

Vigoria e produttività: i portinnesti nanizzanti sono più efficienti

ALICE TUGNOLI - ANDREA MICHELI - LORENZO CAVALLINA - STEFANO LUGLI - LUIGI MANFRINI - LUCA CORELLI GRAPPADELLI
BRUNELLA MORANDI

Dipartimento di Scienze Agrarie - Università di Bologna,

Per lungo tempo gli impianti di ciliegio sono stati caratterizzati da bassa o media densità (≈ 500 alberi/ha) per cui la scelta del portinnesto era orientata verso tipi e specie vigorose, tra cui il franco di *Prunus*, l'SL64, l'ibrido Colt e i cloni di ciliegio acido della serie CAB (Lugli, 2011). Tuttavia, la tendenza attuale in diverse zone vocate (Arco alpino, Emilia-Romagna, Veneto e in parte Puglia) è quella di scegliere portinnesti che consentano di realizzare impianti a densità medio-alta o alta (800-1.200 alberi/ha) per migliorare la gestione delle pratiche colturali (potature, raccolte, ecc.) e una maggior efficienza produttiva.

Tra i portinnesti nanizzanti consigliati vi sono gli ibridi Gisela 6 e Gisela 5, comunemente utilizzati in ceraseti a più alta densità e, più recentemente, PHL A e Pi-Ku 1. È tuttavia noto come i portinnesti nanizzanti siano caratterizzati da una marcata riduzione della conducibilità idraulica

dell'albero, soprattutto nel punto d'innesto, dove a volte si riscontra una maggiore proliferazione di callo e tessuto parenchimatico (Olmstead *et al.* 2006) a causa della disaffinità più o meno elevata tra i due bionti. Generalmente questo porta anche ad un ridotto sviluppo radicale, con conseguenti difficoltà nell'assorbire tutta l'acqua richiesta dal processo evapotraspirativo. Questi fattori comportano una riduzione del potenziale idrico del fusto e della crescita vegetativa con effetti a volte negativi sullo stato nutrizionale delle foglie e sulle performance fotosintetiche fogliari (Gonçalves *et al.* 2005, 2006).

Per questo motivo, nonostante l'utilizzo di portinnesti nanizzanti porti generalmente ad un miglioramento dei livelli di fruttificazione, dell'efficienza produttiva e, non sempre, della qualità dei frutti, i risultati variano molto in funzione della cultivar, dell'età dell'albero, della gestione ir-

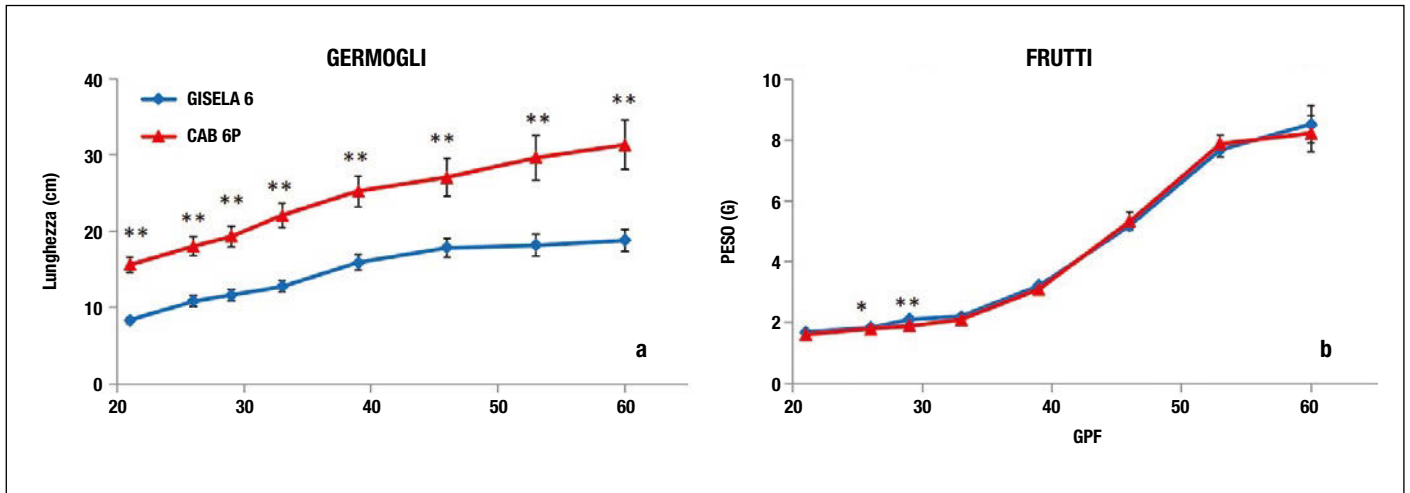
rigua, del tipo di suolo e dell'areale di coltivazione. Le motivazioni alla base di questa variabilità produttiva non sono però ancora totalmente chiare.

Materiali e metodi

Durante la stagione 2016, presso l'Az. Sper.le del Dipartimento di Scienze Agrarie dell'Università di Bologna, sita a Cadriano (Bo), è stato effettuato uno studio che ha messo a confronto l'efficienza fisiologica di alberi di ciliegio (cv. Black Star, densità di 2.470 alb./ha, allevati a V), innestati su due portinnesti diversi per la loro vigoria: il CAB6P (*Prunus cerasus*), clone sviluppato dai programmi di selezione clonale del Dipartimento di Scienze Agrarie e considerato semi-vigoro (-10-20% rispetto al franco) ed il Gisela 6, ibrido di *Prunus cerasus* (cv. Schattenmorelle \times *Prunus canescens*), considerato nanizzante, (-50-70% rispetto al franco; Lugli, 2011) (Fig. 1).



▲ Fig. 1 - Filare di ciliegio (cv. Blak Star) su portinnesto CAB 6P, vigoroso (a) e su portinnesto Gisela 6, nanizzante (b). In entrambi i filari gli alberi sono allevati a "V" ad una densità di 2.470 alb./ha.



▲ Fig. 2 - Crescita stagionale dei germogli (a) e dei frutti (b) della varietà Black Star: confronto fra i portinnesti CAB 6P e Gisela 6. Ogni punto rappresenta la media (\pm ES) di 32 germogli e 64 frutti, rispettivamente. Confronto statistico mediante test *t* di Student. * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$.

Durante la stagione sono stati monitorati la crescita dei germogli e dei frutti, i flussi vascolari e di traspirazione da e verso il frutto che giornalmente sottendono alla crescita della ciliegia, le relazioni idriche (potenziali idrici di foglia fusto e frutto) e gli scambi gassosi fogliari (fotosintesi, conduttanza stomatica e traspirazione). La crescita dei frutti e dei germogli è stata determinata ad intervalli di qualche giorno lungo la stagione vegeto-produttiva, mentre il resto dei rilievi fisiologici è stato eseguito sia in pre-raccolta (2 date, rispettivamente in pre e post-invaiatura), sia post-raccolta (3 date), secondo metodologie e protocolli già pubblicati in letteratura. Inoltre, i rilievi in post-raccolta hanno visto, per ogni portinnesto, il confronto tra due trattamenti irrigui: un "controllo" pari al 100% dell'apporto irriguo consigliato dal sistema esperto "Irriframe" (www.irriframe.it) ed un trattamento stressato per il quale l'apporto idrico è stato pari al 50% del controllo.

I risultati ottenuti hanno messo in luce alcune peculiarità fisiologiche alla base della maggior efficienza produttiva del portinnesto nanizzante, spiegando come soggetti a diversa vigoria quali Gisela 6 (nanizzante) e CAB 6P (semi-vigoroso) possano profondamente influenzare la risposta fisiologica dell'albero.

Vigoria del portinnesto e rapporto vegeto-produttivo

Come ampiamente riportato in letteratura, la vigoria del portinnesto influenza profondamente lo sviluppo vegetativo del nesto. Infatti, la cresci-

ta vegetativa delle piante innestate su CAB 6P è risultata significativamente maggiore rispetto a quelle delle piante innestate su Gisela 6, con germogli più lunghi già dall'inizio del monitoraggio e tassi di crescita piuttosto elevati (con punte di 0,7 cm/giorno) fino alla raccolta (Fig. 2a). Al contrario, i germogli degli alberi su portinnesto nanizzante hanno mostrato velocità di crescita inferiori, con valori particolarmente bassi durante la fase di invaiatura, periodo di massima crescita dei frutti (Fig. 2a). Questo rallentamento nella crescita dei germogli in pre-invaiatura mette in luce la forte competitività dei frutti delle varietà innestate su Gisela 6 che in questo periodo richiedono grandi quantità di acqua e carboidrati per sostenere la propria crescita. Al contrario, su CAB 6P i germogli hanno mantenuto velocità piuttosto elevate anche nel periodo di massima crescita dei frutti, portando ad un accrescimento vegetativo decisamente maggiore, tipico dei portinnesti vigorosi (Fig. 2a) (Gonçalves *et al.* 2005; 2006).

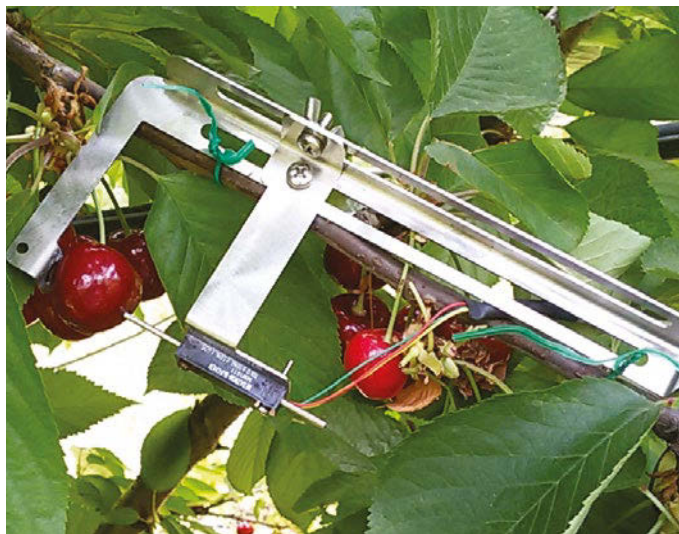
La vigoria del portinnesto non ha invece influenzato il peso medio dei frutti alla raccolta, che ha raggiunto valori di circa 8-9 g per entrambi i portinnesti, nonostante il carico di frutti quasi doppio sugli alberi innestati su Gisela 6 (Fig. 2b). A parte una lieve differenza nei tassi di crescita registrata in fase di indurimento del nocciolo, i due portinnesti hanno indotto quindi velocità di crescita del frutto simili durante la stagione: più lente nella fase di indurimento del nocciolo, fino a 35 giorni dopo la piena fioritura (GPF), per poi raggiungere velocità di crescita piuttosto

elevate, pari a circa 0,35 g/frutto/giorno, a 50-55 GPF, in corrispondenza dell'invasatura (Fig. 2b). Il portinnesto nanizzante Gisela 6 riesce quindi a sostenere la stessa crescita del frutto del CAB 6P, nonostante il carico dei frutti alla raccolta sia risultato essere circa il doppio. Questi risultati sono in accordo con altri studi riportati in letteratura, dove viene mostrato come la maggiore produttività indotta dai portinnesti nanizzanti e semi-nanizzanti non comprometta la pezzatura dei frutti nel ciliegio rispetto ai portinnesti vigorosi (Bassi, 2005).

Fisiologia di crescita della ciliegia

La crescita del frutto in un certo intervallo di tempo è determinata dal bilancio fra i flussi vascolari in entrata (floema e xilema) ed in uscita dal frutto (traspirazione dell'epidermide e a volte retroflusso xilematico): se il bilancio è positivo il frutto si accresce, se invece è negativo il frutto si restringe (Fishman e Génard, 1998). La conoscenza dei meccanismi che determinano la traslocazione dei flussi vascolari e quindi la crescita del frutto rappresenta un'informazione potenzialmente preziosa per la comprensione dell'efficienza produttiva di una certa combinazione nesto/portinnesto e quindi per il miglioramento della gestione del frutteto. Frutti di diverse specie hanno evoluto strategie di crescita molto diverse tra loro, caratterizzate da peculiarità specifiche che dipendono anche dai luoghi e dalle condizioni ambientali in cui queste si sono originate (Morandi *et al.*, in stampa). Lo sviluppo di sensori molto

precisi, capaci di misurare in continuo le variazioni diametrali di un elevato numero di frutti in campo (Morandi *et al.*, 2007) (Fig. 3), aiuta a comprendere i meccanismi biofisici di accrescimento di frutti di diverse specie, secondo metodologie consolidate, mirate allo studio dei flussi vascolari in entrata ed in uscita dai frutti stessi (Lang, 1990). Recentemente, questi approcci sono stati applicati anche al ciliegio, permettendo per la prima volta di scoprire le peculiarità che caratterizzano la crescita dei frutti di questa specie e la loro risposta ai fattori colturali ed ambientali più significativi.



▲ Fig. 3 - Sensore per il monitoraggio in tempo reale della crescita del frutto (fruttometro) su ciliegia (cv. Black Star) in post-invaiaitura.

I risultati ottenuti in questa prova sono in accordo con quanto recentemente presentato da Brüggewirth *et al.* (2016) e mostrano come nelle prime fasi di crescita del frutto, a circa 40 GPF, la ciliegia sia caratterizzata da elevati scambi idrici con l'albero e l'ambiente: il frutto, infatti, è caratterizzato da un'elevata conduttanza di superficie e per traspirazione perde circa il 75% dell'acqua che giornalmente accumula (Fig. 4d). La traspirazione giornaliera segue normalmente

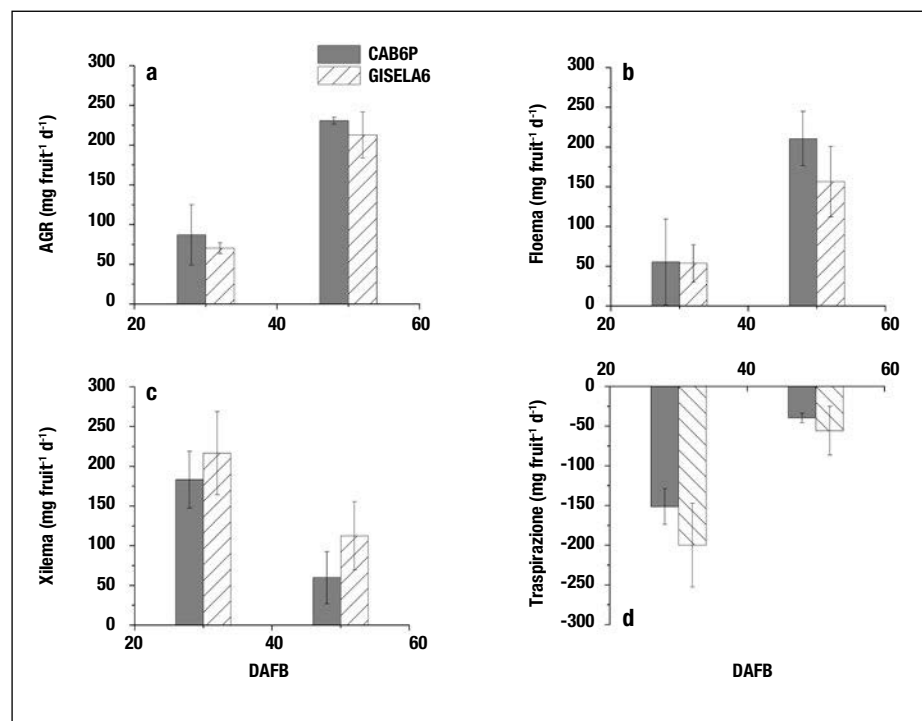
l'andamento del deficit di pressione di vapore dell'atmosfera (VPD), con picchi massimi nelle ore centrali della giornata. Ciò comporta un lieve restringimento del frutto per alcune ore del giorno e un abbassamento del suo potenziale idrico (Fig. 5b), con un relativo aumento del gradiente di potenziale del fusto, che crea le condizioni necessarie per la traslocazione dell'acqua e dei carboidrati. Il flusso xilematico provvede perciò a reidratare abbastanza velocemente

il frutto seguendo un andamento speculare a quello della traspirazione e contribuisce in maniera elevata a garantirne la crescita, rappresentando circa l'85% del totale dei flussi vascolari in entrata. Al contrario, il floema in questa fase contribuisce soltanto per il 15% nella crescita giornaliera del frutto, mostrando un andamento abbastanza costante durante la giornata (Fig. 4a-d).

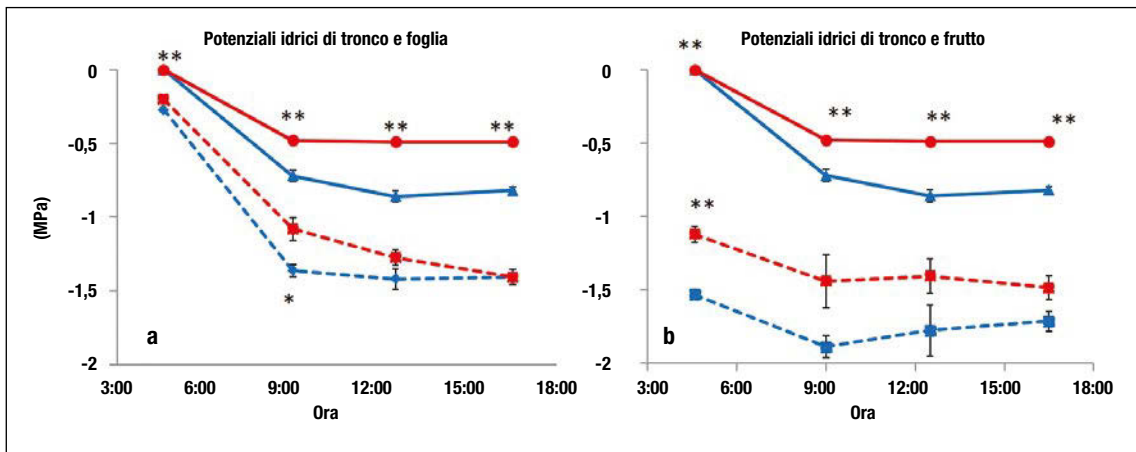
Questo meccanismo cambia profondamente con lo sviluppo del frutto. Infatti, in corrispondenza dell'invaiaitura la conduttanza di superficie del frutto diminuisce notevolmente

e di conseguenza le perdite idriche per traspirazione. Il flusso xilematico diminuisce progressivamente, probabilmente a causa di una parziale perdita di funzionalità nello xilema, come accade anche nel melo (Lang, 1990), mentre la crescita giornaliera del frutto è sostenuta quasi totalmente dal flusso floematico (Fig. 4a-d) (Brüggewirth *et al.* 2016; Winkler *et al.*, 2016). Lo scaricamento floematico in questa fase molto probabilmente è di tipo attivo (attraverso specifici trasportatori di membrana) in quanto anche la traspirazione si annulla per la riduzione della conduttanza di superficie del frutto. In queste condizioni sarebbe difficile pensare ad un meccanismo di scaricamento floematico di tipo passivo in quanto probabilmente è difficile per il frutto mantenere i necessari gradienti di pressione idrostatica per permettere la traslocazione passiva della linfa floematica (Patrick *et al.*, 1990).

Il confronto tra i portinnesti non sembra evidenziare in maniera significativa differenze nei meccanismi di crescita del frutto durante le fasi monitorate, mostrando valori simili nel contributo giornaliero di floema e xilema e nelle perdite di traspirazione, per i frutti di entrambi i portinnesti (Fig. 4a-d). Ciò è in accordo con gli andamenti di crescita del frutto misurati lungo la stagione e con il peso medio finale del frutto alla raccolta che non ha evidenziato alcun effetto significativo del portinnesto (Fig. 2b). Questa assenza di influenza della vigoria del portinnesto sulla crescita del frutto può essere spiegata dall'analisi



▲ Fig. 4 - Rappresentazione cumulata dei tassi di crescita assoluta AGR (a) e del flusso floematico (b), xilematico (c) e di traspirazione (d) nelle fasi di indurimento del nocciolo e di post-invaiaitura: confronto fra i portinnesti CAB 6P e Gisela 6. Ogni barra rappresenta la media (\pm ES) di almeno 4 frutti. Confronto statistico mediante test *t* di Student. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$.



◀ Fig. 5 - Andamento giornaliero dei potenziali idrici del tronco (linee continue) e della foglia (linee tratteggiate) (a); del tronco (linee continue) e del frutto (linee tratteggiate) (b) determinati su Black Star il 25 maggio, a 55GPF; confronto fra i portinnesti CAB 6P (linee rosse) e Gisela 6 (linee blu). Ogni punto rappresenta la media (±ES) di 4 ripetizioni. Confronto statistico mediante test t di Student. *P<0,05, **P<0,01.

delle relazioni idriche e degli scambi gassosi fogliari riportati di seguito.

Influenza del portinnesto sulle relazioni idriche e gli scambi gassosi fogliari

Lo studio delle relazioni idriche conferma come la vigoria del portinnesto influenzi profondamente lo stato idrico dell'albero, in particolare il potenziale idrico del fusto che durante la giornata risulta sempre più negativo negli alberi innestati su Gi-

sela 6, rispetto al portinnesto CAB 6P (Fig. 5a). Nei portinnesti nanizzanti, come Gisela 6, questo sembra dovuto ad una minore capacità dell'apparato radicale di assorbire acqua rispetto alla domanda traspirativa delle foglie e all'elevata resistenza idraulica del sistema radicale e del punto d'innesto (Gonçalves *et al.* 2005; 2006).

Dal momento che i flussi di acqua e carboidrati nel tessuto vascolare si muovono secondo il gradiente di potenziale idrico tra un sito e l'altro, più è negativo il potenziale del fusto più

sarà necessario per le foglie ed i frutti abbassare il loro potenziale per poter attrarre la stessa quantità di risorse verso se stessi. Tuttavia, nonostante la riduzione del potenziale idrico del fusto, le foglie su Gisela 6 mantengono valori di potenziale simili alle foglie su CAB 6P (Fig. 5a), mentre i frutti sembrano adattarsi alle condizioni di ridotta disponibilità idrica e abbassano a loro volta il proprio potenziale idrico, mantenendo gradienti fusto-frutto simili a CAB 6P (Fig. 5b). Dal momento che i tassi di traspirazione



UNA GIUSTA NUTRIZIONE PER UN PRODOTTO DI QUALITÀ.



KYTEX
NK (CaO, MgO) 9,6 (8,2) + Mn + Zn

UTILIZZO IDEALE
CONCIMAZIONE FOGLIARE

COLTURE  powered by
IKO-HYDRO

HENDOSAR
NK (Ca, Mg) 9,6 (10,2) + Mn + Zn

UTILIZZO IDEALE
CONCIMAZIONE FOGLIARE

COLTURE  powered by
IKO-HYDRO

BOROMAG CA
0,5% B

UTILIZZO IDEALE
CONCIMAZIONE FOGLIARE

COLTURE  powered by
Adriatica

ADRIATICA Spa
Strada Dogado 300 / 19-21
45017 Loreo (ROVIGO)
T +39 0426 669611
E info@k-adriatica.it


Adriatica
www.k-adriatica.it

dell'epidermide del frutto sono simili nei due portinnesti, i valori inferiori del potenziale idrico dei frutti di Gisela 6 sono probabilmente dovuti a specifici meccanismi di aggiustamento osmotico (es: un accumulo maggiore di soluti nell'apoplasto del frutto) (Patrick, 1990) messi in atto dai frutti per aumentare la loro capacità di attrazione dei nutrienti (acqua e carboidrati) verso se stessi, diventando "sink" più competitivi rispetto alle foglie del germoglio. Questo meccanismo contribuisce a spiegare la ridotta crescita vegetativa tipica dei portinnesti nanizzanti (Fig. 1b), assieme al mantenimento di tassi di crescita del frutto non limitanti, come confermato dai dati giornalieri di floema e xilema che non risultano influenzati dal portinnesto (Fig. 4).

La capacità delle foglie di fissare carbonio non è risultata significativamente influenzata dal portinnesto, tranne in un caso, nel tardo pomeriggio dell'ultimo rilievo effettuato prima della raccolta (Fig. 6a), nonostante foglie su CAB 6P abbiano mostrato un grado di apertura degli stomi (conduttanza stomatica) estremamente più elevato rispetto al Gisela 6 (Fig. 6b). Questa differenza potrebbe in parte dipendere dal maggior gradiente di potenziale idrico tra il fusto e la foglia riscontrato su CAB 6P, e quindi da

un'elevata forza di attrazione dell'acqua da parte di queste foglie (Fig. 5a) che, di conseguenza, mostrano elevatissime perdite di acqua per traspirazione (Fig. 6c).

La minore conduttanza stomatica nelle piante innestate sul portinnesto Gisela 6 non risulta particolarmente limitante per la fotosintesi e permette all'albero di fissare una quantità di carboidrati sufficiente per sostenere la crescita dei propri frutti a tassi simili al CAB 6P. Inoltre, essa riduce la traspirazione fogliare, specialmente durante il pomeriggio, permettendo un'efficienza d'uso dell'acqua ("Water Use Efficiency" - WUE) decisamente superiore al portinnesto più vigoroso (Fig. 6d).

In un contesto ambientale in cui l'acqua è una risorsa sempre più limitata, questo dato risulta particolarmente interessante, anche se ulteriori studi sarebbero necessari per valutare la reale possibilità di utilizzare l'acqua in maniera più efficiente in ceraseti innestati su portinnesti poco vigorosi.

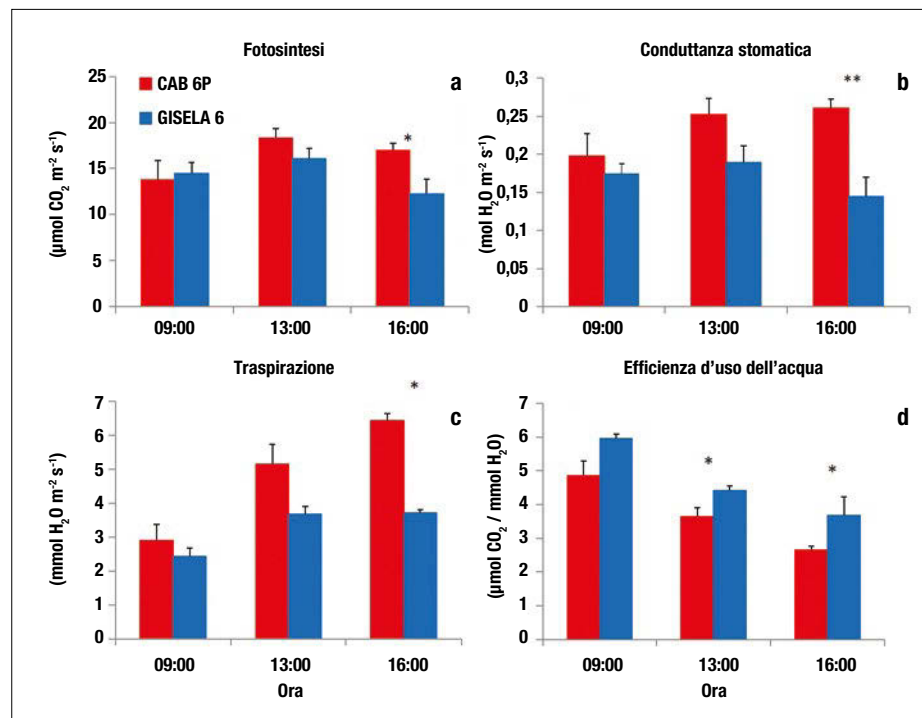
La gestione irrigua: elemento chiave per ottenere risultati soddisfacenti

Nonostante i parametri fisiologici qui presentati siano decisamente in-

coraggianti ed a favore della maggior efficienza dei portinnesti nanizzanti, è bene sottolineare come nella realtà agricola le "performance" produttive ottenute dall'utilizzo di questi soggetti siano a volte altalenanti ed in alcuni casi poco soddisfacenti, specie nel lungo periodo. Le ragioni possono essere diverse, ma prima fra tutte si evidenzia la necessità di una corretta gestione irrigua, che garantisca all'albero condizioni di disponibilità idrica non limitanti e tali da permettere una sufficiente crescita dei germogli e un adeguato rinnovo vegetativo (con apporti idrici anche estesi al periodo post-raccolta).

Nel caso delle prove da noi eseguite, il periodo pre-raccolta è stato caratterizzato da diversi eventi piovosi, che hanno impedito che la disponibilità idrica nel suolo divenisse limitante, assieme a condizioni ambientali non particolarmente stressanti. È facile però ipotizzare come la maggior resistenza idraulica che caratterizza il trasporto xilematico negli alberi con portinnesti nanizzanti possa portare a limitazioni stomatiche eccessive e quindi a riduzione del tasso fotosintetico anche in presenza di stress idrici relativamente leggeri o di condizioni ambientali caratterizzate da elevate richieste evapotraspirative. Un esempio di ciò che può accadere è riportato dal rilievo eseguito al pomeriggio a 55 GPF (25 maggio), dove a causa di temperature abbastanza elevate si è riscontrata una riduzione stomatica significativa seguita da una diminuzione del tasso fotosintetico nelle foglie di Gisela 6, nonostante nessuna differenza tra i portinnesti fosse stata rilevata nelle ore precedenti (Fig. 6a).

Inoltre, rilievi effettuati in post-raccolta su alberi di entrambi i portinnesti sottoposti a leggero stress idrico hanno mostrato che in presenza di limitazione irrigua le piante su Gisela 6 presentano riduzioni significative negli scambi gassosi (Fig. 7), con possibili conseguenze negative sull'accumulo dei carboidrati di riserva e quindi sulle performance produttive dell'anno successivo (Marsal *et al.* 2010). Possiamo quindi concludere che per i ceraseti su portinnesti nanizzanti, come nella fattispecie il Gisela 6, sia molto importante mantenere la pianta in buone condizioni idriche, anche dopo la raccolta, per non compromettere la regolare differenziazione ed evoluzione delle gemme a fiore (Avanzato *et al.* 1991). Al contrario,



▲ Fig. 6 - Assimilazione netta (a), conduttanza stomatica (b), tasso di traspirazione (c) e efficienza d'uso dell'acqua ("Water Use Efficiency" - WUE) rilevati alle ore 9, alle 13 ed alle 16 il 25 maggio 2016, 55 GPF: confronto fra i portinnesti CAB 6P e Gisela 6. Ogni colonna rappresenta la media (\pm ES) di 4 ripetizioni. Confronto statistico mediante test t di Student. * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$.

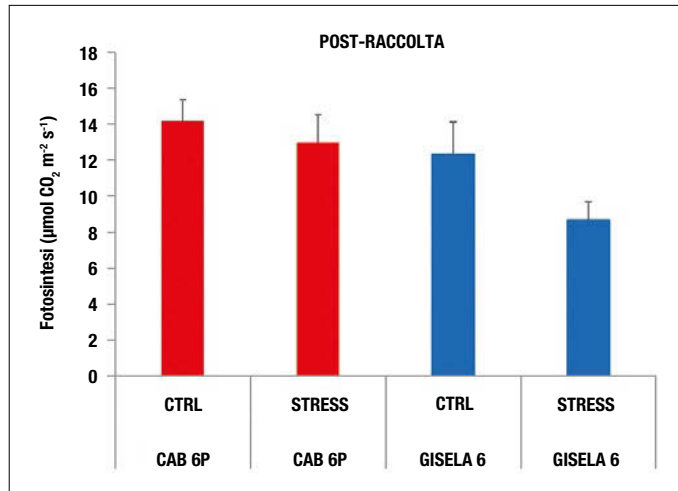
per quanto rilevato sugli alberi innestati su CAB 6P, una riduzione del 50% dell'apporto idrico consigliato da "Irriframe" non ha causato alcuna differenza significativa nei parametri fisiologici rispetto ad alberi pienamente irrigati. Questo conferma la maggior tolleranza dei portinnesti vigorosi, tipo CAB 6P, allo stress idrico e suggerisce la possibilità di introdurre, per questi soggetti, protocolli di stress idrico controllato in post-raccolta anche orientati ad un maggior controllo del vigore.

Su pesco, Dichio *et al.* (2004; 2007) hanno rilevato come lo stress idrico controllato in post-raccolta possa ridurre la competizione fra i tessuti di riserva e gli apici vegetativi e migliorare l'intercettazione della luce, riducendo la potatura estiva. In accordo con questi risultati, nelle prove da noi condotte la lunghezza media dei germogli a fine stagione rilevata sulle piante innestate sul portinnesto CAB 6P soggette ad una riduzione dell'apporto irriguo del 50% è risultata significativamente inferiore di 7 cm, lasciando intravedere la possibilità di migliorare il controllo della vigoria qualora venga adottata una gestione irrigua più controllata.

Conclusioni

Questo studio descrive come portinnesti di diversa vigoria possano profondamente influenzare l'efficienza fisiologica e produttiva del ciliegio e spiega alcuni dei meccanismi fisiologici alla base di queste differenze. Piante di ciliegio Black Star innestate su Gisela 6 e CAB 6P hanno sostenuto una crescita dei frutti simile, nonostante un carico produttivo decisamente maggiore col portinnesto nanizzante. Le ragioni fisiologiche di questa maggiore efficienza possono essere così sintetizzate:

- 1) in condizioni idriche non limitanti l'attività fotosintetica su Gisela 6 non ha mostrato riduzioni significative rispetto a CAB 6P, permettendo una disponibilità di carboidrati simile tra i due portinnesti per il sostentamento dei frutti in crescita;
- 2) i frutti su Gisela 6 hanno manifestato una maggior capacità di competizione con le foglie per attrarre



▲ Fig. 7 - Assimilazione netta determinata sulla varietà Black Star sul portinnesto CAB 6P e Gisela 6 il giorno 8 agosto 2016 (114 GPF) alle ore 12: confronto fra il controllo (ctrl) e l'apporto idrico ridotto al 50% (stress) mediante test t. Ogni colonna rappresenta la media (±ES) di 4 ripetizioni. Confronto statistico mediante test t di Student. *P<0,05, **P<0,01.

acqua e carboidrati dal sistema vascolare. Ciò sembra essere dovuto ad una capacità di adattamento di questi frutti che, in risposta al potenziale idrico più negativo nel fusto, a loro volta hanno ridotto il proprio potenziale idrico conseguendo gradienti di potenziale idrico tra il fusto e il frutto relativamente maggiori rispetto ai gradienti di potenziale fusto-foglia.

Tuttavia, per mantenere elevata questa efficienza è bene fare attenzione alla gestione irrigua, in quanto le piante innestate sul portinnesto Gisela 6 sono risultate molto più sensibili alle carenze idriche, specialmente in presenza di alte temperature e gradi di elevata richiesta evapotraspirativa. Al contrario, piante su CAB 6P sono risultate più tolleranti allo stress idrico prestandosi all'applicazione di protocolli irrigui del cosiddetto "stress idrico controllato", specialmente in post-raccolta. Questo risultato è particolarmente significativo in un contesto di cambiamento climatico e di minore disponibilità idrica, anche se occorrono ulteriori studi per poter ottimizzare le strategie di irrigazione in funzione del genotipo varietale e del tipo di suolo.

BIBLIOGRAFIA

- Avanzato D., Barbera G., Bargioni G., Bellini E., Bergamini A., Calabrese F., DeMichele A., Di Lorenzo R., Faedi W., Fidighelli C., Fontanazza G., Godini A., Guerriero R., Insero O., Monastra F., Paesano G., Paglietta R., Roversi A., Tamponi G., Tombesi A. (1991). "Frutticoltura speciale". Reda edizioni per l'agricoltura: 333, 341.
- Bassi G. (2005). "Influenza dei portinnesti sulla produzione del ciliegio". L'informatore Agrario 24: 55,59.

Brüggenwirth M., Winkler A., Knoche M. (2016). "Xylem, Phloem, and transpiration flows in developing sweet cherry fruit". Trees 30: 1821-1830.

Dichio B., Xiloyannis C., Sofo A., Montanaro G. (2007). "Effects of post-harvest regulated deficit irrigation on carbohydrate and nitrogen partitioning, yield quality and vegetative growth of peach trees". Plant Soil 290: 127-137.

Dichio B., Xiloyannis C., Nuzzo V., Montanaro G. and Palese A.M. (2004). "Postharvest Regulated Deficit Irrigation of Peach Tree in a Mediterranean Environment: Effects on Vegetative Growth and Yield". Acta Horticulturae: 169-174.

Avanzato D., Barbera G., Bargioni G., Bellini E., Bergamini A., Calabrese F., DeMichele A., Di Lorenzo R., Faedi W., Fidighelli C., Fontanazza G., Godini A., Guerriero R., Insero O., Monastra F., Paesano G., Paglietta R., Roversi A., Tamponi G., Tombesi A. (1991). "Frutticoltura speciale". Reda edizioni per l'agricoltura: 333, 341.

Fishman S., Génard M. (1998). "A biophysical model of fruit growth: simulation of seasonal and diurnal dynamics of mass" Plant, Cell and Environment 21: 739-752.

Gonçalves B., Correia C., M., Silva A. P., Bacelar E.A., Santos A., Ferreira H., Moutinho-Pereira J.M. (2006). "Variation in xylem structure and function in roots and stems of scion-rootstock combinations of sweet cherry tree". Trees 21: 121, 127-129.

Gonçalves B., Moutinho-Pereira J., Santos A., Silva A. P., Bacela rE., Correia C., Rosa E. (2005). "Scion-rootstock interaction affects the physiology and fruit quality of sweet cherry". Tree Physiology 26: 93,99-102.

Lang A. (1990). "Xylem, phloem and transpiration flows in developing apple fruits". Journal of Experimental Botany. 70: 645-652.

Lugli S. (2011). "Nel Nord torna in auge la cerasicoltura specializzata". Agricoltura Maggio 2011: 35,36.

Lugli S. (2011). "Speciale ciliegio. Nuovi impianti di ciliegio le regole da seguire". L'informatore Agrario n. 21-2011: 35-41.

Marsal J., Lopez G., del Campo J., Mata M., Arbones A., Giorona J. (2010). "Postharvest regulated deficit irrigation in "Summit" sweet cherry: fruit yield and quality in the following season". Irrig Sci 28: 181,186-188.

Morandi B., Rieger M, Corelli Grappadelli L. (2007). "Vascular flows and transpiration affect peach (*Prunus Persica* Batsch.) fruit daily growth". Journal of Experimental Botany 58: 3942-3943.

Olmstead A.M., Lang N. S., Lang A. G., Ewers F.W., Owens S. A. (2006). "Examining the Vascular Pathway of Sweet Cherry Grafted onto Dwarfing Rootstocks". HortScience 41(3): 674,677,678.

Patrick J.W. (1990). "Sieve element unloading: cellular pathway, mechanism and control". Physiologia Plantarum 78: 298-308.

Winkler A., Brüggenwirth M., Sang Ngo N., Knoche M. (2016). "Fruit apoplast tension draws xylem water into mature sweet cherries". Scientia Horticulturae 209: 277.

RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia il gruppo Apofruit per aver contribuito alla sperimentazione. ■