

DISTRIBUZIONE DEI CARBOIDRATI E DELL'AZOTO E QUALITÀ DELLA PRODUZIONE IN PIANTE DI PESCO SOTTOPOSTE A DEFICIT IDRICO CONTROLLATO DURANTE IL PERIODO POST-RACCOLTA

B. Dichio, C. Xiloyannis, A. Sofo, S. D'Angella

Dipartimento di Scienze dei Sistemi Colturali, Forestali e dell'Ambiente
Università degli Studi della Basilicata, Potenza (I)

e-mail: dichio@unibas.it

RIASSUNTO

L'obiettivo del presente studio è stato quello di valutare gli effetti dell'applicazione del deficit idrico controllato (DIC) durante lo stadio post-raccolta in piante di pesco. La prova, di durata triennale, è stata condotta su piante mature (cv "Springcrest") allevate ad Y trasversale. Dalla raccolta all'inizio dell'autunno, per ogni anno della prova, le piante sono state suddivise in tre gruppi e sottoposte a regimi irrigui differenti (100%, 50% e 25% ET_c). La diminuzione dei volumi irrigui ha causato la riduzione dei potenziali idrici fogliari e degli scambi gassosi nei trattamenti 50% ET_c e 25% ET_c. L'applicazione del DIC ha determinato la riduzione della crescita dei succhioni e dei brindilli, ma non ha influenzato la crescita dei rami misti. Durante la prova non sono state trovate riduzioni significative di produzione e di qualità dei frutti nella tesi 50% ET_c. L'uso del DIC nella fase post-raccolta ha determinato l'accumulo di carboidrati ed azoto nelle radici, nei rami e nei germogli. I risultati dimostrano che, in condizioni di minore disponibilità idrica, si può ottenere un netto beneficio mediante l'uso del DIC durante lo stadio post-raccolta. Questo conferma la possibilità di ridurre l'acqua irrigua mediante l'applicazione del DIC durante gli stadi fenologici meno sensibili al deficit idrico, senza influenzare negativamente la crescita vegetativa e la produzione.

Parole chiave: fotosintesi, carboidrati, irrigazione, *Prunus persica*, qualità.

CARBOHYDRATE AND NITROGEN PARTITIONING AND CROP QUALITY IN PEACH TREES SUBJECTED TO POST-HARVEST REGULATED DEFICIT IRRIGATION

Abstract

The aim of the present work was to evaluate the effects of regulated deficit irrigation (RDI) applied in the post-harvest stage of peach trees. The three-year trial was carried out on mature peach plants (cv 'Springcrest') trained to transverse Y. For each year

of the trial, from harvest to early autumn, plants were separated into three groups and subjected to different irrigation treatments (100%, 50% and 25% ET_c). The decrease of irrigation water caused a reduction in the values of tissue water potential and gas exchange both in 50% ET_c and 25% ET_c treatments. RDI determined the reduction in the growth of waterspouts and lateral shoots, and did not influence the growth of fruiting shoots. During the trial, no significant reductions in crop yield and quality were found in the 50% ET_c treatment. In the second year of the trial, the use of RDI in the post-harvest phase determined carbohydrate and nitrogen accumulation in roots, branches and shoots. The results show that, under scarce water supply conditions, a clear benefit can be obtained through the use of RDI during the post-harvest stage. This confirms the possibility to reduce the irrigation water by applying RDI during phenological stages less sensitive to water deficit without affecting negatively peach growth and yield.

Key words: carbohydrates, irrigation, nitrogen, *Prunus persica*, quality.

Introduzione

Il deficit idrico controllato (DIC) è una pratica irrigua che consiste nella riduzione dell'irrigazione in stati fenologici meno sensibili al deficit idrico. Il successo di questa pratica dipende dall'uso appropriato di tecniche di irrigazione localizzata, che permettono il controllo dell'umidità del suolo e dello stato idrico delle piante (Xiloyannis *et al.*, 2005). Il pesco è una specie molto sensibile allo stress idrico, in particolare durante la fioritura, la crescita dei frutti e l'estensione del fusto (Berman e DeJong, 1997). Nel pesco, l'applicazione del DIC durante i primi stadi della crescita dei frutti fino alla fine della crescita del germoglio non influenza molto il numero e le dimensioni dei frutti (Boland *et al.*, 2000), mentre un deficit idrico durante la fase finale della crescita rapida dei frutti causa la diminuzione delle dimensioni e l'aumento dei solidi solubili nei frutti (Crisosto *et al.*, 1994).

Poco si conosce invece sugli effetti del DIC nella fase post-raccolta in questa specie. Questa tecnica, sebbene applicata in uno stadio fenologico meno sensibile al deficit idrico, dovrebbe essere effettuata evitando alti livelli di stress idrico, che potrebbero influenzare negativamente l'accumulo dei carboidrati di riserva, lo sviluppo florale e quindi, indirettamente, la produzione (Xiloyannis *et al.*, 2005). Nel pesco è stata dimostrata una correlazione diretta tra disponibilità idrica e sintesi dei carboidrati (Girona *et al.*, 2002), e tra tasso fotosintetico e tipologie di carboidrati sintetizzati (*et al.*, 1998). In piante ben irrigate, questi zuccheri sono traslocati dalle foglie mature verso gli apici radicali (Lo Bianco *et al.*, 2000), i frutti in via di sviluppo (Grossman e DeJong, 1995) e le gemme (Marquat *et al.*, 1998). Le foglie di pesco sono la maggiore fonte di azoto nei mesi estivi, mentre le radici costituiscono il principale organo di riserva per questo elemento nei mesi invernali, ma è stato dimostrato che anche i frutti utilizzano una frazione significativa di azoto assorbito fino alla maturazione (Tagliavini *et al.*, 1999, Policarpo *et al.*, 2002).

In base a quanto esposto, ipotizziamo che l'uso del DIC nella fase post-raccolta potrebbe ridurre la crescita vegetativa e aumentare l'accumulo di carboidrati e azoto negli organi di riserva (radici, rami e germogli), migliorando indirettamente la produzione e la qualità dei frutti.

Materiali e metodi

La prova è stata condotta dal 1999 al 2001 a Montescaglioso (MT) (N 40° 20', E 16° 48') su piante di pesco (*Prunus persica* L.) Batch cv 'Springcrest', su *P. persica* x *P. amygdalus* 'GF677' disposte a distanza di 4.5 x 2 m e allevate ad Y trasversale su un suolo sabbioso-argilloso (46% sabbia, 12% limo e 42% argilla). Gli alberi sono stati fertirrigati mediante due gocciolatoi per pianta (10 L h⁻¹ ciascuno). Durante tutta la prova, un'irrigazione ottimale del 100% dell' ET_c è stata applicata nella fase tra germogliamento e raccolta, mentre nello stadio post-raccolta, dalla raccolta all'inizio dell'autunno, le piante sono state divise in tre gruppi di 30: piante ben irrigate di controllo (100ET_c), piante moderatamente stressate (50ET_c) e piante fortemente stressate (25ET_c).

Lo stato idrico delle piante è stato determinato mediante i valori di potenziale idrico fogliare (Ψ_w) misurati alle 04:00 h mediante una camera a pressione. Gli scambi gassosi sono stati misurati alle 10:00 h utilizzando un analizzatore LCA-4 (ADC, Hoddesdon, Herts., UK). La crescita vegetativa di succhioni, brindilli e rami misti è stata misurata mediante metodi non distruttivi. La produzione media e la qualità dei frutti è stata valutata misurando le dimensioni, il peso medio, il contenuto di solidi solubili (°Brix) e la consistenza della polpa. Nel secondo anno, a fine raccolta (fine giugno) e a fine stagione irrigua (fine settembre), cioè rispettivamente prima e dopo il DIC, sono stati raccolti campioni di rami di un anno, radici (diametro da 1 a 5 mm) e germogli. Tutti i campioni sono stati lavati con acqua distillata, asciugati, essiccati a 65°C per 48 h e poi ridotti in polvere fine. I carboidrati solubili sono stati determinati spettrofotometricamente a 625 nm (Yemm e Willis, 1966). L'amido nei tessuti residui è stato convertito con amiloglicosidasi (Sigma, St. Louis, MO, USA) in glucosio, la cui concentrazione è stata misurata spettrofotometricamente a 450 nm miscelando i campioni con il reagente perossidasi-glucosio ossidasi-*o*-dianisidina di-idrocloruro dopo incubazione per 30 min a 25°C. Il contenuto di azoto (N) è stato determinato mediante il metodo Kjeldhal. I livelli di carboidrati totali (TC) sono stati calcolati dalla somma di quelli di carboidrati solubili e amido. I valori di TC e N sono stati espressi come percentuali su peso secco.

Risultati e discussione

Nella tesi 100ET_c, i volumi irrigui nella fase post-raccolta sono variati dal 66% al 78% del volume irriguo stagionale, mentre i corrispettivi valori nelle tesi 50ET_c e 25ET_c sono stati da 51% al 65% e dal 37% al 54% (Fig. 1). Nel secondo anno, il valore minimo di Ψ_w nella tesi 50ET_c è stato -0,7 MPa, mentre quelli nelle tesi 50ET_c

e 25ET_c sono stati -1,0 MPa e -1,5 MPa, rispettivamente (Fig. 2A). Il calo di $_W$ ha causato una marcata diminuzione dei valori di fotosintesi netta in entrambi i trattamenti stressati (Fig. 2B). La crescita vegetativa è più sensibile dell'attività fotosintetica alle condizioni idriche (Mills *et al.*, 1996). Shackel (2000), inoltre, ha evidenziato che una riduzione di fotosintesi può essere compensata dalla riduzione del tasso di crescita degli apici vegetativi, che sono i principali utilizzatori di carboidrati durante la fase post-raccolta. Questa regolazione del vigore causata da stress idrici moderati può diminuire la competizione per gli assimilati tra i tessuti di riserva e gli apici vegetativi (Boland *et al.*, 2000). In tutto il periodo sperimentale, nel periodo da fine giugno a fine settembre, le tesi 50ET_c e 25ET_c hanno mostrato una diminuzione della crescita di succhioni e brindilli rispetto al trattamento 100ET_c, mentre la crescita di rami misti, che rappresentano la produttività potenziale della pianta per l'anno seguente, non è stata differente nei tre anni (Tab. 1). Questi risultati sono in accordo con quelli trovati da Lo Bianco *et al.* (2000), i quali hanno notato che nel pesco un periodo di deficit idrico causa riduzioni dell'allungamento del fusto e dell'utilizzo di sorbitolo negli organi sink. Nel secondo anno, la produzione media per ettaro è stata minore nella tesi 25ET_c che nelle tesi stressate, mentre non sono state riscontrate differenze significative nel terzo anno (Tab. 2).

La consistenza della polpa e la concentrazione di solidi solubili nei tre trattamenti non ha mostrato differenze significative (Tab. 2).

Nelle radici, il livello di TC in tutti i trattamenti è stato maggiore dopo il DIC rispetto ai livelli presenti a fine raccolta, ed inoltre le tesi 50ET_c e 25ET_c hanno mostrato valori più alti rispetto alla tesi 100ET_c (Fig. 3A). L'andamento di N nelle radici è stato simile a quello di TC, aumentando dopo il DIC in particolare nei trattamenti stressati (11,0% nella tesi 50ET_c and 13,5% nella 25ET_c) (Fig. 3A).

I livelli di TC nel legno dei rami ha mostrato lo stesso andamento trovato nelle radici (17,6%, 18,4% e 19,4%, rispettivamente nella tesi 100ET_c, 50ET_c e 25ET_c dopo il DIC) (Fig. 3B).

I livelli di N nei rami sono aumentati dopo il DIC, in particolare nelle tesi 50ET_c e 25ET_c (7,1% nella 50ET_c e 8,5% nella 25ET_c) (Fig. 3B).

Nei germogli, i livelli di TC dopo il DIC sono stati marcatamente più alti di quelli trovati prima sia nelle piante ben irrigate che in quelle stressate (Fig. 3C).

Nei germogli della tesi 100ET_c, il contenuto di N dopo il DIC (12,5%) è stato più basso di quello prima del DIC (10,8%), mentre nelle tesi stressate è stato più alto (Fig. 3C). Gli alti livelli di TC riscontrati dopo il DIC nei diversi organi considerati mette in evidenza la diversa allocazione dei carboidrati in relazione ai diversi sink presenti sulla pianta.

A partire dall'allegazione fino alla raccolta, i frutti rappresentano dei forti competitori rispetto ai germogli in accrescimento e gli organi di riserva in generale. In questa fase infatti, è noto che la crescita vegetativa nel pesco è limitata dalla disponibilità di carboidrati totali (Grossman e DeJong, 1995). Dopo la raccolta, con la rimozione dei forti sink, il contenuto di zuccheri totali nelle foglie aumenta rapidamente (Nii, 1997) e viene modificato anche la loro allocazione a favore degli apici vegetativi (radici e germogli) ed organi di riserva.

I risultati ottenuti dimostrano che l'uso del DIC nella fase post-raccolta ha permesso di ridurre la crescita vegetativa (in particolare dei succhioni) favorendo quindi l'allocazione dei fotoassimilati negli organi di riserva della pianta (radici, rami di 1 anno e germogli dell'anno).

I risultati mostrano che negli organi di tutti i trattamenti, i livelli di N dopo il DIC sono stati più alti di quelli riscontrati a fine raccolta (Fig. 3). Questo è stato causato probabilmente dalla mobilitazione di N dalle foglie senescenti agli altri organi della pianta nel periodo autunnale (Policarpo *et al.*, 2002). Dal momento che nel pesco la prima fase di crescita dei germogli e dei frutti si basa per il 72-80% sulle riserve di N rimobilizzate dagli organi di riserva (Policarpo *et al.*, 2002), ed in particolare dalle radici (Tagliavini *et al.*, 1999), l'applicazione del DIC potrebbe quindi avere effetti positivi sulla ripresa vegetativa in primavera e quindi sul potenziale produttivo.

I risultati ottenuti mostrano che il DIC nella fase post-raccolta ha effetti positivi sulla produzione del pesco. Il trattamento irriguo della tesi 50ET_c ha permesso la riduzione dei volumi irrigui stagionali di circa 1.100, 1.800 e 2.500 m³ ha⁻¹ rispettivamente nel primo, secondo e terzo anno.

I risultati soddisfacenti ottenuti con questa tecnica irrigua suggeriscono di adottarla per cultivar di pesco a maturazione precoce allevate in aree con limitate risorse idriche al fine di risparmiare acqua, migliorare la sua efficienza d'uso e nello stesso tempo ottenere produzioni di alta qualità.

Bibliografia

- BERMAN M.E., DEJONG T.M., 1997. Crop load and water stress on daily stem growth in peach (*Prunus persica*). *Tree Physiol*, 17: 467-472.
- 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.
- CRISOSTO C.H., JOHNSON R.S., LUZA J.G., CRISOSTO S.M., 1994. Irrigation regimes affect fruit soluble solids concentration and rate of water loss of 'O'Henry' peaches. *HortScience*, 29 (10): 1169-1171.
- A.J., ZIPPERLIN B., CARBONNE F., MOING A., GAUDILLÉRE J.P., 1998. Photosynthesis, carbon partitioning and metabolite content during drought stress in peach seedlings. *Aust. J. Plant Physiol*, 25 (2): 197-205.
- GIRONA J., MATA M., FERERES E., GOLDHAMER D.A., COHEN M., 2002. Evapotranspiration and soil water dynamics of peach trees under water deficits. *Agr. Water Manage*, 54: 107-122.
- GROSSMAN Y.L., DEJONG T.M., 1995. Maximum vegetative growth potential and seasonal patterns of resource dynamics during peach tree growth. *Ann. Bot.-London*, 76: 473-482.
- LO BIANCO R., RIEGER M., SUNG S.S., 2000. Effect of drought on sorbitol and sucrose metabolism in sinks and sources of peach. *Physiol. Plant*, 108: 71-78.
- MARQUAT C., VANDAMME M., GENDRAUD M., PÉTEL G., 1998. Dormancy in vegetative buds of peach: relation between carbohydrate absorption potentials and carbohydrate concentration in the bud during dormancy and its release. *Sci. Hort*, 79: 151-162.
- 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.
- POLICARPO M., DI MARCO L., CARUSO T., GIOACCHINI P., TAGLIAVINI M., 2002. Dynamics of nitrogen uptake and partitioning in early and late fruit ripening peach (*Prunus persica*) tree genotypes under a Mediterranean climate. *Plant Soil*, 239: 207-214.
- SHACKEL 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.
- TAGLIAVINI M., MILLARD P., QUARTIERI M., MARANGONI B., 1999. Timing of nitrogen uptake affects winter storage and spring remobilisation of nitrogen in nectarine (*Prunus persica* var. *nectarina*) trees. *Plant Soil*, 211: 149-153.
- XILOYANNIS C., MASSAI R., DICHIO B., 2005. L'acqua e la tecnica dell'irrigazione. In: Fideghelli C. e Sansavini S. (eds) "Il Pesco". Edagricole, Bologna, Italy.

Tabella 1 - Crescita di succhioni, rami misti e brindilli nei tre trattamenti irrigui, dalla fine di giugno fino ad ottobre. Ogni valore rappresenta la media di 50 misurazioni eseguite durante tutto il periodo sperimentale.

Table 1 - Growth watersprouts, lateral shoots and fruiting shoots achieved with the three different irrigation treatments, from the end of June to October. Each value is the average of 50 measures carried out during the observation period.

	Lunghezza (cm)		
	100ET _c	50ET _c	25ET _c
Succhioni	32 ± 3 a	25 ± 2 b	17 ± 5 c
Rami misti	8 ± 1 a	9 ± 1 a	8 ± 1 a
Brindilli	19 ± 5 a	13 ± 4 b	10 ± 2 c

I valori nella stessa linea seguiti dalla stessa lettera non sono significativamente differenti a P 0.05 (Duncan's mean separation test).

Tabella 2 - Produzione, consistenza della polpa e contenuto di solidi solubili nei tre trattamenti irrigui. Ogni valore rappresenta la media di 15 misurazioni eseguite durante tutto il periodo sperimentale.

Tabella 2 - Produzione, consistenza della polpa e contenuto di solidi solubili nei tre trattamenti irrigui. Ogni valore rappresenta la media di 15 misurazioni eseguite durante tutto il periodo sperimentale.

	Anno 2			Anno 3		
	100ET _c	50ET _c	25ET _c	100ET _c	50ET _c	25ET _c
Produzione (t ha ⁻¹)	22.6 a	21.0 a	18.1 b	19.2 a	16.6 a	17.1 a
Consistenza (Kg cm ⁻²)	7.2 ± 0.8 a	5.6 ± 1.3 a	5.8 ± 1.2 a	7.9 ± 0.5 a	6.6 ± 0.7 a	8.0 ± 0.7 a
Solidi solubili (°Brix)	10.9 ± 0.4 a	11.3 ± 0.3 a	10.8 ± 0.4 a	9.1 ± 0.4 a	9.1 ± 0.8 a	9.2 ± 0.7 a

I valori nella stessa linea seguiti dalla stessa lettera non sono significativamente differenti a P 0.05 (Duncan's mean separation test).



Figura 1 - Volumi irrigui nel primo (colonne bianche), secondo (colonne grigie) e terzo anno del periodo sperimentale (colonne nere).

Figure 1 - Irrigation water volumes in the first (white columns), second (grey columns) and third (black columns) year of the experimentation.

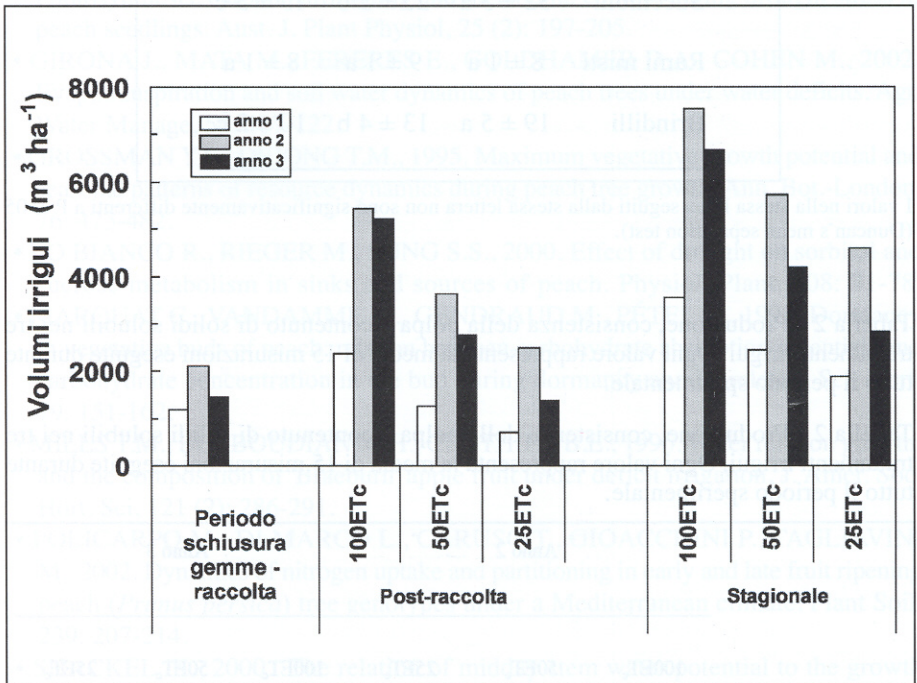


Figura 2 - Potenziale idrico fogliare all'alba (A), fotosintesi netta (B) e traspirazione (C) nei tre trattamenti irrigui (100ETc = _; 50ETc = _; 25ETc = _). Ogni valore rappresenta la media di tre misurazioni (SD) eseguite durante il primo anno del periodo sperimentale.

Figure 2 - Water leaf potential at dawn (A), net photosynthesis (B) and transpiration (C) in the three irrigation treatments. Each value is the average of 3 measures (SD) carried out during the first year of the experimentation.

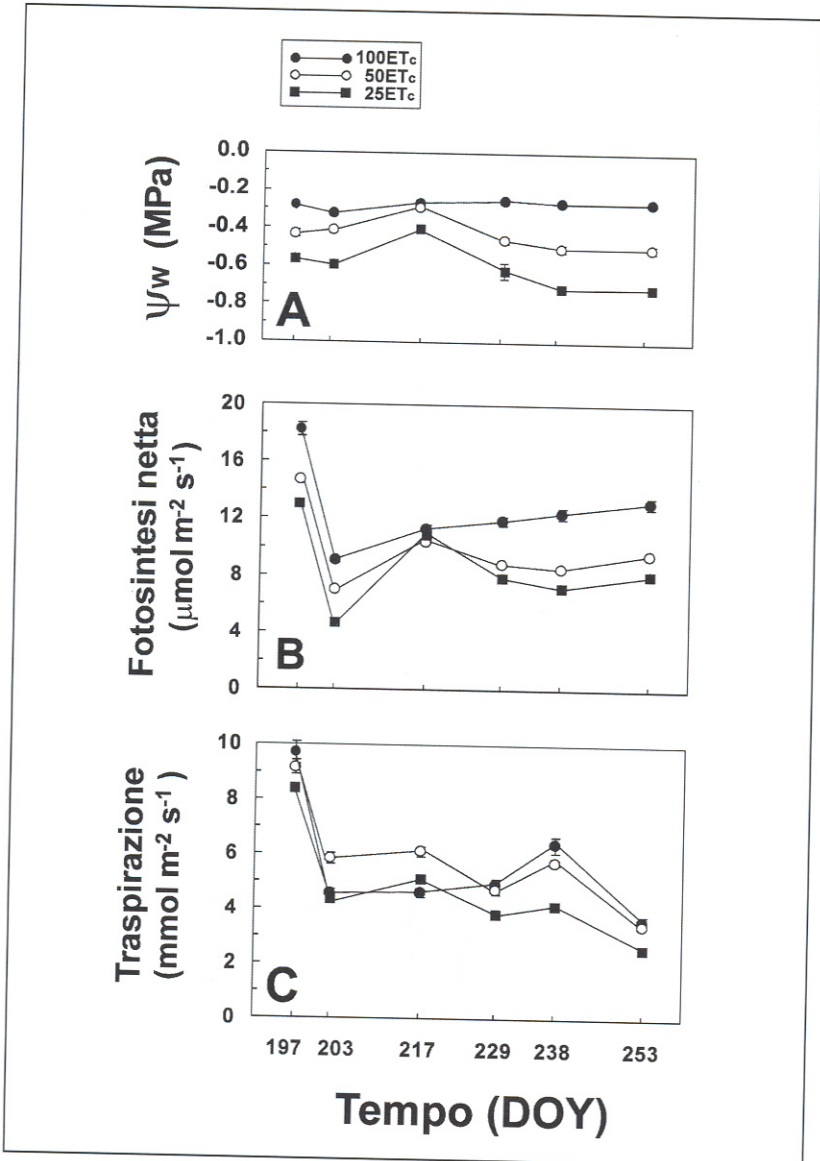


Figura 3 - Carboidrati totali non strutturali (TC) e azoto (N) in radici (A), rami (B) e germogli (C) nei tre trattamenti irrigui. Ogni valore rappresenta la media di 15 misurazioni (SD) eseguite nel secondo anno del periodo sperimentale, alla fine della raccolta (colonne bianche) e alla fine della stagione irrigua (colonne nere)

Figure 3 - Total carbohydrates (TC) and nitrogen (N) in roots (A), branches (B), and shoots (C) measured in the three irrigation treatments. Each value is the average of 15 measures (SD) carried out in the second year of experimentation, at the end of the harvest (white columns) and at the end of irrigation season (black columns).

