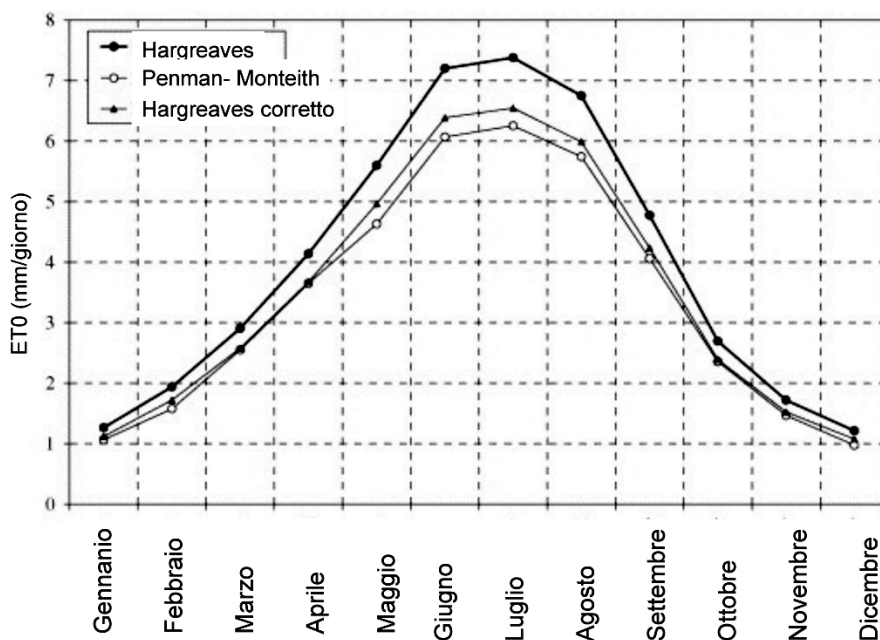


# Suggerimenti per il migliore utilizzo di sistemi esperti per l'irrigazione

BARTOLOMEO DICHIO\* - GIUSEPPE MONTANARO - CRISTOS XILOYANNIS

Dip.to delle Culture Europee e del Mediterraneo: Architettura, Ambiente, Patrimoni Culturali (DiCEM) - Università degli Studi della Basilicata

I coefficienti culturali utilizzati per la stima del fabbisogno idrico dei frutteti possono e devono essere modificati in relazione alle diverse condizioni agronomiche e impiantistiche, ma, come insegna il 2012, anche in funzione delle condizioni climatiche generali. La sempre più frequente carenza di precipitazioni, unita a valori altissimi di evapotraspirazione in seguito a prolungate "bolle di calore", sta mettendo in discussione l'effettiva idoneità di alcuni modelli irrigui gestiti da sistemi esperti informatizzati.



▲ Fig. 1 - Esempio di andamento giornaliero dei valori di  $ET_0$  (evapotraspirazione media mensile) stimati con metodologie differenti (Penman-Monteith FAO-56, Hargreaves ed Hargreaves corretto) per uno stesso areale. Tratto da Gavilán et al. (2006).

Attualmente sono disponibili per tecnici ed agricoltori numerosi software e piattaforme informatiche di supporto alle decisioni finalizzate alla gestione dell'irrigazione. Questi strumenti si basano sul bilancio idrico del suolo derivato da parametri legati alla coltura (es. età, sesto di impianto, presenza/assenza di inerbimento, fase fenologica), al suolo (es. tessitura, pendenza, presenza di falda, contenuto di sostanza organica) e alle condizioni climatiche (es. evapotraspirazione di riferimento, piovosità). Negli ultimi anni si è assistito ad un incremento di flessibilità di tali strumenti con la possibilità di selezionare numerose variabili del singolo appezzamento; tuttavia, presentano ancora delle criticità applicative/gestionali che ne limitano la diffusione capillare.

Riteniamo importante affrontare in questo contributo alcune delle criticità dei sistemi esperti per l'irrigazione il cui superamento potrebbe aumentarne l'"appeal" verso tecnici ed imprenditori agricoli e quindi la loro diffusione.

## Criticità nella stima del fabbisogno idrico

Il fabbisogno idrico della coltura e la stima del volume di suolo esplorato dalle radici ed interessato dall'irrigazione rappresentano due parametri su cui viene calcolato il volume di acqua da apportare con l'irrigazione; da qui la loro importanza e la necessità di stimarli con la massima accuratezza. La stima del fabbisogno idrico

co della coltura ( $ET_c$ ) è basata su evapotraspirazione di riferimento ( $ET_0$ ) e coefficiente culturale ( $K_c$ ) combinati nell'equazione  $ET_c = ET_0 \times K_c$ .

I valori  $K_c$  disponibili derivano in massima parte da valori tabulati nel Quaderno FAO n. 56 (Allen et al., 1998) che occasionalmente sono stati validati o corretti negli innumerevoli ambienti di coltivazione. Inoltre, i valori di  $K_c$  disponibili non discriminano le varietà (es. precoci o tardive) o i portinnesti (vigorosi o nanizzanti) anche se recentemente un tentativo di correggere alcuni di questi punti deboli è stato percorso dalla comunità scientifica (Steduto et al., 2012). I valori di  $ET_0$  rappresentano anch'essi una fonte di variabilità e di errore in quanto vengono stimati con metodi



diversi (es. Penman-Monteith, Hargreaves, Priestley-Taylor, evaporato da vasca) che spesso portano a risultati diversi per uno stesso ambiente a meno di opportune calibrazioni su scala locale (Di Lena e Acutis, 2002) (Fig. 1).

L'importanza e la definizione dei volumi di suolo (contenitori) interessati dallo sviluppo delle radici e bagnati dall'acqua di irrigazione ed il calcolo della relativa quantità di acqua in essi immagazzinabile (acqua disponibile, AD) è stata riportata in un precedente articolo (Xiloyannis *et al.*, 2012). La conoscenza della profondità dell'apparato radicale è fondamentale nel calcolo del volume di suolo totale a disposizione della pianta. Conosciamo fin dove si spingono le radici delle piante che coltiviamo? Sono pochi i dati disponibili, che andrebbero sicuramente integrati con altri studi. Inoltre, il volume del contenitore è influenzato dalla presenza/assenza della falda. È del tutto evidente che in terreni asfittici e/o con falda superficiale, lo sviluppo dell'apparato radicale è più superficiale rispetto a quello di un terreno sabbioso o di medio impasto, pertanto per il calcolo del volume di suolo è necessario conoscere la profondità reale dell'apparato radicale.

Per esempio, in molte aree frutticole dell'Emilia-Romagna dove la falda è superficiale (circa 1 m) l'apparato radicale delle piante non si approfondisce. In queste condizioni le piante hanno un'ottima ripresa primaverile (quando il fabbisogno idrico è basso) e sviluppano una superficie fogliare ottimale e eventuali errori di calcolo di volumi irrigui hanno un impatto sulle piante trascurabile. In estate, quando la domanda di acqua è elevata e considerato il ridotto volume di suolo esplorato dalle radici, eventuali errori di gestione dell'irrigazione (frequenza e/o volumi di adacquamento) possono innescare fenomeni di stress idrico molto accentuati. In assenza di falda superficiale l'apparato radicale si sviluppa anche in profondità ed utilizza la risorsa idrica di un volume di suolo maggiore e pertanto le piante risultano meno vulnerabili a brevi periodi di carenza idrica dovuti ad errori nella gestione dell'irrigazione.

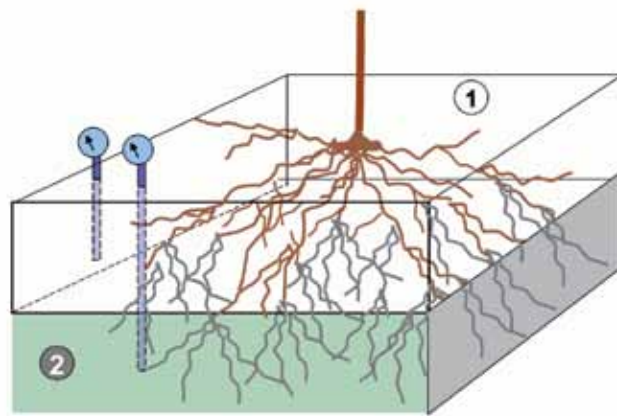
Imprecisioni, talvolta inevitabili, nella definizione di questi due fondamentali elementi di calcolo (il fabbisogno idrico ed il volume di suolo) possono determinare errori (in ecces-

so o in difetto) nella definizione dei volumi e turni di adacquamento. Tali errori, anche se possono apparire trascurabili per una singola irrigazione, si sommano con l'avanzare della stagione irrigua e pertanto il bilancio idrico computato dal sistema esperto è totalmente diverso da quello reale. In tal caso, può determinarsi una condizione di stress idrico per eccesso o deficit. Pertanto, suggeriamo di attuare delle opportune verifiche del contenuto idrico del suolo e delle correzioni in corso di esecuzione degli interventi irrigui.

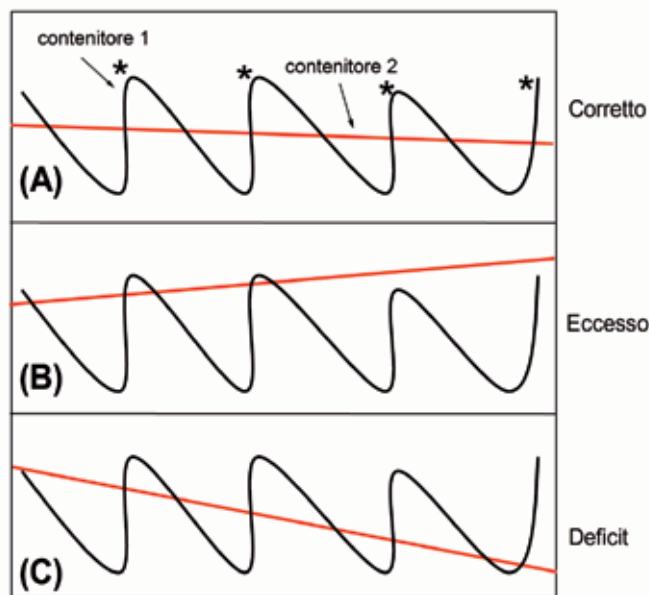
### È possibile correggere i dati del bilancio idrico?

Il metodo del bilancio idrico del suolo stima indirettamente la quantità di acqua presente nel volume di suolo esplorato dalle radici e bagnato dall'irrigazione. Disporre di misure dirette della quantità di acqua presente in tale volume di suolo rappresenta sicuramente uno strumento vantaggioso per il supporto alle decisioni nella gestione irrigua. Sarebbe auspicabile disporre di misure di umidità relative a due profondità dei due diversi volumi di suolo (Figg. 2-3).

Il suggerimento è quello di integrare le informazioni provenienti dal bilancio idrico rilasciato dal sistema esperto con quelle provenienti dal



▲ Fig. 2 - Posizionamento dei sensori per la misura dell'umidità del suolo nei due contenitori al fine di definire turni e volumi irrigui. Il contenitore 1 è quello interessato dall'irrigazione, mentre il secondo è comunque esplorato dalle radici, senza ricevere acqua di irrigazione (da Xiloyannis *et al.*, 2012).



▲ Fig. 3 - Schema della variazione del contenuto idrico nello strato di suolo profondo (linea rossa) ed in quello superficiale (curva) in relazione agli interventi irrigui (asterischi). Il caso (A) rappresenta la condizione ottimale in cui gli apporti irrigui soddisfano le esigenze evapotraspirative pertanto il contenuto idrico del suolo dello strato profondo rimane piuttosto stabile e pari al 50% dell'oscillazione dell'umidità del suolo superficiale fra due irrigazioni. Al contrario, nel caso (B) l'acqua erogata eccede le necessità idriche inducendo un incremento del contenuto idrico nello strato profondo. Nel caso (C) il contenuto di acqua dello strato profondo decresce in quanto gli apporti irrigui sono inferiori alle necessità evapotraspirative e quindi si ha un "richiamo" di acqua dallo strato profondo la cui umidità si riduce (da Xiloyannis *et al.*, 2012).

monitoraggio dell'umidità del suolo eseguito in azienda. In questo modo si possono correggere anche le informazioni provenienti dal sistema esperto ed effettuare una sorta di allineamento tra la situazione stimata dall'applicativo e quella misurata attraverso le sonde di umidità. Questa operazione potrebbe essere effettuata ad intervalli di 2-3 settimane.



## Irrigazione e adattamento al cambiamento climatico: l'esperienza emiliano-romagnola

Anche in Emilia-Romagna sono ormai evidenti gli effetti del cambiamento climatico in atto: i dati dell'ultimo decennio, rispetto a quelli del periodo 1961-90, indicano una anomala e sempre più concentrata distribuzione delle precipitazioni, con una diminuzione delle piogge estive di circa 50-100 mm ed un "trend" di incremento delle temperature, specie nei valori massimi e nelle escursioni giornaliere, con conseguente aumento di evapotraspirazione potenziale di altri 50-100 mm. Questi sommati agli altri portano ad un aumento del deficit idrico climatico di 100-200 mm (1000-2000 m<sup>3</sup>/ha), corrispondente ad un ampliamento delle necessità irrigue di circa il 20-25%, con sensibili incrementi di spesa energetica per gli agricoltori e i Consorzi di Bonifica.

### L'acqua distribuita dal CER nel 2012

Nel 2012 il Canale Emiliano Romagnolo ha garantito, senza interruzioni, l'acqua in tutto il suo ampio territorio (Province di Ferrara, Bologna, Ravenna, Forlì-Cesena, Rimini) giungendo al suo record storico di distribuzione, arrivato a 344 milioni di metri cubi, principalmente impiegata per l'irrigazione, ma anche per usi industriali e potabili, garantendo le produzioni delle colture irrigate, nonché una certezza idrica per l'industria, per il fiorente turismo estivo ed una sollievo per l'ambiente come contrasto alla subsidenza del territorio.

La siccità e la ricorrente mancanza d'acqua che hanno contraddistinto alcuni territori regionali stanno provocando una modificazione degli orientamenti circa i sistemi irrigui più comunemente impiegati. Dai dati del censimento 2010, rispetto al decennio precedente, emerge che gli agricoltori, tenendo conto del cambiamento climatico, del costo dell'irrigazione, del progresso raggiunto dalle tecnologie irrigue e della mutata remunerazione delle colture, hanno in maniera abbastanza sensibile modificato le proprie scelte, riducendo fortemente l'irrigazione sulle colture meno remunerative ed irrigando in maniera ormai sistematica i frutteti e la vite. In particolare, quasi il 90% dei frutteti è ormai irrigato, mentre 10 anni prima lo era solo il 60%, segno della corretta tendenza tecnica di impiantare i nuovi frutteti solo se sostenuti da acqua disponibile e da un impianto irriguo fisso.

La modificazione del regime delle piogge rende infatti ormai impossibile coltivare tali specie senza un sicuro ricorso alla pratica irrigua: l'adattamento in corso ha coinvolto anche i metodi irrigui impiegati, con un visibile passaggio da sistemi di bassa efficienza verso quelli più efficienti, e quindi capaci di determinare un uso più attento ed oculato delle risorse idriche. Questo grande segnale di sensibilità ambientale degli operatori agricoli del nostro territorio, oltre che di capacità di adattamento al cambiamento climatico, è rappresentato dal progressivo incremento della micro-irrigazione, che ha visto aumentare del 65% le superfici irrigate con tali sistemi negli ultimi 10 anni.

L'irrigazione a goccia sulle specie frutticole, abbinata all'applicazione dello stress idrico controllato, è stata indagata in anni di esperienze condotte dal Consorzio di Bonifica per il CER su pesco, susino, pero, melo e vite, con un sensibile miglioramento dell'efficienza d'uso dell'acqua irrigua e buoni risultati di risparmio idrico.

La tecnica dello stress idrico controllato (SIC o RDI, "Regulated Deficit Irrigation") su colture arboree consiste nel somministrare acqua in maniera differenziata nel corso della stagione vegetativa, inducendo deboli stati di stress idrico in quelle fasi in cui gli apporti idrici e nutrizionali sono indirizzati soprattutto ad uno sviluppo vegetativo della pianta, e dando viceversa una piena restituzione dei consumi idrici nelle fasi in cui acqua e metaboliti sono indirizzati ai frutti: lo scopo è quello di risparmiare acqua, ottenere un elevato standard di resa e qualità dei frutti, contenendo viceversa lo sviluppo vegetativo delle piante.

La ricerca scientifica sull'irrigazione ed il risparmio idrico effettuata dal CER negli ultimi 50 anni ha permesso di costruire il sistema esperto Irrinet che è in grado di consigliare all'agricoltore l'esatto momento di intervento irriguo ed il corretto volume d'adeguata (quando e quanto irrigare). Il sistema è basato su un bilancio idrico suolo/pianta/atmosfera, geo-referenziato e personalizzato per ogni punto del territorio regionale sulla base dei dati meteo, forniti giornalmente dal Servizio Meteorologico Regionale di ARPA-SIMC su una griglia spaziale 5x5 km<sup>2</sup>, degli apporti della falda ipodermica forniti dalle stazioni della rete di rilevamento regionale, delle caratteristiche del terreno (da carta regionale dei suoli o analisi aziendali puntuali), degli impianti irrigui e della coltura in ogni sua fase biologica di sviluppo della chioma e delle radici.

L'indicazione arriva all'agricoltore mediante Internet ed anche sul telefono cellulare dell'operatore agricolo con SMS semplici e precisi: sono stati più di 12.000 gli appezzamenti irrigati nel 2012 con il consiglio di Irrinet.

### Le problematiche del 2012

La stagione irrigua 2012 è stata pesantemente condizionata da un clima estremamente caldo e siccitoso, che ha in parte compromesso le produzioni, anche nel settore frutticolo, con notevoli riduzioni di resa dovute a "colpi di calore", a scarsa pezzatura e conservabilità dei frutti. La campagna 2012 è stata infatti preceduta da un inverno tra i più asciutti degli ultimi 50 anni, che ha determinato un deficit idrico al momento della ripresa vegetativa di oltre 100 mm, non compensati dalle precipitazioni del bimestre aprile-maggio; la stagione è poi proseguita con diverse ondate di calore e picchi di temperatura superiori ai 40°C e oltre 90 giorni senza precipitazioni di rilievo nel trimestre giugno-agosto. I valori di evapotraspirazione sono stati spesso superiori ai 6-7 mm/giorno, con un conseguente aumento dei volumi irrigui stagionali. Per contro, l'inverno successivo è stato tra i più piovosi degli ultimi 50 anni, con problemi di asfissia radicale alla ripresa vegetativa del 2013 in seguito all'innalzamento della falda ipodermica fino a 50 cm dal piano di campagna.

Il cambiamento climatico in atto negli ultimi anni e una variabilità climatica sempre crescente tra le annate, sta rendendo sempre più difficile, da parte degli agricoltori, l'individuazione tempestiva dell'inizio della stagione irrigua e di una corretta gestione delle irrigazioni, in particolare per coloro che adottano la micro-irrigazione. I problemi possono in parte essere ricercati nel dimensionamento degli impianti a goccia esistenti, in molti casi automatizzati e dimensionati con una pluviometria tale da restituire, nell'arco della giornata, considerando la rotazione dei vari settori dell'impianto, 4-5 mm al massimo. Questo era corretto considerando l'evapotraspirazione che si registrava fino a qualche anno fa, ma le ultime stagioni hanno visto aumentare sensibilmente i consumi di punta delle colture arboree, rendendo spesso insufficienti tali volumi: la parziale restituzione dei consumi, specie nel bimestre luglio-agosto, in cui si ha il massimo accrescimento dei frutti, ha portato spesso ad un prodotto di scarsa pezzatura.

La prolungata assenza di precipitazioni, e la necessità di continui apporti irrigui localizzati può aver provocato, inoltre, in taluni casi, un'eccessiva compattazione del terreno (e aumento della salinità in presenza di fertirrigazione) nella zona umettata con la micro-irrigazione.

→ segue

→ continua

Occorre pertanto porre la massima attenzione nella gestione degli impianti a goccia, con l'ausilio di sistemi esperti quali Irrinet, meglio se in interazione con un'adeguata sensoristica, sempre più diffusa e a buon mercato, per non vanificare gli indubbi vantaggi legati alla maggior efficienza di applicazione rispetto all'aspersione: tali risultati sono stati messi seriamente in discussione negli ultimi anni, specie nell'areale ferrarese, dove molti tecnici cominciano a prediligere e consigliare l'adozione, nei nuovi impianti, dell'irrigazione ad aspersione (o come ottimale il doppio impianto), anche per via dell'effetto climatizzante conseguente alla bagnatura diretta dei frutti (con positive influenze, per esempio, sulla colorazione delle mele o conseguenti al lavaggio della psilla nelle pere).

L'adozione di un doppio impianto irriguo è però difficilmente sostenibile dal punto di vista economico, comportando un grosso investimento iniziale ed un aumento dei costi energetici che le incertezze dei mercati non garantiscono di compensare: appare più ragionevole adattarsi alle mutate condizioni climatiche, indipendentemente dall'impianto irriguo impiegato, adottando una corretta gestione delle irrigazioni, restituendo volumi irrigui adeguati ai mutati consumi delle colture arboree.

La crescente probabilità di annate particolarmente siccitose impone comunque di studiare sempre nuove tecnologie migliorative capaci di incrementare ulteriormente l'efficienza d'uso dell'acqua anche nei sistemi micro-irrigui, in modo da evitare perdite d'acqua non produttive, dovute all'eccessiva localizzazione o a percolazioni profonde d'acqua. Tra queste si ricorda l'"ultra low drip irrigation" (ULDI), cioè l'irrigazione a goccia con bassissima portata, utilizzando ali gocciolanti di portata classica (2-4 l/ora) e quindi di facile filtrazione, con una distribuzione dell'acqua temporizzata in turni pluri-giornalieri di pochi minuti ogni ora, per 12-16 ore al giorno, gestiti da una apposita centralina, in modo da simulare una bassissima portata continua. I vantaggi più evidenti sono un mantenimento costante della tensione dell'acqua nel terreno, una minore percolazione dell'acqua in profondità con minor dilavamento di nutrienti, una minore compattazione della "cipolla" di terreno bagnata con un'ottimale relazione acqua/aria, nessun ruscellamento anche nei terreni baulati o declivi. Per enfatizzare gli effetti di risparmio idrico le linee gocciolanti possono essere interrate ("subsurface drip irrigation" SDI), con ulteriori vantaggi legati all'annullamento delle perdite per evaporazione dalla superficie del terreno, un maggior contatto acqua/radici e un miglior contenimento delle infestanti.

È consigliabile l'impiego di ali gocciolanti di tipo CNL ("compensative not leakage") "anti-gocciolamento", ovvero con i punti goccia che cessano l'erogazione quando l'impianto si spegne e la pressione cala sotto una certa soglia: questo consente di evitare lo svuotamento delle linee quando viene interrotta l'irrigazione, garantendo una ripresa dell'erogazione d'acqua immediata ed uniforme lungo tutta la linea, al riavvio dell'impianto. Tale metodologia, con le ali gocciolanti interrate a circa 10 cm di profondità, è stata testata su actinidia nella torrida estate 2012, a confronto con una irrigazione tradizionale con tubo impalcato fuori terra e gocciolatori ad inserimento. A conferma della maggior efficienza, l'ULDI interrata è stata in grado di mantenere la stessa umidità della goccia tradizionale, con un risparmio idrico del 30% del volume stagionale: la produzione è stata analoga, ma ottenuta con circa 1500 mc/ha in meno di acqua irrigua. ■

Stefano Anconelli  
Consorzio CER – Bologna

### È possibile correggere i valori del coefficiente culturale?

Si tratta di una procedura complessa e che può essere fatta da tecnici esperti di irrigazione con l'ausilio di attrezzature scientifiche anche sofisticate. Tuttavia, in frutticoltura si potrebbe utilizzare un metodo semplificato per individuare un correttivo per il  $K_c$ . Vale la pena ricordare che il coefficiente culturale, definito con procedure scientifiche, tiene conto degli aspetti dell'evapotraspirazione legati allo stadio di sviluppo della coltura (in particolare dell'area fogliare) e che include una media dell'evaporazione dal suolo ma non la traspirazione da parte dell'eventuale inerbimento, tranne i casi in cui questo sia espressamente indicato. Inoltre, il risultato della stima del fabbisogno irriguo mediante la formula dell'evapotraspirazione  $ET_c = ET_0 \times K_c$ , esprime le necessità idriche della coltura in condizioni non limitanti o "standard"; andrebbero previste situazioni particolari (es. carica di frutti, potature di ringiovanimento) in grado di influenzare lo sviluppo vegetativo (e quindi i fabbisogni irrigui) ed elaborati dei correttivi.

Quando si ha la possibilità di uti-

lizzare l'umidità del suolo e/o il potenziale idrico della pianta per aggiustare il volume irriguo da apportare (V) (per raggiungere un dato livello di umidità nel suolo o il valore ottimale di potenziale idrico) è possibile ricavare un più corrispondente valore di  $K_c$  appositamente corretto per il frutteto in esame. Infatti, dal rapporto tra il volume irriguo corretto ( $V_c$ ) e distribuito in un dato arco temporale e il valore di  $ET_0$  relativo allo stesso periodo si ricava un valore di  $K_c$  così corretto ( $K_c'$ )

$$V_c / ET_0 = K_c'$$

In questo modo si otterrebbe, per il periodo considerato, un  $K_c'$  medio adeguato delle reali condizioni dell'impianto in esame (sviluppo area fogliare, epoca di maturazione, portinnesto, vigoria, eventuale necessità di ridurre l'apporto di acqua in determinate fasi, ecc.), inclusa la traspirazione da parte dell'inerbimento, qualora presente. L'adozione di valori  $K_c'$  corretti (quasi personalizzati delle singole aziende) permetterebbe minori errori nella stima dei volumi irrigui per sopperire alla domanda di acqua da parte delle piante.



▲ Fig. 4 - Il monitoraggio dell'umidità del suolo si rende necessario (ogni 2-3 settimane) per azzerare eventuali discordanze fra il contenuto idrico del suolo reale e quello calcolato con il bilancio idrico operato dal sistema esperto. Nella foto, fase di installazione di una sonda di umidità del suolo con tecnologia FDR. Nella pratica irrigua i sensori per il monitoraggio dell'umidità del terreno non sono molto diffusi a causa del loro costo che risulta essere ancora elevato in particolare per i sensori più precisi.

## Concetti non applicati nella pratica

Riteniamo vi sia ancora una forte necessità di formazione e "training on the job". Molti operatori tecnici non sono in grado di intervenire, con opportuna cognizione di causa, nel gestire gli strumenti innovativi oggi-giorno a disposizione, che comunque necessitano di essere collaudati ed implementati *in situ* al fine di raggiungere una reale ottimizzazione della gestione dell'irrigazione. Occorre pertanto la presenza sul posto di reti di assistenza tecnica operanti velocemente, meglio se interattive e con trasmissione dei dati in tempo reale con le singole imprese. È molto rischioso operare alla cieca ed empiricamente se non si vogliono ripetere gli errori e le insufficienze emerse in annate come quella 2012.

## La fase di collaudo

Spesso il lancio di sistemi esperti e di assistenza all'irrigazione non è preceduto da un'adeguata fase di collaudo ed implementazione eseguita

su scala aziendale congiuntamente da esperti, ricercatori, tecnici di campo e imprenditori agricoli. Tale fase permetterebbe di affrontare le questioni critiche con i tecnici, renderli partecipi di questo processo, in modo da trasferire anche le conoscenze e le modalità di interazione. Se queste fasi di collaudo e implementazione venissero fatte anche con alcuni degli utenti finali, questi sarebbero più consapevoli e pronti a recepire ed applicare le innovazioni.

Esperienze passate testimoniano la disaffezione degli operatori chiamati ad usare un qualsiasi sistema esperto (senza una fase di collaudo/addestramento) al verificarsi della prima difficoltà o errore del sistema in termine di calcolo dei volumi irrigui. Infatti, di fronte al consiglio di irrigare quando il terreno era ancora bagnato, o di irrigare con volumi di acqua irrealistici, gli operatori hanno talvolta perso fiducia nella tecnologia ed abbandonato definitivamente l'uso di tale applicazione. Ci auguriamo dunque che, zona per zona, venga introdotta una rete di assistenza per orientare i frutticoltori. Da soli, infatti, è difficile che possano intervenire

senza conoscere le problematiche e le tecnologie disponibili.

## BIBLIOGRAFIA

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M., 1998. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, Rome.
- Di Lena B., M. Acutis, 2002. Confronto tra stime della evapotraspirazione di riferimento ai fini dell'assistenza tecnica irrigua in Abruzzo. Atti Convegno "L'agrometeorologia nel Mediterraneo", Acireale (CT), 6 - 7 Giugno.
- Gavilán P., I.J. Lorite, S. Tornero, J. Berengena, Regional calibration of Hargreaves equation for estimating reference ET in a semi-arid environment, *Agricultural Water Management*, Volume 81, Issue 3, 24 March 2006, Pages 257-281, ISSN 0378-3774, 10.1016/j.agwat.2005.05.001.
- Steduto P., T. C. Hsiao, E. Fereres, D. Raes, 2012. Crop yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper 66. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Xiloyannis C., Dichio B., Fereres E., Montanaro G., 2012. Apricot. In: -. Crop Yield response to water. Irrigation and drainage paper, vol. 66, ROMA:FAO, ISBN: 9789251072745
- Xiloyannis C., Montanaro G., Dichio B., 2012. Efficienza dell'uso dell'acqua e impronta idrica per i prodotti frutticoli. *Rivista di Frutticoltura*, 5: 54-, ISSN: 0016-2310. ■



# HERMES

www.hermesmulching.com

## IL VOSTRO PARTNER per lo sfalcio e il raccolto

### Specialisti nella raccolta a nastri da oltre 40 anni

**-50% tempo di raccolto  
con 0% di ammaccatura**  
albicocche, pesche, pere e mele

Info prove  
in campo  
Roberto Bognoli  
Sirmione  
347 2134105

**HM Fisarmonica** **NOVITÀ**

TAGLIO  
**VARIABLE**  
alta velocità di taglio

**HERMES Tecnofruit:**  
da utilizzare per 365 giorni l'anno

lavori con  
reti antigrandine

potatura e dirado

I-25019 SIRMIONE - Lugana BS, Via Prà Serà, 10 ☎+39 030 919487

I-39010 GARGAZZONE BZ ☎+39 0473 292160



**VISITATE IL NOSTRO**  
**[www.ips-plant.com](http://www.ips-plant.com)**

**Tél. 33 (0)4 75 90 92 89**  
**Fax 33 (0)4 75 51 80 41**

**Mail : [contact@ips-plant.com](mailto:contact@ips-plant.com)**

