

COME FRONTEGGIARE L'EMERGENZA IDRICA

# Proposte per contenere i danni da siccità alle piante da frutto

CRISTOS XILOYANNIS - GIUSEPPE MONTANARO - ADRIANO SOFO

Dipartimento di Produzione Vegetale - Università della Basilicata - Potenza

Gli effetti della siccità degli ultimi anni, particolarmente oppressivi nelle regioni meridionali, impongono nuovi criteri per massimizzare l'efficienza dell'uso delle poche risorse idriche disponibili. Dalla gestione del suolo alla scelta dei sistemi di allevamento e potatura, dalla programmazione dei metodi irrigui a quella dei sistemi di fertilizzazione.

La scarsa piovosità degli ultimi due anni, in particolare nel periodo autunno-inverno 2001-2002, non ha contribuito alla ricarica dei suoli, delle falde superficiali e degli invasi artificiali (Tabb. 1 e 2).

In alcune regioni meridionali la situazione si presenta in maniera drammatica, in quanto, oltre alla scarsa piovosità, la domanda evapotraspirativa molto elevata e la prolungata permanenza delle foglie sulla pianta, rispetto alle regioni dell'Italia settentrionale (Fig. 1), contribuiscono ad aumentare il deficit idrico ambientale, che raggiunge livelli tali da non permettere la sopravvivenza della maggior parte delle specie arboree da frutto, salvo intervenire con l'irrigazione.

Gli effetti sulla pianta della carenza idrica nel suolo non sono sempre negativi. Una limitata disponibilità idrica talvolta può avere effetti positivi in particolare sulla qualità del prodotto e sull'efficienza dell'uso dell'acqua da parte della pianta.

Dal punto di vista fisiologico,

TAB. 1 - PIOVOSITÀ (MM) IN PUGLIA E BASILICATA NEGLI ULTIMI DUE ANNI E VARIAZIONE (%) RISPETTO ALLA PIOVOSITÀ MEDIA DEL PERIODO 1989-1999 IN BASILICATA E 1991-1999 IN PUGLIA.

	Basilicata		Puglia	
	2000	2001	2000	2001
Gen	4,3	170	12,9	82,2
Feb	29,7	35,2	57,8	17,6
Mar	16,8	20,6	22,4	14,4
Apr	26,7	-4,2	30,1	46,4
Mag	32,9	35,3	15,8	11,4
Giu	6,3	-0,6	12,5	11,2
Lug	0,8	0	7,6	8,6
Ago	0	-6,6	1,0	1,6
Set	8,2	7,8	5,2	5,4
Ott	96,3	6,8	14,8	5,4
Nov	40,4	14	50,8	53,4
Dic	114	56,8	33,6	57,6
<b>Totale</b>	<b>376</b>	<b>388</b>	<b>264,5</b>	<b>315,2</b>
<b>%</b>	<b>-21,8</b>	<b>-19,3</b>	<b>-43,8</b>	<b>-33,1</b>

Fonti: Basilicata: SAL - ALSIA; Puglia: Asso.Co.Di Puglia.

per "stress da carenza idrica" s'intende quella condizione in cui i quantitativi di acqua assorbita dal suolo e quelli dai vari organi della pianta ceduti al flusso traspirativo non soddisfano la domanda traspirativa dell'ambiente. La pianta reagisce di conseguenza, limitando l'attività traspirativa e fotosintetica. Uno stress idrico fisiologico si può verificare anche in caso di condizioni idriche ottimali del suolo in ambienti con elevata domanda eva-

potraspirativa durante le ore più calde della giornata, in particolare in quelle specie caratterizzate da tessuti con bassa "capacitanza" (es. actinidia) e/o da uno squilibrato sviluppo tra la parte aerea e quella radicale.

È fondamentale, quindi, conoscere il momento in cui la pianta entra in stress fisiologico, ma ancor più importante è la conoscenza degli effetti della carenza idrica sull'attività vegetativa, sulla produzione e sulla

TAB. 2 - DISPONIBILITÀ IDRICA TOTALE NEGLI INVASI (MILIONI DI M3) RISPETTO ALLA LORO CAPACITÀ UTILE COMPLESSIVA (%), IN ALCUNE REGIONI MERIDIONALI.

	Disponibilità al 30 gennaio 2002	% della capacità totale al 30 gennaio	
		2002	2001
Basilicata	54,46	7,1	35,6
Puglia	18,14	4,0	9,5
Sardegna	331,95	24,4	96,0
Sicilia	179,24	20,8	13,9

Fonte: Inea.

Lavoro svolto nell'ambito del progetto "Panda", Sottoprogetto Irrigazione Sostenibile, del MIPAF.

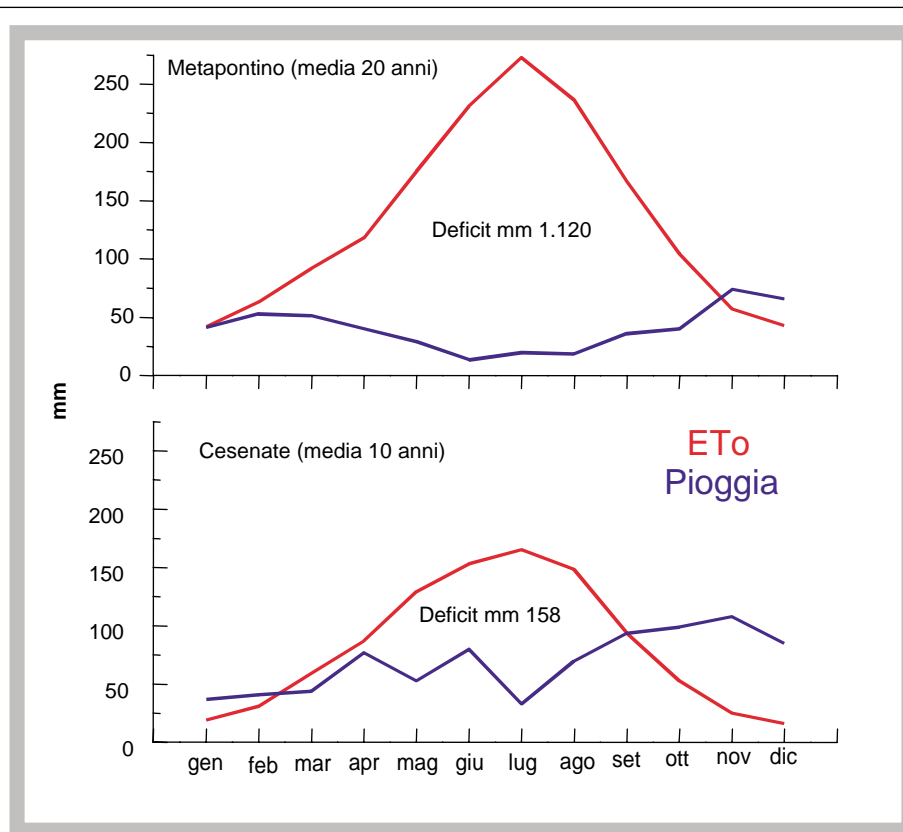


Fig. 1 - Evapotraspirazione di riferimento (ETo) e precipitazioni nel Metapontino (media 1981-2000) e nel Cesenate (media 1991-2000). Consorzio di Bonifica Emiliano-Romagnolo e Alsia.

qualità del prodotto dell'anno in corso e di quelli successivi.

### L'importanza del suolo nel trattenere l'acqua delle piogge

Il suolo può immagazzinare notevoli quantitativi di acqua provenienti dalle piogge, in particolare modo durante l'autunno e l'inverno, quando il consumo idrico da parte delle specie caducifoglie è nullo.

Terreni profondi di medio impasto possono trattenere fino a circa  $2.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , se si considera lo sviluppo dell'apparato radicale fino alla profondità di 1 m. L'acqua contenuta in tale volume di suolo può soddisfare il 30-40% del consumo idrico annuale di un frutteto. Nei terreni leggeri, superficiali ed in quelli con falda freatica superficiale, in cui l'apparato radicale non può svilupparsi in profondità, il quantitativo di acqua immagazzinabile è molto limitato e, conseguentemente, le piante sono più esposte ai danni per la carenza idrica.

Nei terreni con elevata capacità di ritenzione idrica ( $1.500\text{-}2.000 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) ed in assenza di irrigazione, il contenuto idrico del suolo decresce lentamente durante l'anno per-

mettendo alla pianta di adattarsi e limitare così i danni da stress idrico. Al contrario, in terreni leggeri e/o superficiali ed in caso di apparato radicale superficiale (es. portinnesti poco vigorosi, presenza di falda freatica superficiale, terreni pesanti con scarsa capacità di drenaggio, impedimenti meccanici che ostacolano l'esplorazione da parte delle radici degli strati di suolo più profondi), la riserva idrica è molto limitata. Ne conseguono rapide variazioni di umidità del suolo e di turgore dei vari tessuti vegetali, che arrecano danni maggiori alle pian-

te, impossibilitate ad adattarsi in breve tempo allo stato di carenza idrica.

La carenza idrica, verificatasi in molte regioni negli ultimi due anni, non ha permesso l'effettuazione di un'irrigazione "ottimale" durante la stagione irrigua scorsa, obbligando le piante a consumare le riserve idriche contenute negli strati di suolo più profondi. La situazione si presenta più grave nei frutteti sempreverdi e/o sovesciati o inerbiti. Il mancato ripristino delle riserve idriche del suolo durante il periodo autunno-inverno 2001-2002, a causa della scarsità delle precipitazioni, ha determinato una situazione anomala per i frutteti all'inizio della nuova stagione vegetativa: l'apparato radicale si è trovato in un ambiente caratterizzato da scarsa disponibilità idrica, in particolare negli orizzonti più profondi, e da una concentrazione molto elevata dei diversi sali apportati con l'acqua d'irrigazione negli anni precedenti (Tab. 3).

È venuta a mancare, in definitiva, l'acqua del "contenitore" presente solitamente all'inizio di ogni stagione vegetativa, che rappresenta un valido "ammortizzatore" per sopperire ad eventuali periodi di carenza idrica.

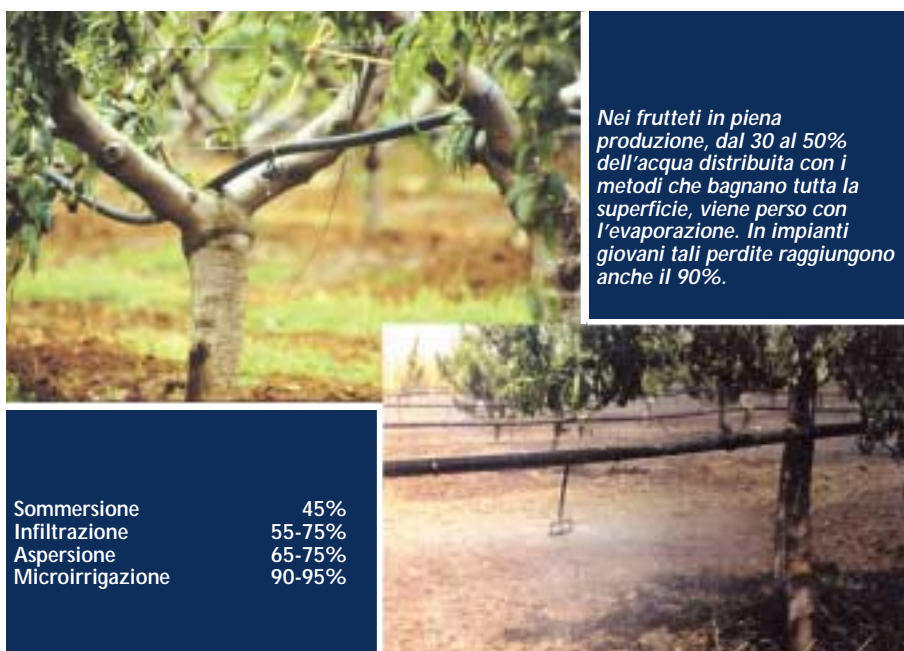
Carenza idrica e crescita vegetativa

Uno stato di stress idrico verificatosi durante l'autunno precedente potrebbe avere un effetto sulla crescita vegetativa dell'anno successivo, probabilmente dovuto alla scarsa qualità delle gemme ed al mancato ripristino delle sostanze di riserva nel legno. Uno stato di carenza idrica che si verifichi durante la fase di crescita per allungamento dei germogli induce una riduzione

TAB. 3 - APPORTO DI ELEMENTI MINERALI E DI ALTRI COMPOSTI CHIMICI NEL SUOLO DI UN PESCHETO IN PIENA PRODUZIONE IRRIGATO ( $7.000 \text{ M}^3 \text{ HA}^{-1}$ ) CON LE ACQUE DEI POZZI DELLA VAL D'AGRI IN BASILICATA, CONSIDERANDO LE ASPORTAZIONI\* DA PARTE DI UN PESCHETO IN PIENA PRODUZIONE.

	Accumulo ( $\text{kg ha}^{-1}$ )		Asportazioni in 15 anni	$\Delta$
	1 anno	15 anni		
Cloruri	1.036	15.540	-	15.540
Solfati	511	7.665	-	7.665
Bicarbonati	2.303	34.545	-	34.545
Sodio	1.218	18.270	-	18.270
Magnesio	406	6.090	45	6.045
Calcio	924	13.860	45	13.815
Azoto	37	555	1.350	-798
Potassio	112	1.680	560	1.120

\* Considerando una produzione di  $25 \text{ t ha}^{-1}$  e il materiale di potatura asportato dall'azienda.



del ritmo di tale crescita e, di conseguenza, il contenimento dell'area fogliare. In generale, nelle caducifoglie le dimensioni delle foglie non sono influenzate dalla carenza idrica, a differenza del diametro del tronco, delle branche e dei germogli; la lunghezza dei succhioni ed il numero di anticipati risultano sensibili allo stress idrico (Fig. 2).

Per quanto riguarda l'olivo e gli agrumi, la cui funzionalità fogliare al Sud Italia è favorita dalle condizioni ambientali anche nel periodo autunno-inverno, la mancata crescita radiale dovuta ad una eventuale carenza idrica durante la primavera-estate non desta preoccupazioni, in quanto viene recuperata non appena è ripristinato un livello sufficiente di umidità nel suolo. In generale, dopo un inverno piovoso, durante il quale è avvenuto il ripristino delle riserve idriche del suolo, è raro il verificarsi di uno stress idrico durante la prima fase di crescita dei germogli in quei frutteti con un apparato radicale che ha esplorato una buona parte del volume di suolo a sua disposizione. La situazione può risultare molto critica nei terreni leggeri e superficiali, nei gio-

vani frutteti con apparato radicale molto limitato e per i portinnesti (Tab. 4) caratterizzati da uno sviluppo contenuto e prevalentemente concentrato negli strati superficiali del suolo. Negli anni in cui la piovosità nel periodo invernale è molto scarsa e insufficiente a ristabi-

lire le riserve idriche del suolo, gli effetti negativi sulla crescita vegetativa saranno molto evidenti, non solo sulla quantità, ma anche sulla qualità, in quanto la limitata disponibilità idrica ostacola anche l'assorbimento ed il trasporto degli elementi minerali. La riduzione della crescita vegetativa nei frutteti giovani può ritardare il completamento della struttura permanente dell'albero e quindi il raggiungimento della fase di piena produzione.

Nei frutteti che hanno completato la loro struttura permanente, una ridotta crescita vegetativa, dovuta ad una carenza idrica verificatasi o indotta ("stress idrico controllato") durante le fasi meno sensibili del ciclo annuale (Tab. 5), può avere un effetto positivo sia sulla qualità del prodotto sia sull'efficienza dell'uso dell'acqua da parte della pianta.

Il 70% circa della sostanza secca che annualmente un frutteto investe nella parte aerea serve per sostenere il ciclo vegetativo (Tab. 6), determinando spesso problemi di ombreggiamento all'interno della chioma (frutteti con elevata densità, forme di allevamento ad Y trasversale, fu-

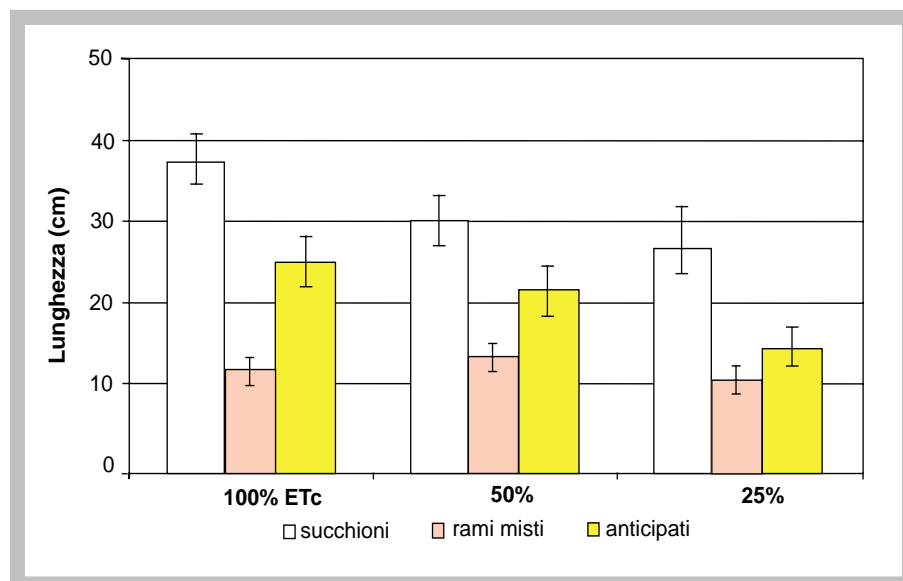


Fig. 2 - Crescita in diversi tipi di ramo registrata da fine giugno all'inizio di ottobre in piante di pesco sottoposte a diversi regimi idrici (da Dichio et al., 2001). ETC = evapotraspirazione culturale.

TAB. 4 - VOLUME DI SUOLO ESPORATO DALLE RADICI DI PESCO (CV VEGA, M 4,5 × 1,25) E DI ACTINIDIA (CV HAYWARD, M 4,5 × 3,0) NEI PRIMI QUATTRO ANNI DALL'IMPIANTO (RIELABORATA DA XILOYANNIS ET AL., 1993).

Anni	Volume esplorato							
	m <sup>3</sup> /albero				m <sup>3</sup> /ha			
	1°	2°	3°	4°	1°	2°	3°	4°
Missour	1,22	3,39	3,60	3,60	2168	6024	6575	6575
Mr.S. 2/5	0,56	1,97	2,80	2,80	995	3501	5029	5029
Hayward	0,13	0,83	1,35	1,41	96	614	399	1041

**TAB. 5 - FASI SENSIBILI ALLO STRESS IDRICO (DA MODERATO A SEVERO) IN ALCUNE SPECIE ARBOREE.**

Specie	Fase del ciclo
Albicocco, ciliegio, susino e pesco a maturazione precoce	Dalla fioritura fino alla raccolta
Agrumi	Fioritura, allegazione
Olivo	Germogliamento, fioritura, 3A fase di crescita del frutto (in particolare per olivo da tavola)
Pesco e susino a maturazione tardiva	1ª e 3ª fase di crescita del frutto
Pomacee	Fioritura, allegazione e fase di rapida crescita del frutto
Actinidia	Tutto il ciclo annuale

**TAB. 6 - RIPARTIZIONE DELLA SOSTANZA SECCA (%) NELLA PARTE AEREA DI ALCUNE SPECIE ARBOREE DA FRUTTO.**

	Actinidia	Pesco	Albicocco
Frutti	34,1	22,1	37,4
Potatura verde	-	17,7	1,7
Potatura secca	44,4	31,9	27,8
Foglie abscisse	21,5	28,3	33,0

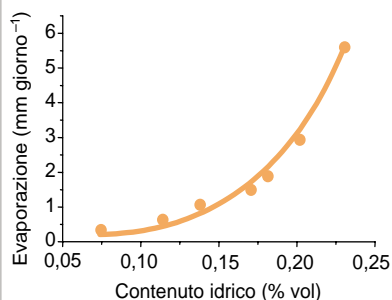
Actinidia cv. Hayward, tendone 625 p ha<sup>-1</sup>, produzione 25 t ha<sup>-1</sup>; pesco cv Springcrest, Y trasversale, 1.111 p ha<sup>-1</sup>, produzione 23 t ha<sup>-1</sup>; albicocco cv Tyrinthos, Y trasversale, 1.111 p ha<sup>-1</sup>, produzione 29 t ha<sup>-1</sup>.

setto, ecc.), con conseguente riduzione della qualità sia della produzione dell'anno in corso, sia delle gemme che si formano per la produzione dell'anno successivo (Tab. 7). Riuscire ad ottenere uno sviluppo equilibrato, contenendo le zone ombreggiate attraverso la scelta della forma di allevamento, delle distanze d'impianto, della combina-

zione nesto-portinnesto, delle tecniche di gestione del suolo e della pianta, è un obiettivo da perseguire non solo per utilizzare in modo razionale la risorsa idrica, ma anche per migliorare la qualità e contenere i costi di produzione.

### Carenza idrica e ciclo riproduttivo

L'induzione a fiore avviene nell'anno precedente, mentre la differenziazione si completa poco prima dell'inizio della fioritura. È nota l'esistenza della correlazione inversa tra la velocità di crescita dei germogli e l'induzione a fiore. Uno stress idrico non molto severo che si verifichi durante l'induzione, quindi, potrà avere un effetto positivo sulla percentuale di gemme indotte a fiore. Stress idrici severi, con la caduta delle foglie, occorsi durante la fase di induzione e differenziazione fiorale, possono provocare una seconda fioritura nel periodo autunnale, in corrispondenza di eventi piovosi o a seguito di un intervento irriguo,



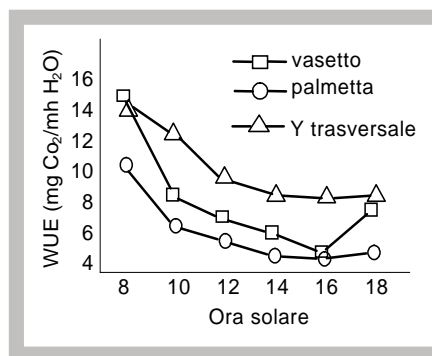
**Fig. 3 - Relazione tra evapotraspirazione e contenuto idrico relativo nei primi 8 cm di profondità. I dati si riferiscono ad un oliveto adulto con sesto d'impianto 7 x 7 m e con ETo giornaliero pari a 8 mm (da Fernandez & Moreno, 1999).**

**TAB. 7 - CARATTERISTICHE DELLE GEMME A FIORE DI DARDI E BRINDILLI NELLA FASE D'INGROSSAMENTO IN RELAZIONE ALLA DISPONIBILITÀ LUMINOSA NEL PERIODO GIUGNO-OTTOBRE DELL'ANNO PRECEDENTE (CV TIRYNTHOS, 1995) (DA NUZZO ET AL., 1997).**

Par	Dardi			Brindilli		
	Carboidrati mg gem <sup>-1</sup>	Amido mg gem <sup>-1</sup>	Peso secco mg gem <sup>-1</sup>	Carboidrati mg gem <sup>-1</sup>	Amido mg gem <sup>-1</sup>	Peso secco mg gem <sup>-1</sup>
Esposto	0,13	0,015	4,6	0,03	0,025	4,2
Ombreggiato	0,06	0,002	1,4	0,004	0,001	1,3
Significatività	**	**	**	**	**	**



**In ambienti caratterizzati da scarse disponibilità idriche, la scelta di portinnesti capaci di esplorare rapidamente il volume di suolo a disposizione rappresenta uno dei meccanismi di difesa dallo stress idrico.**



**Fig. 4 - Variazione giornaliera della WUE in chiome intere di piante di pesco (da Giuliani et al., 1999).**

con conseguenze fortemente negative per la produzione dell'anno successivo. Stress idrici severi nel periodo estate-inverno, che non necessariamente determinano la caduta delle foglie, spesso sono la causa di anomalie fiorali (Tab. 8); uno stress idrico severo durante la fioritura può comportare una scarsa allegazione. Quest'ultimo è un fenomeno che difficilmente si verifica nella pratica per le specie in cui la fioritura è contemporanea al germogliamento, dato che in quell'epoca (mar-

zo-aprile) il suolo contiene comunque un minimo di acqua ed il consumo idrico giornaliero è molto basso (circa  $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ).

Le dimensioni del frutto sono controllate dalle disponibilità idriche del suolo, in particolare durante la fase di crescita per distensione cellulare. L'effetto negativo della carenza idrica aumenta con la diminuzione del rapporto foglie/frutto ed in special modo per le cultivar a maturazione precoce. Le cultivar di pesco e nettarine a maturazione precoce (fine maggio-fine giugno) sono quelle che subiscono i danni maggiori, in quanto la dimensione dei frutti, già piccola per cause genetiche, è ulteriormente ridotta dalla scarsa crescita per distensione cellulare. Questo determina un inevitabile abbassamento della remunerazione per l'agricoltore, dato che la pezzatura dei frutti incide fortemente sul prezzo di vendita (es. pesche: da frutti classe B a frutti classe AA il prezzo aumenta del 120% circa; actinidia: da 70 g a 120 g il prezzo aumenta del 65% circa). Le cultivar con epoca di maturazione media o tardiva, il cui frutto ha un ciclo di crescita molto lungo, riescono a recuperare la mancata crescita dovuta alla carenza idrica, salvo che tale stress non si verifichi 10-15 giorni prima della raccolta.

Un eventuale stress idrico anche moderato sarebbe molto negativo per le cultivar di ciliegio dolce, in particolare durante la fase di crescita per distensione cellulare, in quanto potrebbe accentuare il fenomeno della spaccatura dell'epidermide in caso di un intervento irriguo di soccorso o di una pioggia, anche se leg-

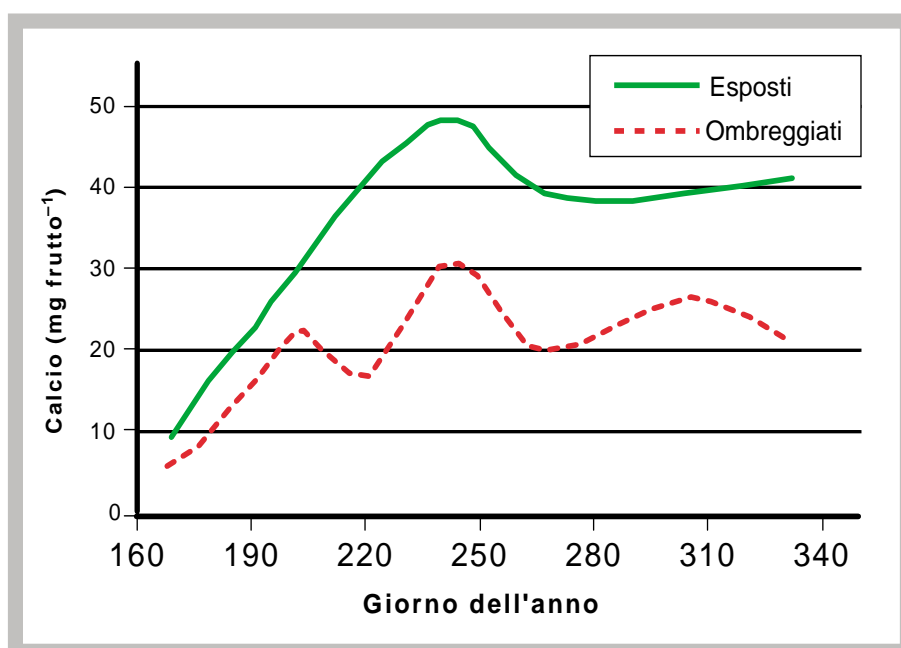


Fig. 6 - Contenuto di calcio in frutti di actinidia sottoposti a diverso regime radiativo (da Montanaro, 2001).

TAB. 8 - EFFETTO DELLO STRESS IDRICO (DA MODERATO A SEVERO, SENZA CADUTA DI FOGLIE), OCCORSO NEL PERIODO ESTIVO-AUTUNNALE, SULLA PERCENTUALE DEI FIORI CON PISTILLO DOPPIO (RIELABORATA DA NATALI & XILOYANNIS, 1975).

	Southland		Redhaven	
	Irrigua	Asciutta	Irrigua	Asciutta
Fiori con pistillo doppio	2,3	30	10,5	45,6
Allegagione (%)	81,6	84,7	83,1	80,5
Frutti doppi	1,7	18,2	6,7	30,2

gera. Stress idrici da leggeri a moderati in specie (pero, melo, pesco) e cultivar con frutti di grande pezzatura, possono provocare una riduzione delle dimensioni che, in alcuni casi, è considerata positiva.

La carenza idrica, in definitiva,

può avere un effetto notevole sulla crescita del frutto, che dipende dal livello di stress, dalla cultivar e dalla fase della crescita dei frutti in cui la carenza si verifica. Il danno economico, però, non è tanto determinato dalla diminuzione della produzione per ettaro quanto dal prezzo che il mercato offre in relazione alle dimensioni dei frutti, un parametro di facile misurazione che incide fortemente sul prezzo della quasi totalità dei prodotti frutticoli, nonostante non sia sempre direttamente correlato ad altre caratteristiche qualitative del frutto.

### La gestione del suolo e della pianta in condizioni di carenza idrica

La gestione del suolo in condizioni di scarsa disponibilità idrica deve avere il duplice obiettivo di migliorare la sua capacità di ritenzione idrica e di eliminare le perdite per evaporazione e traspirazione di eventuali altre specie presenti nel frutteto.

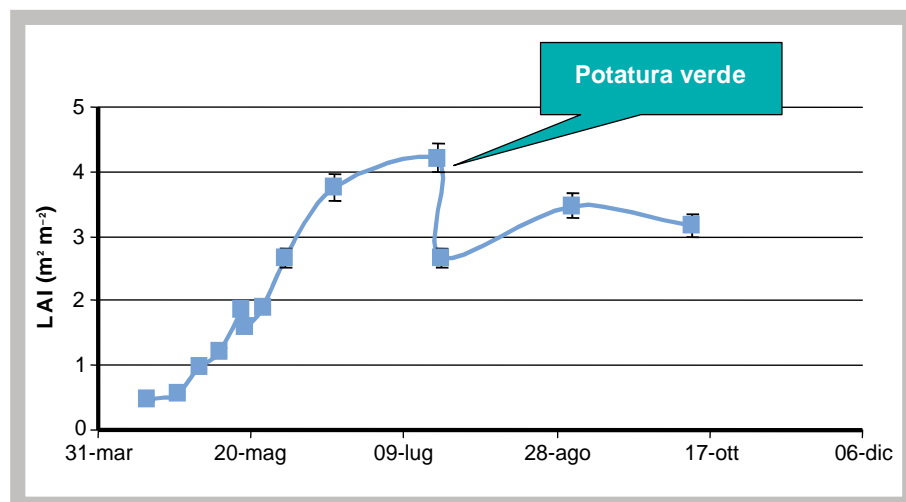


Fig. 5 - Con la potatura verde, da effettuare in più riprese durante la primavera-estate, oltre alla riduzione del LAI, e quindi dei consumi idrici, si ottiene un miglioramento della qualità del prodotto e della preparazione delle piante per l'anno successivo. In figura, andamento del LAI in un pescheto (cv Springcrest, Y trasversale,  $1.111 \text{ p ha}^{-1}$ ) al 3° anno dall'impianto (da Gallotta, 2000).

## Definizione dei diversi livelli di stress idrico e relativi effetti sulla pianta

**Leggero:** la pianta ha assorbito una buona parte dell'acqua facilmente utilizzabile contenuta nel suolo (30-40% della riserva idrica utile). sintomi: riduzione dell'attività traspirativa e fotosintetica (20-30% circa) durante le ore più calde della giornata; durante il pomeriggio e la notte la pianta recupera quasi tutte le riserve idriche dei vari tessuti; rallentamento del ritmo di crescita dei germogli; leggero aumento della temperatura fogliare; leggera diminuzione della crescita del frutto; immediato recupero di tutte le funzionalità una volta ripristinate le condizioni idriche ottimali del suolo; nessun effetto negativo sull'attività vegetativa e produttiva dell'anno successivo; effetti positivi sulla qualità del prodotto e sull'efficienza dell'uso dell'acqua, in particolare se la carenza si verifica nelle fasi meno sensibili.

**Moderato:** la pianta ha esaurito tutta la riserva idrica facilmente utilizzabile (50-60% della riserva idrica utile); l'estrazione dell'acqua dal suolo continua, ma con difficoltà. sintomi: blocco della crescita per allungamento dei germogli; riduzione del 50-

60% dell'attività traspirativa e fotosintetica; aumento della temperatura fogliare nelle ore più calde della giornata, anche di 4-5 °C rispetto a quella di piante ben irrigate, con i primi sintomi di disseccamento fogliare per le specie più sensibili; moderata riduzione della crescita del frutto, in particolare modo durante la distensione cellulare; nessun effetto se lo stress idrico si verifica durante la seconda fase di crescita del frutto; la pianta non riesce a ristabilire, durante le ore notturne, le riserve idriche nei vari tessuti che sono state cedute al flusso traspirativo durante il giorno, con conseguente abbassamento del potenziale idrico fogliare rilevato all'alba; per il pieno recupero della sua funzionalità la pianta necessita, una volta ristabilite nel suolo le condizioni idriche ottimali, di un periodo di 4-7 giorni; nessun effetto negativo sulla produzione dell'anno successivo se la carenza idrica si verifica dopo la raccolta, in particolare per le cultivar a maturazione precoce.

**Severo:** l'umidità del suolo è vicina al

punto di appassimento della pianta, la quale di notte riesce ancora ad estrarre dal suolo piccoli quantitativi di acqua che vengono accumulati nelle foglie e nei frutti; tali quantitativi sono sufficienti a sostenere una certa funzionalità delle foglie durante le prime 2-3 ore della mattina. sintomi: inizio dell'abscissione delle foglie; blocco della traspirazione e della fotosintesi durante le ore più calde della giornata, con conseguente aumento della temperatura fogliare anche di 8-10 °C rispetto a quella di foglie di piante ben irrigate; per le specie più sensibili, si evidenzia il disseccamento della lamina fogliare a partire dai margini; arresto totale della crescita di germogli e frutti, che perdono acqua durante il giorno; con la caduta delle foglie, le piante, se non disseccano, entrano in dormienza (eco-dormienza) per poi riprendere a vegetare e fiorire (seconda fioritura) in coincidenza delle prime piogge autunnali o di un intervento irriguo di soccorso, con forti ripercussioni sull'attività vegetativa e produttiva dell'anno successivo.

Per il raggiungimento del primo obiettivo è necessario migliorare la velocità d'infiltrazione dell'acqua attraverso l'incremento ed il miglioramento della sostanza organica e l'aumento dei "canali" per il movimento verticale dell'acqua nel suolo. I terreni in pendenza, se non gestiti correttamente, presentano una bassa capacità di ritenzione delle acque piovane, analogamente a quelli pianeggianti che vengono la-

vorati sempre alla stessa profondità, favorendo così la formazione di una suola di lavorazione che ostacola l'infiltrazione verticale dell'acqua.

Le perdite di acqua per evaporazione possono raggiungere il 50% circa delle precipitazioni ed il 30% circa della evapotraspirazione annuale. Le perdite per evaporazione aumentano con il diminuire del LAI e con l'aumentare degli interventi irrigui (Fig. 3), soprattutto se praticati

con metodi che bagnano tutta la superficie del suolo. Infatti, l'efficienza di distribuzione dei vari metodi irrigui per i frutteti in piena produzione varia dal 50 al 90%, fondamentalmente in ragione della diversa quantità di acqua che evapora dal suolo tra due interventi e durante la distribuzione stessa. Nei frutteti giovani, in cui l'apparato radicale non ha ancora raggiunto il massimo sviluppo e l'ombreggiamento da parte della chioma è molto limitato, l'efficienza dei vari metodi irrigui oscilla tra il 10 ed il 95% circa. Siamo quindi "obbligati" ad adottare i metodi irrigui localizzati (goccia, subirrigazione) per i nuovi impianti e a riconvertire quelli esistenti eventualmente anche con il contributo finanziario pubblico.

Il controllo dell'evaporazione dal suolo può essere effettuato attraverso la pacciamatura, utilizzando gli scarti colturali derivanti dalle pratiche agricole oppure altro materiale a basso costo. L'inerbimento temporaneo o permanente, purtroppo, non può essere tenuto in considerazione, data la competizione per la risorsa idrica che si innescherebbe con la coltura arborea. Il consumo annuale di un coticco erboso, infatti, può variare da 1.000 a 1.500 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> di acqua, in relazione alle specie presenti ed ai fattori ambientali.

In annate di carenza idrica, la distribuzione dei concimi deve essere orientata verso la fertirrigazione e la



*Gli interventi di potatura verde hanno il duplice obiettivo, in particolare in ambienti con scarse disponibilità idriche, di ridurre i consumi idrici e di migliorare la distribuzione della luce all'interno della chioma. È consigliabile anche anticipare la cosiddetta "potatura invernale".*

concimazione fogliare.

Gli interventi relativi alla gestione della chioma dei frutteti in produzione dovrebbero riguardare principalmente la potatura verde ed invernale ed il diradamento dei frutti, mentre per i nuovi impianti sarebbe utile affrontare la questione della scelta della forma di allevamento, dando il giusto peso anche all'efficienza dell'uso dell'acqua da parte della chioma (Fig. 4).

È consigliabile eliminare, con più interventi di potatura verde, quella parte del legno non necessaria per la produzione dell'anno successivo. In questo modo si riduce l'area fogliare (Fig. 5) e quindi il consumo idrico e inoltre si ottimizza l'esposizione alla luce dei frutti e dei rami per la produzione dell'anno successivo. L'esposizione alla luce migliora le caratteristiche qualitative e gustative del frutto, facilita l'accumulo degli elementi minerali che presentano scarsa mobilità all'interno della pianta (Fig. 6) e migliora le sostanze di riserva nel legno e nelle gemme a fiore, e quindi anche la qualità del fiore stesso (Tab. 7, Fig. 7).

Per contenere i danni della carenza idrica bisogna impostare un diradamento dei frutti diverso dal solito, cercando di lasciare meno frutti per m<sup>2</sup> di foglie (-20% circa), in particolare nelle cultivar a maturazione precoce e in caso di suoli meno profondi e/o leggeri.



Le scarse disponibilità di acqua impongono, in particolare per le cultivar a maturazione precoce il cui prezzo del prodotto è influenzato dalla sua pezzatura, l'esecuzione di un diradamento più drastico (+20-30%).



In ambienti con scarsa piovosità invernale e limitate disponibilità idriche per l'irrigazione, non è consigliabile l'utilizzo del sovescio in quanto la competizione idrica con la coltura principale è molto forte (consumo di acqua del sovescio fino a 800 m<sup>3</sup>/ha).

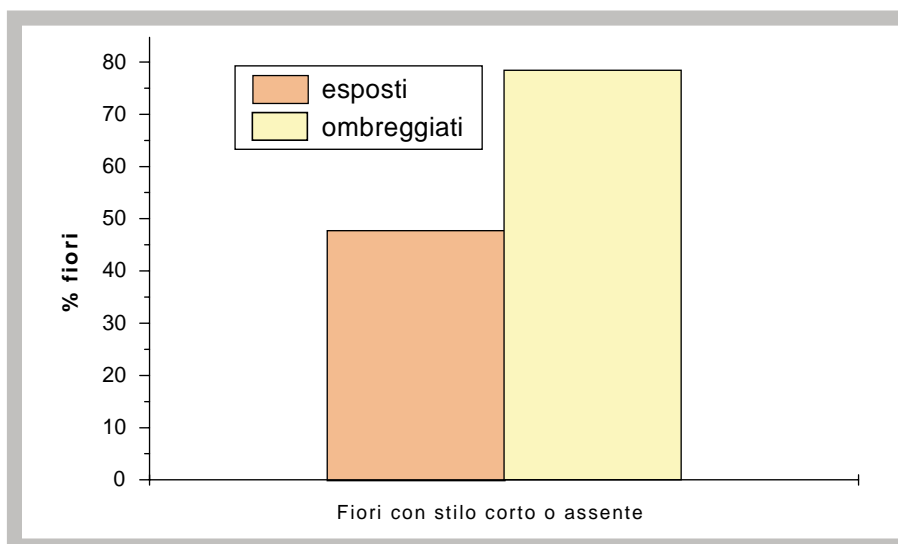


Fig. 7 - Uno stress idrico (da leggero a moderato) dopo la raccolta dell'albicocco ha effetti positivi sulla qualità dei fiori per la produzione dell'anno successivo, grazie al controllo dell'attività vegetativa, che contribuisce a migliorare la distribuzione della luce all'interno della chioma (da Nuzzo et al., 1997).

È indispensabile un anticipo della potatura "invernale" al mese di agosto per i frutteti in cui, a tale epoca, sia già stata effettuata la raccolta, mentre per gli altri è necessario potare subito dopo la raccolta. Le reti ombreggianti (30-40% di ombreggiamento) possono ridurre notevolmente i consumi idrici e migliorare l'attività fotosintetica.

Recenti lavori condotti in Israele hanno evidenziato che attraverso la distribuzione della polvere di caolino sulla chioma degli alberi si riesce ad abbassare la temperatura delle foglie e quindi l'attività traspirativa (Erez e Kisley, 2000).

### Architettura della chioma ed efficienza dell'uso dell'acqua

Per "efficienza dell'uso dell'acqua" s'intende il rapporto tra la quantità di anidride carbonica fissata e quella di acqua traspirata. Di tutta l'acqua assorbita dalle radici e trasferita alla parte aerea della pianta, il 99,5% circa viene emessa nuovamente nell'atmosfera attraverso la traspirazione stomatica e cuticolare delle foglie. La traspirazione dei frutti, che contribuiscono indirettamente ad aumentare il consumo idrico delle foglie (dal 5 al 15% circa), rappresenta una minima parte di quella to-

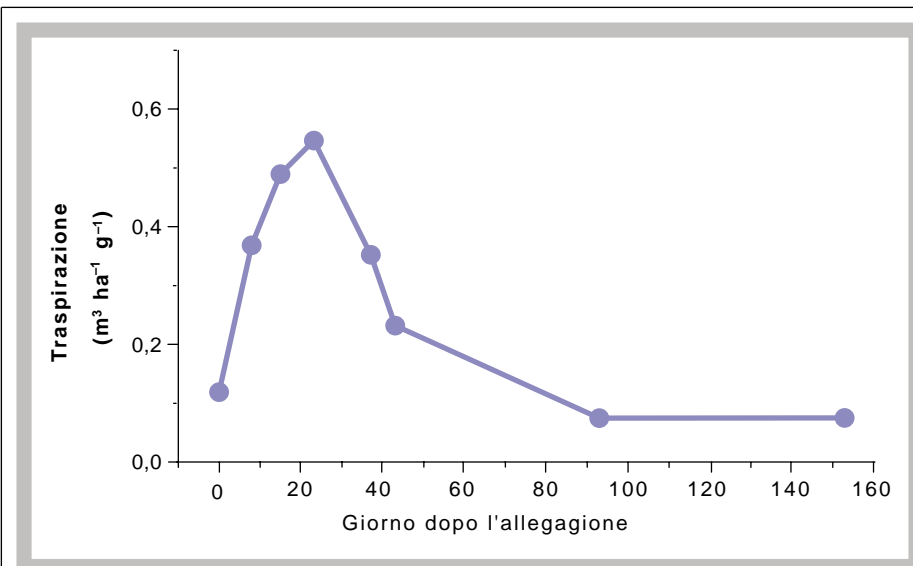


Fig. 8 - Consumo idrico da parte dei frutti di actinidia (tendone con produzione di 25 t ha<sup>-1</sup>) (da Xiloyannis et al., 1999a).

tale (Fig. 8). Per l'elaborazione degli zuccheri la pianta deve assorbire la CO<sub>2</sub> dall'atmosfera attraverso le aperture stomatiche. È necessario, quindi, che la via stomatica non sia ostacolata, ma libera. Mentre durante il giorno l'attività traspirativa è regolata prevalentemente dalla domanda evapotraspirativa dell'ambiente e secondariamente dalla disponibilità luminosa, per l'attività fotosintetica il fattore limitante è soprattutto la luce. Le foglie che ricevono luce sufficiente per raggiungere il livello massimo di fotosintesi (800-1.000 mmol m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>PPFD), anche traspirando di più, hanno un'efficienza dell'uso dell'acqua di circa 10 volte superiore a quella delle foglie site nelle zone ombreggiate (<20% della radiazione incidente) (Fig. 9). Ad esempio: un

volume di 1.000 litri di acqua traspirato da foglie bene esposte alla luce corrisponde ad una produzione di carbonio di circa 3 kg, mentre, con lo stesso quantitativo di acqua, le foglie ombreggiate producono appena 0,3 kg di carbonio; un quantitativo insufficiente per far fronte al consumo di carbonio dovuto alla respirazione notturna. La parte della chioma che riceve meno del 20% della radiazione disponibile, quindi, non costituisce per il frutteto un centro di produzione di assimilati, bensì un altro centro di assorbimento, con notevoli consumi idrici che, in alcune forme di allevamento, raggiungono circa il 30% del consumo totale (es. tendone per actinidia ed uva da tavola) (Xiloyannis et al., 2000a).

Nella scelta della forma di alle-

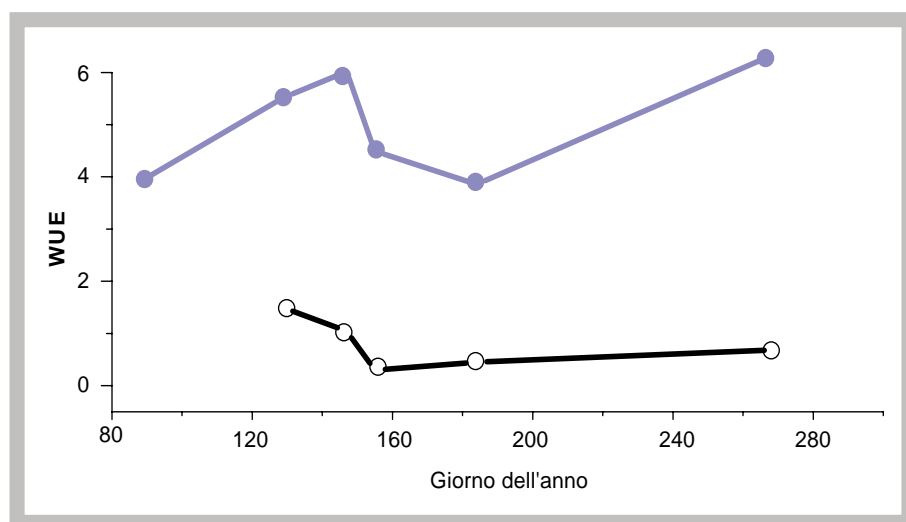


Fig. 9 - WUE in foglie di albicocco esposte (●) ed ombreggiate (○) in piena produzione durante il ciclo annuale (da Xiloyannis et al., 1999b).

vamento, quindi, bisogna tenere in debita considerazione l'efficienza dell'uso della risorsa idrica, efficienza che aumenta con l'aumentare del rapporto foglie esposte/foglie ombreggiate. Tale aumento può essere ottenuto attraverso la riduzione delle dimensioni delle piante, l'adozione di quelle forme che consentono di massimizzare la quota di foglie esposte, riducendo al minimo gli ombreggiamenti, e l'esecuzione di interventi di potatura verde.

### Gestione del metodo irriguo in condizioni di carenza idrica

Per massimizzare l'efficienza dell'uso della risorsa idrica, oltre alla scelta del metodo irriguo, della forma di allevamento e della gestione del suolo e della chioma, è importante intervenire anche nella gestione del metodo irriguo. Non disponendo di quantitativi di acqua tali da soddisfare le esigenze del nostro frutteto durante tutta la stagione irrigua, bisogna stabilire accuratamente i volumi e le fasi del ciclo annuale in cui distribuirli.

Un altro problema, che viene accentuato in occasione di annate con scarse precipitazioni ed in terreni con ridotta capacità drenante, è quello della concentrazione salina nel volume di suolo interessato dall'irrigazione. Tale concentrazione aumenta durante la stagione irrigua e raggiunge valori critici perché spesso l'acqua di irrigazione è di scarsa qualità.

I consumi idrici sono molto bassi all'inizio del ciclo annuale, sia per la ridotta area fogliare (per le caducifoglie), sia per l'evapotraspirazione ambientale limitata. In tale fase la maggior parte dei consumi idrici è dovuta all'evaporazione dal suolo. Qualora si sia verificato un inverno piovoso che abbia permesso il ripristino delle riserve idriche del suolo, occorre programmare l'utilizzo di tali riserve durante la stagione irrigua:

- ritardando l'inizio degli interventi irrigui, affinché la pianta possa attingere fin da subito alle riserve del suolo;

- anticipando la stagione irrigua, in modo tale che le riserve siano così risparmiate nel breve periodo.

La scelta consigliata, in caso di metodi irrigui localizzati, è la seconda, sulla base delle seguenti motivazioni:

- l'inizio precoce della stagione irrigua consente di conservare, negli strati più profondi e nei punti non inte-



ressati dagli erogatori, una certa quantità di acqua di buona qualità formata si grazie alle piogge, dal momento che l'assorbimento radicale avviene maggiormente dai punti interessati dall'irrigazione (grazie al potenziale matriciale del suolo più basso ed alla densità radicale più alta), dagli strati più superficiali e dalle aree più prossime al tronco delle piante;

– gli apporti irrigui giornalieri all'inizio della stagione irrigua sono molto limitati (circa  $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), quindi la competizione per l'uso dell'acqua con altri settori (potabile, industriale) è molto bassa;

– la conservazione di una certa riserva idrica nel suolo non interessato dall'irrigazione è utile in quanto consente di mantenere attive anche le radici presenti in tali parti del suolo;

– durante il periodo di massimo consumo idrico da parte delle piante (luglio-agosto), è consistente anche la domanda di acqua da parte di altri settori produttivi (turismo, industria), che vengono spesso privilegiati rispetto al settore agricolo. Per le piante, avere a disposizione in tale periodo la riserva di acqua costituita dalle piogge, significa avere la possibilità di superare eventuali periodi di mancanza di acqua per irrigazione, senza entrare in stress idrico severo.

Programmare l'utilizzo di tali riserve da parte del frutteto permette di interrompere o ridurre gli apporti irrigui da giugno in poi per le cultivar a maturazione precoce, durante la seconda fase di crescita del frutto per le altre drupacee, e comunque dopo la raccolta per le cultivar a maturazione media o tardiva (Tab. 8). I turni d'irrigazione, in particolare quando si usano acque salmastre, devono essere brevi per evitare l'aumento eccessivo della salinità nel suolo tra due interventi irrigui.

#### RIASSUNTO

L'effetto cumulato della siccità verificatasi negli ultimi due anni sarà molto marcato negli ambienti meridionali con elevato deficit idrico ambientale ed interesserà principalmente i frutteti giovani e quelli in terreni leggeri e/o superficiali e tutte quelle situazioni in cui vengono usate acque irrigue di scarsa qualità. Il danno economico risulterà essere maggiore per quelle cultivar in cui il prezzo varia molto in relazione alla pezzatura del prodotto e per le specie molto sensibili alla carenza idrica (es., actinidia) che non hanno ancora sviluppato adeguati meccanismi di difesa dalla siccità. Sarà necessario, quindi, utilizzare attentamente le scarse disponibilità idriche per intervenire, con



L'utilizzo nel settore agricolo di acque di scarsa qualità può creare problemi al frutteto che si accentuano in annate con ridotte precipitazioni ed in terreni con scarsa capacità di "leaching".

metodi irrigui localizzati, nelle specie e nelle fasi più sensibili alla carenza idrica, al fine di contenere i danni sulla produzione in atto e sulla preparazione delle piante per l'anno successivo.

Nella gestione del suolo e della pianta si dovranno attuare tutti gli interventi (potature verdi, anticipo della potatura invernale al mese di agosto, diradamento dei frutti più marcato, fertirrigazione e concimazione fogliare, eliminazione dell'inerbimento, ecc.) ritenuti validi per aumentare l'efficienza dell'uso dell'acqua e l'assorbimento degli elementi minerali.

#### SUMMARY

#### WATER EMERGENCY: PROPOSALS IN ORDER TO CONTAIN DROUGHT DAMAGES IN FRUIT CROPS

Drought effects on fruit trees in the last two years will be more marked in Southern Italy regions, whose climates are characterised by elevated water deficit, and will interest mainly young orchards cultivated in light and/or superficial lands and all the situations in which low-quality waters are used for irrigation. The economic damage will be greater in cultivars in which the price of fruits is related to their size and for the species more sensitive to water stress (e. g. kiwifruit), that have not developed efficient defence mechanisms against drought stress. It will be necessary, therefore, to use correctly water available for irrigation by localised irrigation systems primary in the species more sensitive to water deficit, having as aim the control of damages on the current production and on the preparation of plants for the following year.

Soil and plant management, all the techniques that increase water use efficiency and mineral elements uptake must be used (summer pruning, anticipation of the winter pruning, fruit thinning, fertirrigation and leaf fertilization, grass cover elimination, etc.).

#### BIBLIOGRAFIA

Behboudian, H.M. (1997) - Deficit irrigation in deciduous orchards. *Horticultural Reviews*, 21: 105-131.  
Celano G., Dichio B., Nuzzo V., Xiloyannis C., Arcieri M. (2000) - Green manure and water

consumption in Southern Italy orchards. *Acta Horticulturae*, 537: 911-915.

Erez A., Kislley Y. (2000) - La gestione dell'acqua nella frutticoltura israeliana. *Rivista di Frutticoltura*, 7-8: 12-16.

Fereres E., Goldhamer D. (1990) - Irrigation of agricultural crops. *Agronomy Monograph*, 30: 987-1017.

Fernández, J.E., Moreno F. (1999) - Water use by the olive tree. In *Water use in crop production*. Ed. M.B. Kirkham, Food Products Press. Imprint of Haworth Press, Inc.: 101-162.

Gallotta P. (2000) - *Efficienza produttiva ed economica in piante di pesco (Prunus persica L. Batsch) allevate a Y trasversale ed a Vaso*. Tesi di Laurea, AA 1999-2000, Università degli Studi della Basilicata - PZ.

Giuliani R., Magnanimi E., Corelli Grappadelli L. (1999) - Relazione tra scambi gassosi e intercettazione luminosa in chiome di pesco allevate secondo tre forme. *Rivista di Frutticoltura*, 3: 65-69.

Montanaro G. (2001) - *Assorbimento e traslocazione del calcio in diversi organi di piante di actinidia (Actinidia deliciosa C.F. Liang et A. R. Ferguson)*. Tesi di laurea AA 2000-2001, Università degli Studi della Basilicata - PZ.

Natali S., Xiloyannis C. (1975) - Influenza del regime idrico del terreno su alcune fasi della biologia fiorale e di fruttificazione delle cultivar di pesco Redhaven e Southland. *Agricoltura Italiana*, 6: 309-317.

Nuzzo V., Biasi R., Dichio B., Montanaro G., Xiloyannis C., Lanzieri A. (1997) Effetto della disponibilità luminosa sulla qualità delle gemme a fiore nella cv Tiryntos (*Prunus armeniaca*). *Italus Hortus* (4) 2: 80-81.

Xiloyannis C., Massai R., Piccotino D., Baroni G., Bovo M. (1993) - Method and technique of irrigation in relation to root system characteristics in fruit growing. *Acta Horticulturae*, 335: 505-510.

Xiloyannis C., Dichio B., Celano G., Montanaro G. (1999a) - La riserva idrica fattore limitante per l'ulteriore sviluppo della frutticoltura meridionale. *Rivista di Frutticoltura*, 7-8: 56-63.

Xiloyannis C., Nuzzo V., Dichio B., Celano G., Montanaro G. (1999b) - Disponibilità radioattiva ed efficienza dell'uso dell'acqua in impianti arborei da frutto. *Rivista di Irrigazione e Drenaggio*, (46) 2: 47-51.

GOBBI