

# Risparmio di acqua nella peschicoltura precoce con la tecnica dello stress idrico controllato

BARTOLOMEO DICHIÒ - CRISTOS XILOYANNIS - VITALE NUZZO - GIUSEPPE MONTANARO - ASSUNTA MARIA PALESE  
Dipartimento di Scienze dei Sistemi Culturali, Forestali e dell'Ambiente - Università della Basilicata - Potenza

L'adozione di tecniche di gestione risparmiatrici delle risorse idriche in agricoltura, ed in particolare, nella frutticoltura dell'Italia Meridionale, è di fondamentale importanza a fronte delle limitate disponibilità di tale risorse. La tecnica del deficit idrico controllato rappresenta un metodo di gestione dell'irrigazione che consente di ridurre i volumi irrigui da apportare alle colture frutticole (Behboudian e Mills, 1997). Tale metodo di gestione prevede la restituzione parziale delle necessità evapotraspirative della coltura in modo da raggiungere delle predefinite soglie di carenza idrica nel suolo e nella pianta. La riduzione degli apporti idrici può essere effettuata nelle fasi del ciclo annuale meno sensibili alla carenza idrica senza inficiare la qualità e la quantità della produzione. Durante il ciclo vegetativo delle piante a foglia caduca tre sono i momenti nei quali è possibile l'applicazione dello stress idrico controllato: nella fase di crescita lenta del frutto (cultivar a maturazione tardiva), in quella terminale di crescita del frutto (per mele e pere) ed in post-raccolta per tutte le specie ed, in particolare, per le cultivar precoci.

Numerose sono le evidenze sperimentali circa l'applicabilità della tecnica del deficit idrico controllato alle specie arboree da frutto (Shackel et al., 1997; McCutchan e Shackel, 1992; Naor, 2000).

Ricerca svolta per i primi due anni nell'ambito del progetto POM OTRIS e per il terzo anno nell'ambito del progetto PANDA, sottoprogetto "Irrigazione sostenibile" e CNR "Irrigazione sostenibile in colture arboree strategiche nel Mezzogiorno".

Nel caso di cultivar di pesco a maturazione precoce, l'irrigazione, nella lunga fase che va dalla fine della raccolta alla caduta foglie (giugno-novembre), può essere gestita in modo da poter ridurre i volumi irrigui impiegati. Tale riduzione, anche se applicata nella fase post-raccolta, deve essere oculata evitando di creare stress severi, che abbiano effetti negativi sia sull'accumulo delle sostanze di riserva sia sulla qualità dei fiori e, quindi, sulla produzione dell'anno successivo (Xiloyannis et al., 1993).

L'obiettivo generale della sperimentazione è stato quello di verificare la possibilità di ottimizzare l'uso della risorsa idrica attraverso l'applicazione dello stress idrico controllato durante la fase post-raccolta della cv. Springcrest.

## Materiali e metodi

La sperimentazione, di durata triennale, è stata condotta nel Sud Italia (Montescaglioso - MT, N 40° 20', E

16° 48'), in ambiente climatico caldo-arido (precipitazione media annua di 500 mm), in un pescheto di 0,48 ha della cv. Springcrest/GF677, allevato ad Y trasversale (sesto d'impianto di 4,5 x 2 m.)

Il suolo era di medio impasto con una buona capacità di ritenzione idrica e l'irrigazione è stata effettuata con un impianto a goccia (2 gocciolatori pianta<sup>-1</sup>, 10 l h<sup>-1</sup>).

Durante i tre anni della ricerca, nel periodo germogliamento-raccolta è stato assicurato un rifornimento idrico pari al 100% dell'evapotraspirazione colturale (ETc), tale da conseguire nel suolo contenuti idrici prossimi al 70-80% della capacità di campo.

Nella fase post-raccolta, invece, sono state differenziate tre tesi. Nella prima tesi (controllo), è stato restituito il 100% dell'ETc (tesi 100% Etc), mentre nelle altre due tesi la restituzione idrica è stata rispettivamente del 50 e del 25% dell'ETc (tesi 50% Etc e 25% Etc).

I consumi idrici della coltura sono

TAB. 1 - VOLUMI IRRIGUI APPORTATI NEI TRE ANNI DI SPERIMENTAZIONE.

Anno	Germ. Raccolta	Post raccolta			Volume irriguo stagionale		
		100% Etc	50% Etc	25% Etc	100% Etc	50% Etc	25% Etc
(m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup> )							
1999	1195	2366	1252	694	3561	2447	1889
2000	2112	5427	3618	2486	7539	5730	4598
2001	1447	5215	2746	1388	6662	4193	2835



stati calcolati secondo il metodo evapotraspirometrico ( $ET_c = ETo \times Kc \times Kr$ ).

In marzo, aprile, maggio e giugno quali valori dei coefficienti culturali ( $Kc$ ) sono stati considerati nell'ordine 0,5, 0,75, 0,95 e 1,0 (Allen et al., 1998).

La domanda idrica (D.I.) del pescheto è stata calcolata su base giornaliera secondo la relazione del bilancio idrico semplificato:  $D.I. = ET_c - Pu$ .

I volumi irrigui distribuiti nelle tesi stressate sono stati corretti in modo che le piante non superassero i valori soglia dei potenziali idrici fogliari rilevati all'alba pari a  $-0,7$  MPa nella tesi 50%  $ET_c$  e di  $-1,2$  MPa nella tesi 25%  $ET_c$ .

Durante la prova sono state effettuate le seguenti misurazioni:

- stato idrico della pianta, monitorato con misure del potenziale idrico fogliare all'alba (Predawn leaf water Potential,  $\Psi_{wpd}$ ) e dello stelo (Stem Water Potential,  $\Psi_{wstem}$ ) nelle ore più calde della giornata (13:00-14:00);

- attività fotosintetica e traspirativa delle foglie, valutata con sistema aperto, ADC-LCA4;

- accrescimenti vegetativi dei succhioni, brindilli e rami misti, misurati con metodo non distruttivo;

- concentrazione di carboidrati solubili, determinata con il metodo dell'antrone su rami di 1 anno e radici di diametro 1-5 mm;

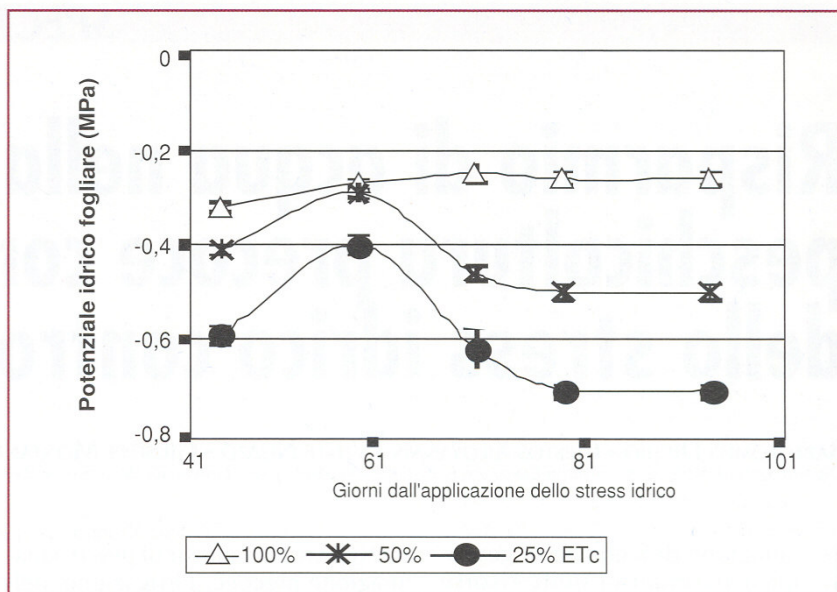
- produzione misurata su 15 piante per tesi;

- qualità dei frutti (pezzatura, peso medio, contenuto in solidi solubili ( $^{\circ}Brix$ ), consistenza della polpa e colore).

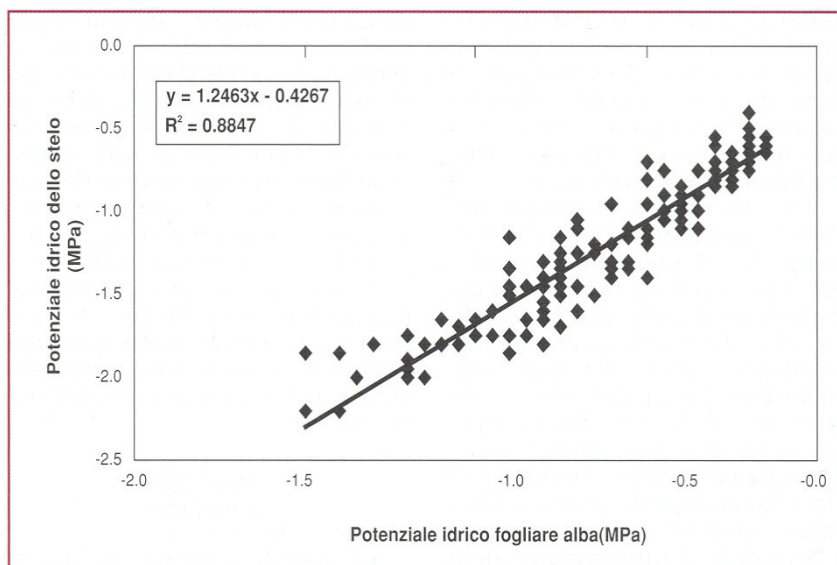
## Risultati e discussione

### Volumi idrici e stato idrico del suolo

I volumi irrigui distribuiti nelle differenti tesi sono riportati in Tabella 1. Il volume irriguo stagionale nella tesi 100%  $ET_c$  è stato di 3.562, 7.539, 6.662  $m^3 ha^{-1}$ , rispettivamente per il terzo, quarto e quinto anno dall'impianto. Il volume irriguo nella fase post-raccolta rappresenta una quota oscillante tra il 66 e il 78% del volume irriguo stagionale. Nella tesi con una restituzione del 50% dell' $ET_c$  nella fase post-raccolta, che complessivamente è stata quella che ha



▲ Fig. 1 - Andamento del potenziale idrico fogliare misurato all'alba durante il primo anno di sperimentazione.



▲ Fig. 2 - Correlazione tra potenziale idrico fogliare misurato all'alba e potenziale idrico dello stelo misurato nelle ore più calde della giornata (valori dei tre anni).

mostrato risultati più interessanti, i volumi irrigui totali sono stati pari a 2.447, 5.730 e 4.193  $m^3 ha^{-1}$  rispettivamente per i tre anni considerati.

### Stato idrico della pianta e scambi gassosi

Nel primo anno di prova è stato misurato il potenziale idrico fogliare all'alba ( $\Psi_{wpd}$ ) che costituisce certamente il parametro più sensibile per determinare lo stato idrico della pianta ed indirettamente il contenuto idrico del suolo (Xiloyannis et al., 1980; Jones et al., 1985). Nel controllo il valore del parametro ha oscillato tra

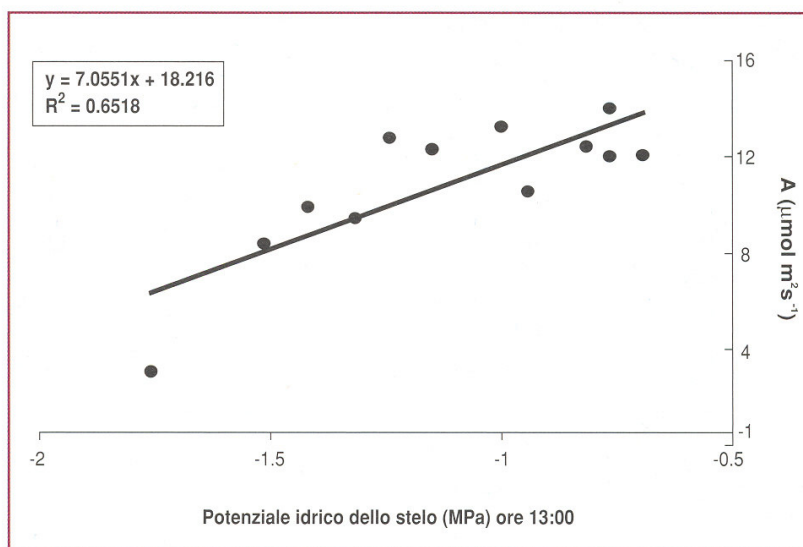
$-0,2$  e  $-0,3$  MPa mentre, nelle tesi 50%  $ET_c$  e 25%  $ET_c$  ha raggiunto, rispettivamente, valori massimi di  $-0,5$  e  $-0,75$  MPa (Fig. 1). Nei due anni seguenti il  $\Psi_{wpd}$  nelle tesi 50%  $ET_c$  e 25%  $ET_c$  ha raggiunto, nell'ordine, valori prossimi a  $-0,7$  e  $-1,2$  MPa (dati non presentati).

In susino, melo, nettarine e vite è stata individuata una buona correlazione tra potenziale idrico dello stelo, misurato nelle ore più calde, e la fotosintesi, la conduttanza stomatica e la crescita del frutto (Shackel et al., 2000; Naor, 2000). Il confronto tra i



valori del  $\Psi_{wpd}$  e quelli del  $\Psi_{wstem}$  misurati nell'ora più calda evidenzia una buona correlazione tra i due parametri (Fig. 2). Così come riportato in letteratura, i valori di  $\Psi_{wstem}$  sono risultati correlati con l'attività fotosintetica della pianta (Fig. 3). L'esistenza di relazioni tra la misura dei due potenziali permette di superare i problemi logistici legati alla misura del potenziale idrico all'alba. Inoltre, la correlazione tra i valori di  $\Psi_{wstem}$  ed alcuni importanti parametri fisiologici è particolarmente utile per l'individuazione di momenti critici per la coltura e di valori soglia per l'intervento irriguo.

Nella fase post-raccolta le piante ben irrigate, ( $\Psi_{wpd}$  di  $-0,3$   $-0,4$  MPa), hanno presentato valori medi di  $\Psi_{wstem}$  compresi tra  $-0,9$  a  $-1,0$  MPa, le piante sottoposte a stress idrici moderati, (tesi 50% ETC), pur raggiungendo valori di  $\Psi_{wstem}$  variabili da  $-1,5$  a  $-1,7$  MPa, non hanno manifestato conseguenze negative sulla produzione degli anni successivi. I valori di  $\Psi_{wstem}$  precedentemente riportati potrebbero essere usati quali valori soglia post-raccolta per piante ben irrigate e piante sottoposte a leggero stress idrico controllato.



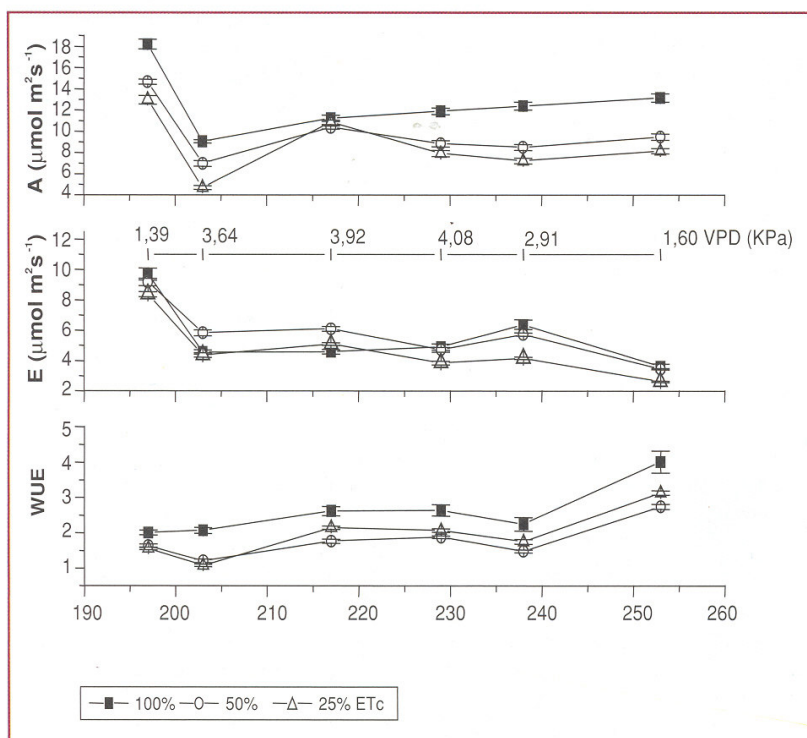
▲ Fig. 3 - Correlazione tra potenziali idrico dello stelo e fotosintesi netta misurata alle ore 10:00 (i punti rappresentano i valori medi di 4-5 letture).

La caduta nel valore di potenziale idrico, conseguente alla riduzione degli apporti idrici nella fase post-raccolta, ha comportato, nelle tesi stressate, un'evidente riduzione dell'attività fotosintetica (A) associata ad una minore efficienza dell'uso dell'acqua (WUE) (Fig. 4). Come indica-

to (Shackel et al., 2000), in condizione di moderati livelli di stress ( $\Psi_{wstem}$   $-1,5$  MPa), la leggera riduzione dell'attività fotosintetica della singola foglia, nell'economia generale della pianta, può essere controbilanciata dalla riduzione nella velocità di crescita degli apici vegetativi che rappresentano, nella fase post-raccolta, i principali utilizzatori della risorsa carboniosa organica.

#### Attività vegetativa

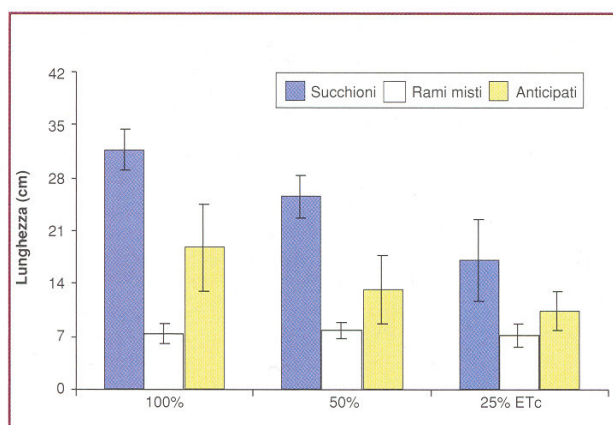
La condizione di deficit idrico incide maggiormente sulla crescita vegetativa per allungamento piuttosto che sull'attività fotosintetica (Mills et al., 1996). Nel periodo giugno-ottobre, le tesi 50% ETC e 25% ETC hanno visto ridurre significativamente la crescita dei succhioni e degli anticipati rispetto alla tesi controllo (Fig. 5). La crescita dei rami misti, che rappresentano il potenziale produttivo



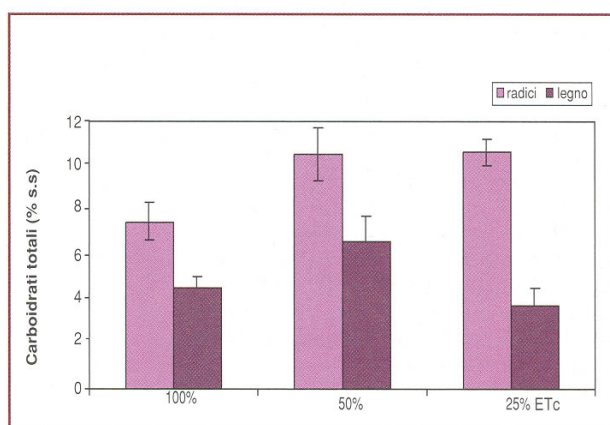
▲ Fig. 4 - Andamento della fotosintesi (A), traspirazione (E) ed efficienza dell'uso dell'acqua (WUE) misurata alle ore 10:00 in piante di pesco sottoposte a differenti regimi idrici.

TAB. 2. - PRODUZIONI OTTENUTE NEI DUE ANNI DI SPERIMENTAZIONI NELLE TRE TESI A CONFRONTO

Anno	Produzione t*ha <sup>-1</sup>		
	100% ETC	50% ETC	25% ETC
2000	22,6 a	21,0 ab	18,1 b
2001	19,2 a	16,6 a	17,1 a



▲ Fig. 5 - Crescita di succhioni, rami misti ed anticipati nelle tre tesi a confronto, da fine giugno a inizio ottobre (media dei tre anni).



▲ Fig. 6 - Concentrazione di carboidrati riducenti solubili nelle radici e nei rami misti delle piante delle tesi a confronto (rilievo effettuato a novembre del secondo anno).

della pianta per l'anno successivo, non è risultata significativamente differente nelle tre tesi. La quantità totale di materiale di potatura secca e verde è risultata ridotta di circa 30% nelle tesi stressate rispetto al controllo.

Nelle piante sottoposte a stress intermedio, (tesi 50% ETC), è stato riscontrato un maggiore accumulo di carboidrati totali nelle radici e nei rami misti misurati nel periodo corrispondente alla caduta delle foglie (Fig. 6). Tale evidenza sarebbe imputabile alla riduzione nella crescita vegetativa che determinerebbe una maggiore disponibilità di fotoassimilati per altri centri di richiamo (sink) quali gli organi di riserva (Mills et al., 1996). Nella stessa tesi, inoltre, è stato riscontrato un maggiore accumulo di azoto nelle gemme a fiore in prossimità della fioritura (Fig. 7). Nelle caducifoglie, in particolare, il maggior accumulo di carboidrati e di N

negli organi di riserva ha risvolti positivi sulla fase della ripresa vegetativa che si realizza esclusivamente grazie alle riserve accumulate nel precedente ciclo annuale.

In definitiva, in accordo con Bolland et al. (2000), il controllo della vigoria dovuta a stress idrici contenuti riduce la competizione per gli assi-

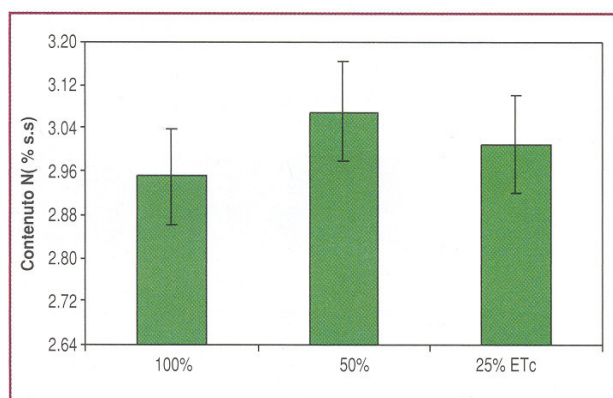
milati tra i tessuti di riserva e gli apici vegetativi, migliora l'intercettazione della luce e riduce gli interventi di potatura verde.

#### Quantità e qualità della produzione

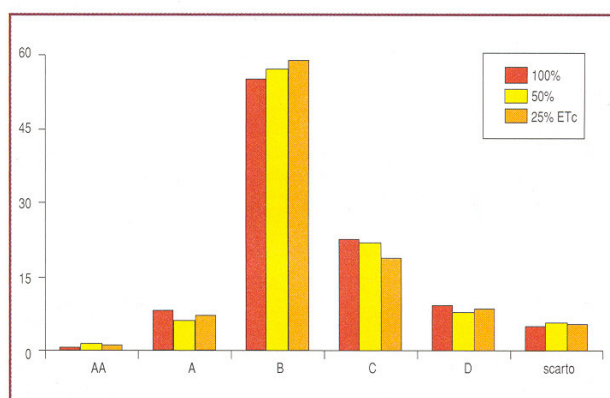
Nel secondo anno di sperimentazione, la produzione media per ettaro è risultata inferiore nella tesi 25%

TAB. 3 - QUALITÀ DEI FRUTTI ALLA RACCOLTA.

Parametro	Anno 2000			Anno 2001		
	100% ETC	50% ETC	25% ETC	100% ETC	50% ETC	25% ETC
Durezza polpa (Kg cm <sup>-2</sup> )	7,2 ± 0,8	5,6 ± 1,3	5,8 ± 1,2	7,9 ± 0,5	6,6 ± 0,7	8,0 ± 0,7
°Brix	10,9 ± 0,4	11,3 ± 0,3	10,8 ± 0,4	9,1 ± 0,4	9,1 ± 0,8	9,2 ± 0,7
Frutti scartolati (%)	4,0 ± 0,2	9,3 ± 0,4	8,7 ± 0,3	34,4 ± 3,0	27,8 ± 1,1	35,6 ± 9,9



▲ Fig. 7 - Concentrazione di azoto nelle gemme a fiore prima della fioritura (rilievo effettuato il secondo anno).



▲ Fig. 8 - Classi di pezzatura dei frutti alla raccolta nei tre trattamenti (media 2000-2001).



ETc rispetto a quella del controllo e del 50% ETc; nessuna differenza statisticamente significativa si è riscontrata nella produzione del terzo anno (Tab. 2).

La consistenza della polpa ed il grado rifrattometrico ( $^{\circ}$ Brix) dei frutti non hanno presentato, negli anni di sperimentazione differenze statisticamente significative (Tab. 3). In generale, in entrambe le tesi con deficit idrico, rispetto alla tesi 100% ETc, è stato osservato un aumento della pezzatura media dei frutti (dati non presentati) e, in particolare, una percentuale più elevata di frutti appartenenti alla classe di pezzatura B (Fig. 8). La percentuale di frutta sciolta, nel 2000, è stata leggermente più elevata nelle tesi stressate, mentre, nel 2001, è stata misurata un'elevata percentuale di frutti sciolati con minime differenze tra le tesi (Tab. 3). Il fenomeno dei frutti sciolati sarebbe attribuibile più a fattori ambientali, quali oscillazioni di temperatura nelle fasi di sviluppo del frutto determinanti discontinuità nel ritmo di crescita, che a carenze idriche.

### Conclusioni

La tesi con restituzione del 50% dell'ETc è quella che complessivamente ha fornito i risultati più interessanti. La soddisfacente produzione ottenuta con tale tipo di gestione dell'irrigazione associata alla riduzione del volume irriguo stagionale di 1.000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 1.800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 2.400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> per il primo, secondo e terzo anno rispetto alla tesi controllo, ne suggerisce l'adozione quale modello di applicazione del deficit idrico per le cultivar di pesco a maturazione precoce per l'ottimizzazione dell'irrigazione e del risparmio della risorsa idrica.

### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i tecnici Antonio Ditaranto e Mario Pompeo per la fattiva collaborazione nell'esecuzione di rilievi di campo e per l'elaborazione dei dati.

### SUMMARY

The aim of this paper was to identify how to minimise irrigation water use by applying regulated deficit irrigation (RDI) during phenological stages least sensitive to water deficit.

The effect of two different levels of RDI were studied in a peach orchard (cv. Springcrest). From bud break to

harvest, irrigation was managed by applying 100% of ETc, while from harvest to early autumn, irrigation was equivalent to 100%, 50% and 25% of ETc. During a 3-year trial, no significant reductions in yield or quality were found for the 50% ETc treatment, whereas about 1,000, 1,800 and 2,400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> of water were saved in the first, second and third years. The 25% treatment did reduce quality and yield significantly. Where water is in short supply there is a clear benefit to be obtained through the use of 50% RDI during the post-harvest period – especially for early-harvest peaches.

### RIASSUNTO

L'obiettivo generale della sperimentazione è stato quello di verificare la possibilità di ottimizzare l'uso della risorsa idrica, attraverso applicazione di stress idrico controllato nelle fasi fenologiche meno sensibili alla carenza idrica.

La sperimentazione è stata condotta per tre anni in un pescheto allevato ad Y trasversale con sesto 4,5 x 2 m della cv. Springcrest innestata su GF677. Nei tre anni della ricerca, nel periodo germogliamento-raccolta, è stato assicurato un rifornimento idrico pari al 100% dell'evapotraspirazione culturale.

Nella fase post-raccolta, invece, sono state differenziate tre tesi. Nella tesi di controllo è stato restituito il 100% dell'ETc (tesi 100% ETc), mentre nelle altre due tesi la restituzione idrica è stata rispettivamente del 50 e del 25% dell'ETc (tesi 50% ETc e 25% ETc).

La tesi con restituzione del 50% dell'ETc è quella che complessivamente ha fornito i risultati più interessanti. La soddisfacente produzione ottenuta con tale tipo di gestione dell'irrigazione associata alla riduzione del volume irriguo stagionale di 1.000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 1.800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 2.400 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> nel primo, secondo e terzo anno, ne suggerisce l'adozione quale modello di applicazione del deficit idrico per le cultivar di pesco a maturazione precoce.

### BIBLIOGRAFIA

- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. (1998) - Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirement. Irrigation and Drainage, Paper n. 56, FAO, Rome.
- Behboudian M.H., Mills T.M. (1997) - Deficit Irrigation in deciduous orchard. Horticultural



tural Reviews, Jules Janick (ed.), Vol. 21, 105-131.

Boland A.M., Jerie P.H., Mitchell P.D., Goodwin I. (2000) - Long-term effects of restricted root volume and regulated deficit irrigation on peach: I Growth and mineral nutrition. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 125 (1): 135-142.

Jones H.G., Lakso A.N., Syvertsen J.P. (1985) - Physiological control of water status in temperate and subtropical fruit trees. Hort. Rev., 7: 301-344.

McCutchan H., Shackle K.A. (1992) - Stem-water as sensitive indicator of water stress in Prune trees (*Prunus domestica* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci., 117 (4): 607-611.

Mills T.M., Behboudian M.H., Clothier B.E. (1996) - Water relation growth, and the composition of 'Braeburn' apple fruit under deficit irrigation. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 121 (2): 286-291.

Naor A. (2000) - Midday stem water potential as a plant water stress indicator for irrigation scheduling in fruit trees. Acta Hort., 537 (1): 447-454.

Shackle K.A., Ahmadi H., Biasi W., Buchner R., Goldhamer D., Gurusinge S., Hasey J., Kester D., Krueger B., Lampinen B., McGourty G., Micke K., Mitcham E., Olson B., Pelletrau K., Philips H., Ramos D., Schwankl L., Sibbett S., Snyder R., Southwick S., Stevenson M., Thorpe M., Weinbaum S., Yeager J. (1997) - Plant water status as an index of irrigation need in deciduous fruit trees. Hort Technology, 7 (1): 23-29.

Shackle K. (2000) - The relation of midday stem water potential to the growth and physiology of fruit trees under water limited conditions. Acta Hort., 537 (1): 425-430.

Xiloyannis C., Uriu K., Martin G.C. (1980) - Seasonal and diurnal variations in abscisic acid, water potential, and diffusive resistance in leaves from irrigated and non-irrigated peach trees. Journal of the American Society for Horticultural Science, 105 (3): 412-415.

Xiloyannis C., Nuzzo V., Dichio B. (1995) - Tecniche culturali e gestione del suolo per la peschicoltura meridionale. Atti del Convegno "Ricerca e innovazione per la peschicoltura meridionale" - Sibari (CS), 1-2 giugno: 219-249. ■