al settore della ricerca, mentre per l'irrigazione di colture di interesse commerciale sono necessari sistemi economici e semplici da usare.

In questa presentazione saranno illustrate le principali caratteristiche di sensori per la misura nell'umidità del suolo, disponibili sul mercato, e sarà discusso come tali sensori possono essere integrati all'interno di sistemi per l'automazione dell'irrigazione. Saranno inoltre mostrati i risultati ottenuti dall'applicazione di un prototipo di sistema di controllo, basato sulla misura dell'umidità del substrato e sulla stima dell'ETR da dati meteorologici, per la gestione dell'irrigazione di piante ornamentali allevate in contenitore sia all'aperto che in serra.

RETI WIRELESS DI SENSORI PER LA GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE DELLE COLTURE IN CONTENITORE

J. Hemming, F.L.K. Kempkes, J. Balendonck

Wageningen UR Greenhouse Horticulture, Droevendaalsesteeg 1,
6708PB Wageningen, The Netherlands jochen.hemming@wur.nl

Per un sistema irriguo preciso e ottimale, attivato in tempo reale da sensori, è necessario che questi siano dislocati in ogni settore irriguo dell'azienda. Il costo per l'uso e la manutenzione dei cavi necessari fra la centralina irrigua e i sensori è il principale "punto critico" del sistema. Inoltre per il controllo individuale di settori irrigui è necessario avere sensori e centraline installate direttamente sul campo per ogni plot o gruppo di plots. L'uso di sensori connessi a reti wireless è una buona alternativa per il superamento degli inconvenienti sopradescritti, ma la durata delle batterie, l'affidabilità della comunicazione dei dati e i costi sono i principali problemi che si incontrano per un loro uso nell'agricoltura di pieno campo. Un sistema di sensori connesso a una rete wireless si compone di apparecchi autonomi distribuiti spazialmente (nodi con sensore) a cui sono collegati sensori che insieme monitorano grandezze ambientali come ad esempio la radiazione globale, la temperatura e le proprietà del substrato. Ogni nodo, oltre alla presenza di uno o più sensori, è normalmente composto da un modulo radio ricevitore con antenna, un piccolo microchip per una prima elaborazione dei dati raccolti dal sensore e una sorgente di energia (batteria o pannello solare). La stazione base, che riceve i messaggi dai singoli nodi, è collegata ad un computer od ad una rete internet, dove i dati raccolti vengono immagazzinati in un database.

Gli utilizzatori finali hanno la possibilità di accedere e di analizzare i dati attraverso vari software oppure di visualizzarli in grafici o tabelle. Gli obiettivi del lavoro condotto al Cespevi sono stati i seguenti: i) sviluppo di un prototipo con basso consumo di energia per il monitoraggio della temperatura e delle condizioni di umidità e di salinità del substrato, per la gestione della irrigazione in condizioni di pieno campo; ii) adattare o estendere protocolli standard e sensori per il pilotaggio dell'irrigazione; iii) testare le performances di vari prototipi in condizioni operative.

Nel progetto FLOW-AID sono state identificate tre differenti aree di applicazione. Agricoltura di pieno campo, orticoltura di serra e vivaio con piante in contenitore. Gli esperimenti qui descritti sono tutti relativi alle piante in contenitore e in pieno campo dove le informazioni circa il contenuto idrico volumetrico e la EC dell'acqua presente nel substrato sono richieste con una frequenza temporale di almeno 4 misure per ora. Al Cespevi sono stati condotti nel 2007 e nel 2008 esperimenti con differenti tipi di sensori e di reti wireless con lo scopo di testare la loro affidabilità nella comunicazione dei dati, il consumo di energia e la possibilità del loro utilizzo in pieno campo. Un esperimento finale è attualmente in svolgimento sulla lattuga var. iceberg coltivata in pieno campo a Vredepeel, in Olanda. I risultati ottenuti indicano che è possibile monitorare la temperatura, l'umidità del suolo e anche la sua conducibilità elettrica in maniera affidabile attraverso una rete wireless "a maglia". Il sistema è stato sviluppato sulla base dei componenti commerciali della linea EKO dalla ditta Crossbow. Attualmente viene utilizzato un sensore di umidità della ditta Decagon devices (modello 5TE). Sono state raggiunte distanze massime fra la stazione base e il campo monitorato e fra due nodi di sensori rispettivamente di 500 e 200 metri. Il sistema si autoricarica grazie alla presenza di un pannello solare. La calibrazione e il posizionamento corretto dei sensori nel vaso assume un'importanza cruciale per il buon funzionamento del sistema. Sensori del tipo dry-end, come quelli della Watermark, non sono affidabili per il controllo dell'irrigazione nelle piante da contenitore, mentre buoni risultati sono stati ottenuti da sensori basati sul principio della misura delle costanti dielettriche come ad esempio SM 200, WET (Delta-T) or 5TE (Decagon Devices). Il costo di questi sistemi è ancora alto: attualmente il prezzo corrente è circa €750 per singolo nodo-sensore e ciò ostacola la possibilità di realizzare reti costituite da molti nodi, come si rende necessario in vivaio.

RELAZIONI IDRICHE E NUTRIZIONALI DI PIANTE ORNAMENTALI MICORRIZATE E COLTIVATE IN CONDIZIONI DI STRESS SALINO

A. Navarro García

C.R.A. – S.C.A., Unità di Ricerca per i Sistemi Culturali degli Ambienti Caldo-Aridi
Via C. Ulpiani 5 – Bari alemazarron@hotmail.com

Sono stati condotti due esperimenti su geranio e garofano allo scopo di verificare l'ipotesi se le micorrizze arbuscolari (AM) abbiano la capacità di alleviare lo stress salino nelle piante.

In particolare è stata studiata l'influenza di due specie di micorrizze (*Glomus deserticola* and *Glomus intraradices*) sulle relazioni idriche, sul contenuto minerale e sulla crescita di piante di geranio (*Pelargonium hortorum* L.) sottoposte a tre differenti trattamenti irrigui, utilizzando soluzioni con conducibilità elettrica (EC) di 0.85 dS m^{-1} (trattamento di controllo; C), 3 dS m^{-1} (media salinità; MS) and 6 dS m^{-1} (alta salinità; HS). In questo esperimento l'inoculo dei due funghi consisteva in una miscela di radici di sorgo (pianta ospite), suolo e spore, preparati entrambi nel Dipartimento di Biologia delle Piante- Scuola di Biologia dell'Università di Murcia (Spagna).

Nel secondo esperimento, le piante garofano (*Dianthus cariophyllus* cv. Carnelia) sono state inoculate utilizzando due isolati del fungo *Glomus intraradices* (GiI and GiII), con lo scopo di valutare la loro influenza sulle relazioni idriche e nutrizionali nelle stesse condizioni sperimentali utilizzate nell'esperimento su geranio: in questo caso, come inoculo è stato utilizzato un prodotto commerciale, fatto con una miscela di ife e spore del fungo in sospensione con un mezzo liquido.

Il geranio, sottoposto allo stress salino ha mostrato un maggiore accumulo di sali nei propri tessuti e una diminuzione della conduttanza stomatica nelle ore centrali del giorno per mantenere un elevato stato idrico dei tessuti. Le piante micorrizzate hanno presentato un migliore stato idrico e una crescita più elevata rispetto a quelle non micorrizzate.

L'inoculo delle micorrizze in geranio ha migliorato la crescita delle piante di geranio sottoposte a stress salino, riducendo gli effetti negativi che la salinità, attraverso l'accumulo di ioni nel substrato e la conseguente necessità di lisciviazione, causa all'ambiente.

In garofano, la salinità ha prodotto una riduzione della crescita, causata principalmente dallo stress osmotico derivante dall'accumulo di sali nel substrato. Nel trattamento HS il potenziale idrico fogliare era più basso rispetto agli altri trattamenti e le variazioni nel potenziale idrico degli altri trattamenti sono state insignificanti.