

# Efficienza dei portinnesti nanizzanti del ciliegio negli impianti ad alta densità

STEFANO LUGLI - MICHELANGELO GRANDI - PASQUALE LOSCIALE - SANDOR THURZÓ  
MAURIZIO QUARTIERI - LORENZO LAGHEZZA - SILVIERO SANSAVINI

Dipartimento di Colture Arboree - Università di Bologna

(\*) Attualmente presso il Centre of Agric. Science, Dept. of Agric. Chemistry and Soil Science  
University of Debrecen (Ungheria)

In una precedente nota (Quartieri *et al.*, 2008) sono stati presentati i risultati sperimentali di una serie di nuovi portinnesti nanizzanti del ciliegio, dopo nove anni di osservazioni sulle varietà Lapins e Regina. Tale complessa indagine ha mostrato un ventaglio di dati comportamentali molto utili per stabilire quali dei nuovi portinnesti clonali si adattano meglio per la costituzione di impianti ad alta densità (4,8 x 1,9 m, pari a circa 1.100 alb/ha), in località tipiche per la coltura del ciliegio quale la Valle del Panaro, nei pressi di Vignola.

In secondo luogo, sono stati saggiati anche soggetti semi-nanizzanti o moderatamente vigorosi per costituire impianti di media densità (5 x 3 m, circa 660 alb/ha). In complesso sono stati saggiati 12 portinnesti, 7 deboli e 5 di vigoria intermedia (Tab. 1).

Nella presente nota riprendiamo i dati progressivi, aggiungendo un anno di rilievi (10° dall'impianto) avvalendoci dell'apporto di alcuni parametri fisiologici, prima non rilevati, quali lo stato nutrizionale degli alberi e l'intercettazione dell'energia radiante e quindi l'efficienza fotosintetica

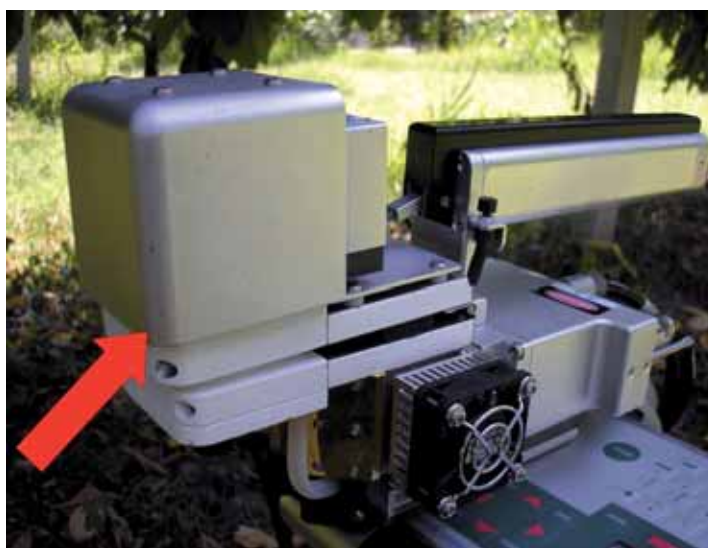
del carbonio fissato dalle foglie. Si vuole, in tal modo, cercare di conoscere in che modo i singoli portinnesti si sono avvalsi di questi fattori energetici per offrire parametri produttivi più o meno favorevoli, e quindi fra loro differenziati; basti citare che soggetti quali la serie Gisela (Gi4, Gi6, Gi7), hanno prodotto rese singole ed ettariali molto elevate (da 22 a 24 t/ha nella cv Lapins e da 18 a 31 t/ha in Regina) (Quartieri, I.c.). Altri soggetti come Gi5 hanno indotto una minore fruttificazione (13-16 t/ha), ma hanno manifestato un'efficienza superiore, la più alta in assoluto delle prove, sia con Regina sia con Lapins. Apprezzabili anche i risultati produttivi di Weiroot 10 (= W10) e PHIA che hanno

manifestato buoni valori di efficienza con Lapins, più bassi, però, nella cv Regina. Altri ancora, come Edabriz (soggetto fra i più nanizzanti), hanno prodotto mediocri risultati produttivi, conseguendo però un'alta efficienza nella cv Lapins grazie alla ridotta dimensione degli alberi. Insoddisfacente, sia sul piano produttivo sia dell'efficienza, il Weiroot 158 (= W158).

Anche la letteratura internazionale, in questi ultimi anni, si è arricchita di numerosi contributi di ricerca, che nel complesso hanno evidenziato le straordinarie capacità di nanizzazione di vari portinnesti, fra cui spicca Gi5 (Hilsendegen, 2005; Bujdosó e Hrotkó, 2008; Lugli, e Sansavini, 2008; Cordeiro e Santos, 2008; Santos *et al.*, 2008). Questa breve premessa per sottolineare che vi è, dunque, motivo di approfondire, al di là dell'influenza della cultivar, le conoscenze sulla manifesta interazione nastro/soggetto che influenza molto le singole combinazioni d'innesto. Regina, ad esempio, è stata più rapida nella messa a frutto anche se meno produttiva di Lapins.

## Metodologia

Per l'impostazione della prova e la metodologia dei rilievi di campo e delle analisi sui frutti si rimanda al lavoro precedente (Quartieri, I.c.). In questa sede ci limitiamo a riportare brevemente le metodologie di analisi fogliare



▲ Sistema portatile Li-Cor 6400 utilizzato in pieno campo per la valutazione delle caratteristiche funzionali dell'apparato fotosintetico fogliare; particolare della camera di assimilazione fogliare munita di fluorimetro integrato con essa; sollevando il corpo superiore della camera (freccia) le foglie non distaccate dal germoglio sono sistemate ortogonalmente alla fonte luminosa interna (foto Laghezza).

Nota\* Analisi svolte presso il Dep. of Agricultural Chemistry and Soil Science (Prof. Péter Tamás Nagy). Univ. of Debrecen, Hungary.

con prelievi a tre epoche (maggio, giugno e luglio) e quella dei rilievi energetici. Nel lavoro sono riportati i dati del 10° anno, oltre a quelli cumulativi della produzione, che integrano opportunamente quelli rilevati fino al 2007. Le due annate 2007-2008 differiscono, infatti, sensibilmente per gli aspetti climatici (Fig. 1) e per quelli produttivi.

Per quanto riguarda il primo aspetto, le foglie sono state prelevate dalla parte mediana di germogli di vigore equilibrato (60-80 cm di lunghezza), successivamente private del picciolo e lavate per allontanare eventuali residui di fitofarmaci e, infine, essiccate in stufa ventilata a 65 °C per 72 ore. Il materiale così ottenuto è stato poi macinato finemente ed analizzato per la concentrazione dei macro e microelementi\* previa digestione acida del materiale vegetale. La determinazione dell'azoto totale (N) è avvenuta in accordo con il metodo Kjeldahl, il fosforo (P) è stato determinato per via spettrofotometrica, mentre potassio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), manganese (Mn), rame (Cu) e zinco (Zn) sono stati determinati per spettrometria in assorbimento atomico.

La misurazione a livello fogliare degli scambi gassosi e quindi la valutazione delle caratteristiche funzionali dell'apparato fotosintetico è stata effettuata su quattro combinazioni di innesto ossia su alberi delle cv Lapins e Regina innestate su Colt e Gisela 6 che hanno conferito alla pianta, rispettivamente, da un lato, elevata e ridotta vigoria e dall'altro, ridotta ed elevata efficienza produttiva. Le misure di fotosintesi netta ( $A_n$ ,  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), di conduttanza stomatica ( $g_s$ ,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ), della concentrazione sottostomatica interna della  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ,  $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ ), della frazione di energia luminosa utilizzata per il trasporto elettronico ( $\phi\text{PSII}$ ) e del PAR ( $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) sono state effettuate in pre e post-raccolta in 4 momenti della giornata (ore 9, 11, 13, 15) secondo il protocollo proposto da Losciale *et al.*, 2008a, utilizzando un sistema portatile a circuito aperto per l'analisi dei gas all'infrarosso, provvisto di fluorimetro integrato (Li-COR 6400, LI-COR inc., Lincoln Nebraska U.S.A.).

## Risultati

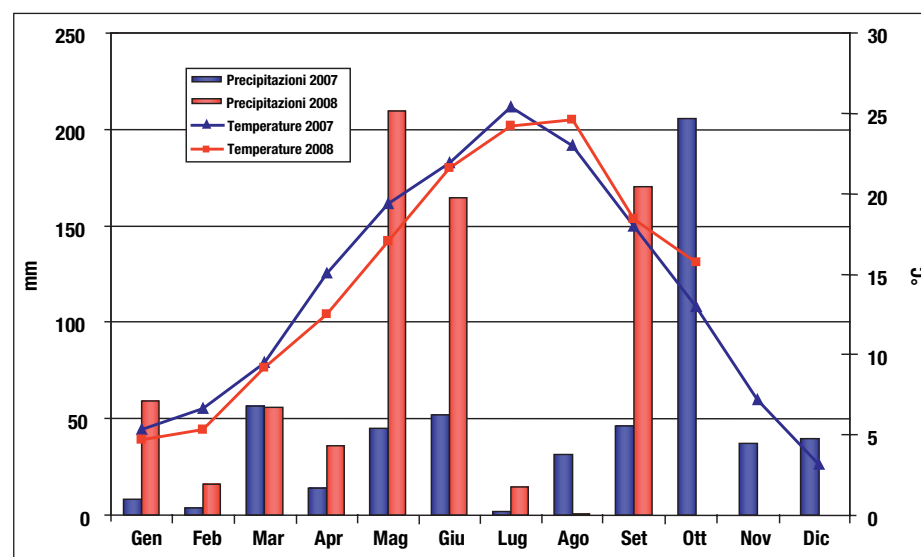
### Nanizzazione e precocità di messa a frutto

I dati rilevati fino al 10° anno di fruttificazione (crescita tronco, messa a frutto e produzione, per albero e per

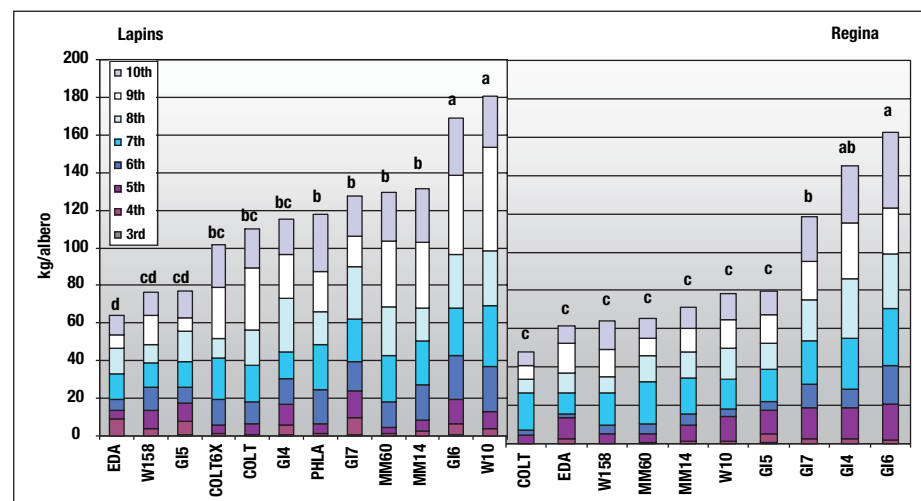
TAB. 1 - SVILUPPO E RESE PRODUTTIVE PER I 12 PORTINNESTI FINO AL 10° ANNO (VIGNOLA). PER L'ORIGINE E LE CARATTERISTICHE DI CIASCUN SOGGETTO SI RIMANDA AL PRECEDENTE LAVORO DI QUARTIERI *ET AL.* (2008)

Portinnesto	Area sezione tronco (AST) 10° anno (2008) (cm <sup>2</sup> )			Produzione cumulata (7° - 10° anno) (t/ha)		
	Lapins	Regina	Media	Lapins	Regina	Media
Colt**	472.7	409.6	441.2 a	15.3 bcd	6.7 d	11.0
Colt 6x**	332.0	-	331.0 abc	13.7 cd	-	13.7
Edabriz*	122.7	163.3	147.0 de	11.1 d	11.7 cd	11.5
Gi4*	148.5	173.0	162.1 de	20.5 abc	28.8 a	25.1
Gi5*	95.4	80.1	88.3 e	12.5 d	14.4 c	13.4
Gi6*	229.5	235.8	232.0 cd	21.0 ab	20.2 b	20.7
Gi7*	181.5	193.7	188.0 de	21.8 ab	21.5 b	21.7
MaxMa14**	342.1	405.0	373.5 ab	17.5 abcd	9.3 cd	13.4
MaxMa60**	403.1	452.8	424.4 ab	18.5 abcd	9.2 cd	14.5
Phi A*	196.9	-	196.9 de	22.2 ab	-	22.2
Weiroot10**	331.6	297.6	320.2 bc	24.0 a	10.0 cd	19.4
Weiroot158*	133.7	236.1	179.2 de	12.4 d	13.2 cd	12.8
Vigorosi**	357.0	378.9	365.6 a	18.2 a	10.2 b	15.0
Deboli*	143.0	163.3	152.8 b	16.6 b	18.0 a	17.3
Media cv	269.2 a	217.1 a	-	17.5	14.1	-

Differenze statisticamente significative  $P = 0,05$  (Test SNK).



▲ Fig. 1 - Temperature e precipitazioni medie mensili (2007-2008) a Vignola (Mo).



▲ Fig. 2 - Produzione cumulata per albero fino al 10° anno (2008).



▲ Fig. 6 (a,b,c) - Alberi di Lapins al 10° anno dall'impianto (2008) su tre portinnesti deboli, con differente grado di controllo della vigoria: Edabriz (a), Gisela 4 (b) e PHL-A (c).

TAB. 2 - INDICI DELLA PRECOCITÀ DI FRUTTIFICAZIONE E DELL'EFFICIENZA PRODUTTIVA DEGLI ALBERI

Portinnesto	Precocità di fruttificazione (1)			Efficienza produttiva (kg/cm <sup>2</sup> ) (2)		
	Lapins	Regina	Media	Lapins	Regina	Media
Colt**	0.16 e	0.15 d	0.16	0.25 d	0.14 f	0.19
Colt 6x**	0.19 de		0.19	0.31 d		0.31
Edabriz*	0.30 ab	0.23 abc	0.26	0.58 c	0.39 d	0.47
Gi4*	0.29 abc	0.19 bcd	0.24	0.71 abc	0.87 b	0.80
Gi5*	0.34 a	0.28 a	0.31	0.83 a	0.99 a	0.91
Gi6*	0.25 bcd	0.25 ab	0.25	0.75 ab	0.69 c	0.72
Gi7*	0.31 ab	0.26 ab	0.29	0.75 ab	0.67 c	0.71
MaxMa14**	0.22 cde	0.22 abcd	0.22	0.39 d	0.19 ef	0.29
MaxMa60**	0.14 e	0.17 cd	0.15	0.33 d	0.15 ef	0.26
Phl A*	0.21 cde		0.21	0.65 bc		0.65
Weiroot10**	0.21 cde	0.25 ab	0.22	0.58 c	0.30 de	0.48
Weiroot158*	0.29 abc	0.16 cd	0.23	0.55 c	0.27 def	0.43
<b>Vigorosi**</b>	<b>0.19 b</b>	<b>0.20 b</b>	<b>0.20</b>	<b>0.42</b>	<b>0.25</b>	<b>0.35 b</b>
<b>Deboli*</b>	<b>0.30 a</b>	<b>0.24 a</b>	<b>0.27</b>	<b>0.70</b>	<b>0.67</b>	<b>0.69 a</b>
<b>Media cv</b>	<b>0.24</b>	<b>0.22</b>		<b>0.54 a</b>	<b>0.46 b</b>	

(1) Rapporto fra produzione cumulata fino al 5° anno e la produzione fino al 10° anno, per albero.  
(2) Rapporto fra  $\Sigma$  produzione fino al 10° anno e AST finale (area semitronco cm<sup>2</sup>).

unità di superficie, caratteristiche del frutto) (Fig. 2; Tab. 1, 2, 3) confermano la base genetica della capacità nanizzante esercitata dai singoli portinnesti e conseguentemente la capacità degli stessi di controllare lo sviluppo degli alberi e quindi anche la loro precocità di messa a frutto e di fruttificazione. La cv Lapins si è rivelata più produttiva di Regina. Più di tutti è stata nanizzata da Gisela 5 (sviluppo tronco inferiore del 20-25% rispetto a Colt), anche se statisticamente altri soggetti quali Edabriz, Gi4, Gi7, Phl A e Weiroot 158 hanno fornito "performance" dello stesso livello. Questi soggetti riducono lo sviluppo anche del 50% rispetto a Colt, scelto come p.i. di riferimento.

Va considerata anche l'interazione fra varietà e soggetto con azione talvolta sinergica con alcuni soggetti rispetto ad altri. Ad esempio, W 158 ha nanizzato assai più Lapins di Regina, mentre comportamento opposto ha manifestato Gi5, col quale Lapins è stato nanizzato meno di Regina. Nella precocità di messa a frutto, in genere si è notato un accresciuto effetto positivo dei p.i. nanizzanti su Lapins, piuttosto che su Regina, sulla quale le differenze si sono affievolite.

In ogni caso, il migliore indice di precocità per Lapins è stato fornito da Gi5, Gi7, W 158 e Edabriz e, per Regina, da Gi5, Gi7 e W 10. Mentre nella cv Lapins questi soggetti deboli hanno fornito indici medi intorno a 0,30 (Lapins), superiori in media di un terzo rispetto a quelli vigorosi, nella cv Regina, invece, l'indice non ha superato 0,2, per cui la differenza rispetto a quelli vigorosi risulta meno marcata.

In termini di produttività, considerando la media dal 7° al 10° anno (dati più significativi rispetto alla produzione cumulata dell'intero decennio) è emersa una grossa differenza fra soggetti, anche di oltre il 50% fra loro. In particolare, Colt, Edabriz, Gi5 e W 158 sono i soggetti che hanno indotto la più bassa fruttificazione espressa dai singoli alberi, ma valutando la produzione unitaria di superficie (ha) si nota come Gi4, Gi6 e Gi7, Phl A e W 10 abbiano superato le 20 t/ha, mentre tutti gli altri soggetti sono rimasti sotto questo limite, scendendo, col Colt, a sole 11 t/ha/anno di ciliegie raccolte. Interessante ancora è l'interazione fra soggetto e varietà: ad esempio W 10 ha indotto una produzione media di 24 t/ha/anno con Lapins e solo 10 con Regina, così come Colt ha conseguito 15 t con Lapins e solo 7 con Regina.

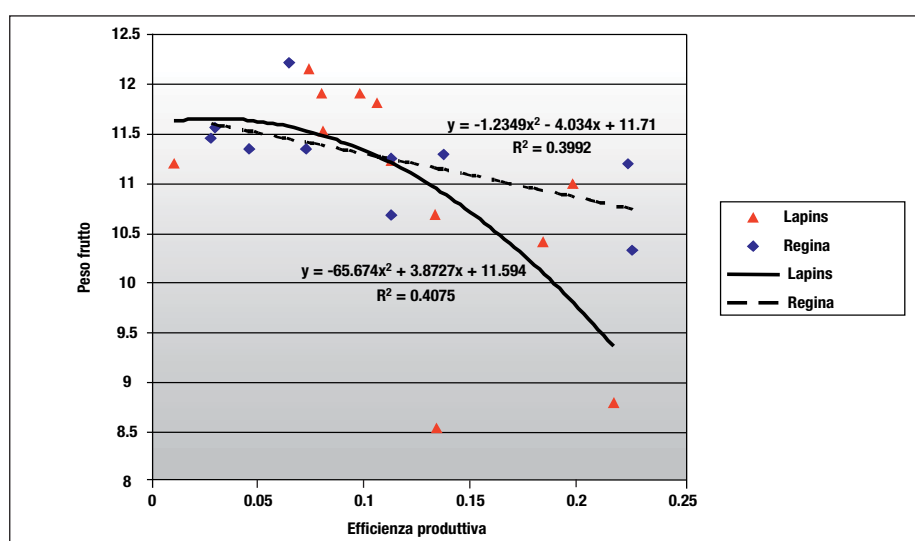


▲ Fig. 7 (a,b,c) - Alberi di Regina al 10° anno su tre soggetti nanizzanti: Gisela 6 (a), Gisela 7 (b) e Weiroot 158 (c).

All'opposto, Gi4 ha indotto 29 t/ha/anno con Regina e solo 20 con Lapins. Questa variabilità di risultati, conseguente all'interazione, è bene esplicitata dall'efficienza produttiva che nell'ambito di un ampio "range" (oscillante, in Regina, da 0,15 a 1,0 e in Lapins da 0,25 a 0,8) indica in Gi5, Gi4, Gi6, Gi7 e PhIA i soggetti con maggiore indice di efficienza produttiva (in media da 0,9 di Gi5 si scende a 0,65 di PhIA), seguiti da W10, W158 ed Edabriz (< 0,5 e > 0,4,0).

#### Parametri qualitativi

In complesso (Tab. 3 e Fig. 3), la cv Regina ha prodotto frutti leggermente più grossi di Lapins in entrambi gli anni. Le ciliegie cv Regina, inoltre, han-



▲ Fig. 3 - Correlazione fra efficienza produttiva degli alberi e peso del frutto al 10° anno (2008) nelle due cv Lapins e Regina.

TAB. 3 - CARATTERISTICHE DELLE CILIEGIE AL 10° ANNO (2008)

Portinnesto	Peso (g)			Consistenza (kg/cm²)			Solidi Solubili (°Brix)			Acidità (g/L acido malico)			Chroma		
	Lapins	Regina	Media	Lapins	Lapins	Regina	Media	Regina	Media	Lapins	Regina	Media	Lapins	Regina	Media
Colt	10.7	12.4	11.6	0.24	0.39	0.32	14.9	20.1	17.5	6.4	4.6	5.5	15.2	12.4	13.8
Colt 6x	11.2		11.2	0.32		0.32	17.5		17.5	4.6		4.6	18.7		18.7
Edabriz	8.5	10.1	9.3	0.29	0.52	0.41	17.4	17.2	17.3	3.9	3.3	3.6	14.0	15.5	14.75
Gi4	10.8	10.4	10.6	0.43	0.57	0.50	21.5	17.5	19.5	4.1	3.1	3.6	10.5	14.6	12.55
Gi5	9.0	7.9	8.4	0.33	0.59	0.46	17.0	15.7	16.4	4.2	3.2	3.7	16.0	18.7	17.35
Gi6	10.0	10.4	10.2	0.31	0.48	0.40	15.9	16.6	16.3	4.7	3.9	4.3	15.9	15.0	15.45
Gi7	8.9	10.2	9.5	0.28	0.50	0.39	17.6	16.3	17.0	4.4	3.5	3.9	11.7	17.4	14.55
MaxMa14	10.6	10.9	10.7	0.27	0.48	0.38	14.7	15.0	14.9	4.5	3.4	3.9	19.6	14.9	17.25
MaxMa60	11.9	11.5	11.7	0.40	0.42	0.41	14.5	15.9	15.2	4.6	3.7	4.2	23.7	13.7	18.7
PhIA	9.2		9.2	0.26		0.26	17.3		17.3	4.5		4.5	11.3		11.3
Weiroot10	11.5	12.1	11.8	0.27	0.42	0.35	16.2	15.6	15.9	5.4	3.7	4.5	14.4	15.2	14.8
Weiroot158	8.2	8.1	8.2	0.26	0.42	0.34	17.2	18.0	17.6	3.6	2.9	3.2	-	10.9	10.9
Vigorosi	11.0	11.5	11.2	0.30	0.44	0.36	15.6	16.6	16.2	5.0	3.9	4.5	17.9	14.2	16.5
Deboli	9.1	9.3	9.2	0.31	0.52	0.39	18.0	16.9	17.5	4.1	3.2	3.8	12.7	15.4	13.6
Media cv	10.0	10.4		0.31	0.48		16.8	16.8		4.6	3.5		15.3	14.8	

\*I dati delle caratteristiche dei frutti (media 2005/2007) sono riportati nel lavoro Quartieri et al., 2008.



▲ Fig. 8 (a,b) - L'ibrido MaxMa 60 ha indotto sulla cv. Regina un'elevata vigoria accompagnata da bassi livelli di efficienza produttiva; nella foto (a) una parcella di 4 alberi al 10° anno. Buone invece le performance agronomiche registrate in Regina/Weirroot 10 (in primo piano, a destra, a confronto con alberi su MaxMa 14 (b)).

no polpa più soda (+ 45%) e più dolce (+ 10%) di Lapins, meno acida (-21%), con un "chroma" (indice colorimetrico) più basso (-14%) e anche meno luminoso (-3%). Già altri Autori hanno rilevato che le caratteristiche dei frutti dipendono soprattutto dal carico produttivo, per cui questo, a sua volta condizionato dal soggetto, pesa certamente molto sulla qualità dei frutti e sulle variazioni da un anno all'altro (Verstrheim, 1996).

Nella nostra indagine il peso medio dei frutti, e quindi la pezzatura, sono stati alquanto influenzati dal p.i. I soggetti nanizzanti hanno ridotto in qualche modo lo sviluppo e quindi il peso nella cv Lapins (in un "range" di 8,5 – 12,2 g) e meno invece nella cv Regina (10,3 – 12,2 g). Ma mentre nella cv Lapins con alcuni di essi la pezzatura delle ciliegie è andata sotto le misure compatibili con gli standard di mercato (es. W 158), con altri soggetti i risultati sono stati variabili e meno soddisfacenti. Ad esempio, in Lapins, Edabriz, Gi5, Gi7 e PhIA hanno penalizzato la pezzatura nel 2008, mentre Gi6 lo ha fatto solo

nel 2007 e W158 in entrambi gli anni. Per Regina si sono registrate minori differenze, ma stupisce la buona pezzatura indotta da W158 (12,2 g), superiore o pari a tutti gli altri soggetti; bene sono andati Gi6, Gi7, Edabriz, W10 (tutti oltre 10,8) con la sola eccezione di Gi5 e W158 (solo 8 g di media nel 2008).

Per quanto attiene i soggetti "vigorosi" non si sono rilevate differenze fra i soggetti Colt, W10 e i due MaxMa 14 e 60. La media generale del peso è stata pari o di poco superiore a quella dei nanizzanti nel 2007 e superiore di un paio di grammi nel 2008. Nel complesso, il 2008 è stato più penalizzante del 2007 per le pezzature.

È interessante rilevare una certa interazione fra efficienza dell'albero e peso dei frutti (Fig. 3), come già avevano rilevato Robinson *et al.* (2008): nella cv Regina, indipendentemente dall'efficienza (variabile da 0,05 a 0,2), il peso medio dei frutti è oscillato poco, da 10,5 a 12 g, mentre nella cv Lapins, nello stesso range di indici di efficienza, il peso dei frutti è variato da 8,5 a 12,0 g, in modo crescente con l'aumentare dell'efficienza.

Anche i dati colorimetrici dei frutti evidenziano qualche differenza fra p.i. vigorosi e quelli deboli. Nella cv Lapins il valore di chroma con i soggetti vigorosi ha sempre superato quello dei nanizzanti, mentre l'indice di lucentezza è stato appena superiore. Nella cv Regina, invece, il chroma è risultato inferiore nei vigorosi in entrambi gli anni, mentre la lucentezza lo è stata solo nel 2007. In particolare, si sono rilevati significativi indici di chroma nella cv Regina coi cloni nanizzanti (specialmente Gi4 nel 2007 e Gi5 nel 2008) rispetto a quelli vigorosi. L'influenza della cultivar, come in questo caso, è stata superiore a quella dei portinnesti.

Per le altre caratteristiche qualitative (es. solidi solubili) i dati non rivelano differenze significative a carico dei portinnesti. Solo l'acidità del succo è risultata superiore nei frutti di alberi innestati sui cloni vigorosi.

#### Stato nutrizionale degli alberi

Nella ricerca di parametri utili a correlare lo stato nutrizionale con la

TAB. 4 - MACRO E MICROELEMENTI RILEVATI NELLE FOGLIE ALLE TRE DATE DA MAGGIO A LUGLIO DEL 2007 (MEDIA DEI 12 PORTINNESTI)

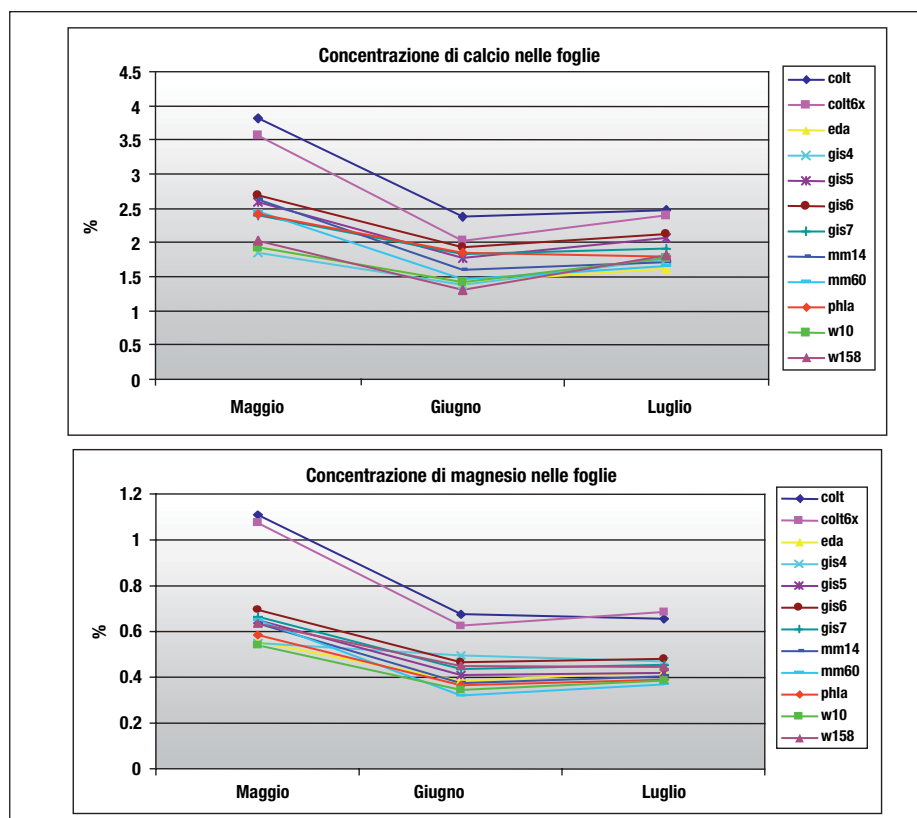
Varietà	Mese	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Mn (mg·kg <sup>-1</sup> )	Cu (mg·kg <sup>-1</sup> )	Zn (mg·kg <sup>-1</sup> )
Lapins	Mag	3.29 a	0.16 c	1.73 b	2.47 a	0.73 a	23.8 c	8.3 b	10.9 c
	Giu	2.79 c	0.20 b	1.56 c	1.74 b	0.45 b	31.5 b	8.0 b	14.1 b
	Lug	2.77 c	0.17 c	1.43 d	2.07 ab	0.47 b	37.8 a	8.5 b	17.1 a
Regina	Mag	3.04 b	0.17 c	2.03 a	2.41 a	0.67 a	17.4 d	10.3 a	13.1 b
	Giu	2.72 c	0.23 a	1.76 b	1.65 b	0.43 b	24.3 c	6.4 c	11.5 c
	Lug	2.76 c	0.21 b	1.95 a	1.75 b	0.45 b	25.7 c	7.7 b	10.8 c

Differenze statisticamente significative allo 0,05 (test SNK).



fruttificazione e la qualità delle ciliegie, le analisi fogliari eseguite tre volte in maggio – giugno (pre-raccolta) e luglio (post-raccolta) (Tabb. 4, 5; Fig. 4) hanno evidenziato anzitutto che:

- 1) sono state rilevate modeste differenze fra le due varietà. Nell'analisi di sei macro e microelementi (Tab. 4), l'azoto è risultato significativamente maggiore in Lapins, ma solo nel rilievo di maggio, mentre solo la concentrazione di K è apparsa costantemente e statisticamente più alta in Regina rispetto a Lapins. Fra i microelementi, il manganese è risultato sempre più basso in Regina (22 mg kg<sup>-1</sup> contro 31 di Lapins). Più significativi appaiono i dati attinenti alla concentrazione di Ca e Mg. Nell'insieme delle due varietà (Regina e Lapins) vi è stato anzitutto un netto calo del magnesio, da 0,7 a 0,44% fra maggio e giugno (luglio si è pressoché equivalso); altrettanto dicasi per il calcio (da 2,52 a 1,7%) (Fig. 4);
- 2) le concentrazioni fogliari, a luglio (Tab. 4 e Fig. 4), in generale, rientrano nella norma, in linea con quelle riportate in letteratura per il ciliegio dolce (Toselli *et al.*, 2006; Roversi *et al.*, 2008). Nel corso del periodo interessato dai rilievi, le maggiori variazioni nello stato nutrizionale dell'albero sono state osservate in generale tra maggio e giugno, mentre successivamente sono risultate di minore entità o assenti. Tra maggio e giugno-luglio vi è stata una riduzione della concentrazione azotata (in entrambe le varietà) e di K (solo in Lapins), mentre il P ha fatto registrare in ambedue le varietà la più alta concentrazione in giugno. Tra i microelementi, il Mn è aumentato nel corso della stagione, così come lo Zn (Lapins), mentre le foglie di Regina hanno evidenziato un trend decrescente nelle concentrazioni di rame e zinco (Tab. 4);
- 3) evidenti differenze sono apparse tra le due classi di vigoria dei portinnesti specie nel contenuto di azoto e di potassio. L'N è risultato statisticamente più alto nei soggetti deboli (3,07% in media) di entrambe le cv, tra le quali invece sono emerse differenze tra i portinnesti vigorosi. Infatti, le foglie di Regina si sono distinte per i valori più bassi di N, statisticamente inferiori anche a quelli dei soggetti vigorosi in combinazione con Lapins (Tab. 5).



▲ Fig. 4 - Concentrazione fogliare di Ca e Mg; dati medi delle due cv Lapins e Regina rilevati in maggio, giugno e luglio 2007.

La vigoria del portinnesto non ha influenzato la concentrazione di K in Lapins, mentre in Regina i soggetti vigorosi presentavano foglie con valori di K nettamente più alti di quelli riscontrati con i soggetti nanizzanti (2,2 e 1,7% rispettivamente) (Tab. 5);

- 4) il contenuto di Ca e Mg non è correlabile alle due classi dei soggetti esaminati (nanizzanti-vigorosi), ma sem-

bra invece ancorato al singolo genotipo con forti differenze fra l'uno e l'altro. Per esempio, il magnesio in maggio varia da 1,11% con il Colt a 0,65% con MaxMa 60 (molto simile a MaxMa 14) e si riduce a 0,54% con W10 (che è un *P. cerasus*). Altrettanto avviene col Ca con un gradiente che per gli stessi soggetti a maggio varia da 3,82 (in Colt), a 2,45 (MaxMa 60), fino a 1,94% (W10).

TAB. 5 - RISULTATI DELLE ANALISI FOGLIARI (CONCENTRAZIONI IN N, P, K); MEDIA DEI VALORI RILEVATI ALLE 3 DATE DA MAGGIO A LUGLIO 2007

Portinnesto	N (%)		P (%)		K (%)	
	Lapins	Regina	Lapins	Regina	Lapins	Regina
Colt	2.73 cg	2.50 g	0.17 ce	0.17 ce	1.26 ef	1.50 ef
Colt 6x	2.69 dg	-	0.15 e	-	1.21 f	-
Edabriz	3.04 ad	3.15 ab	0.16 de	0.20 bd	1.20 f	1.64 de
Gi4	3.13 ab	2.95 ae	0.17 ce	0.17 ce	1.48 ef	1.90 cd
Gi5	3.07 ad	3.29 a	0.17 ce	0.18 be	1.47 ef	1.46 ef
Gi6	3.10 ac	2.80 bg	0.21 bc	0.19 be	1.44 ef	1.87 cd
Gi7	3.07 ad	2.98 ae	0.18 ce	0.20 bd	1.34 ef	1.59 df
MaxMa14	2.91 af	2.64 eg	0.20 bd	0.25 a	1.96 cd	2.58 a
MaxMa60	3.03 ad	2.52 g	0.19 be	0.26 a	2.07 bc	2.62 a
Phl A	2.83 bg	-	0.15 e	-	2.18 bc	-
Weiroot10	2.88 bf	2.58 fg	0.19 be	0.22 b	1.90 cd	2.33 ab
Weiroot158	3.18 ab	3.07 ad	0.16 de	0.18 be	1.31 ef	1.90 cd
<b>Vigorosi</b>	<b>2.89 b</b>	<b>2.61 c</b>	<b>0.18</b>	<b>0.22</b>	<b>1.64 b</b>	<b>2.18 a</b>
<b>Deboli</b>	<b>3.05 a</b>	<b>3.09 a</b>	<b>0.17</b>	<b>0.19</b>	<b>1.50 b</b>	<b>1.70 b</b>
<b>Media</b>	<b>2.97</b>	<b>2.85</b>	<b>0.17</b>	<b>0.20</b>	<b>1.57</b>	<b>1.94</b>

Differenze statisticamente significative allo 0,05 (Test SNK).



▲ Fig. 9 (a,b,c,d) - Particolare della fruttificazione di Lapins su alcuni soggetti deboli (giugno 2008): tra i più nanizzanti Gisela 4 (a) ha prodotto ciliegie più grosse di Gisela 5 (b). Nella classe di vigoria superiore, risposte migliori da PHL-A (c) rispetto a Gisela 7 (d).

Nell'ambito dei soggetti nanizzanti non sono emerse differenze statisticamente apprezzabili, sebbene per qualcuno di essi quali Gi5, Gi6, Gi7 e W 158 il contenuto in Mg (0,64% – 0,69%) abbia superato nel rilievo di maggio del 10% circa quello di Gi4, Edabriz e PhIA, mentre nelle due analisi successive (i valori per giugno e luglio sono stati molto simili) non ci sono state differenze significative fra questi due gruppi di nanizzanti. Analogamente ha manifestato il contenuto in Ca, che è oscillato da 2,59 a 2,68% in Gi 5 e Gi 6 e da 2,39 in Gi7, fino a 2,03% in W 158. Solo con Gi4 ed Edabriz c'è stato un impoverimento statisticamente apprezzabile di Ca (1,86 – 1,93%).

#### Analisi dell'efficienza fotosintetica

Queste analisi riguardano, come detto, solo due soggetti: Colt e Gisela 6, ma entrambe le cv Lapins e Regina (Tab. 6). Nelle due fasi fenologiche studiate (pre- e post-raccolta) le combinazioni d'innesto di Lapins hanno manifestato un tasso di assimilazione netta ( $A_n$ ) costantemente più alto di Regina, accompagnato da una maggiore conduttanza stomatica ( $g_s$ ), ma non sempre da una concentrazione di  $CO_2$  sottostomatica ( $C_s$ ) più elevata. I valori di  $A_n$  registrati in post-raccolta sono risultati generalmente più bassi che in pre-raccolta, suggerendo una possibile inibizione da "feedback" del processo fotosintetico dovuto alla rimozione dei frutti (Losciale *et al.*,

2008). Tuttavia, le differenze in fotosintesi netta registrate tra le due cultivar non possono essere ascrivibili ad una maggiore presenza di frutti su Lapins i quali, richiedendo più assimilati, avrebbero potuto accelerare i meccanismi di organizzazione della  $CO_2$ . Infatti, la differenza in fotosintesi netta tra le due cultivar è risultata persistere anche dopo la rimozione dei frutti.

L'influenza del portinnesto sulle diverse combinazioni è stata evidenziata solo in pre-raccolta. Entro ciascuna cultivar, ed in particolare per la cv Lapins, i campioni aventi Gisela 6 come portinnesto hanno registrato un tasso fotosintetico ( $A_n$ ) alquanto più elevato di Colt, pur mantenendo valori di conduttanza stomatica ed efficienza di trasporto elettronico ( $\Phi_{PSII}$ ) pressoché

TAB. 6 - PARAMETRI FISIOLGICI DELLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI DELL'APPARATO FOTOSINTETICO FOGLIARE RILEVATI NELLE CULTIVAR DI CILIEGIO LAPINS (L) E REGINA (R) SUI DUE PORTINNESTI COLT E GI6 (1)

Periodo	Portinnesti	An	g <sub>s</sub>	C <sub>i</sub>	ΦPSII	PAR
		(μmol·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	(μmol·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )	(μmol·mol <sup>-1</sup> )		(μmol·m <sup>-2</sup> ·s <sup>-1</sup> )
Pre-raccolta	L-Colt	14.6 b	0.206 a	242.5 a	0.262 a	1124 a
	L-Gi6	17.1 a	0.223 a	232.4 b	0.313 a	1124 a
	R-Colt	11.1 c	0.120 b	204.2 c	0.253 a	1125 a
	R-Gi6	13.0 bc	0.141 b	207.2 c	0.274 a	1091 a
Post-raccolta	L-Colt	13.7 a	0.153 a	234.1 ab	0.246 ab	1131 a
	L-Gi6	13.2 a	0.147 a	232.3 ab	0.277 a	1112 a
	R-Colt	7.9 b	0.071 b	243.1 a	0.236 b	1093 a
	R-Gi6	8.7 b	0.069 b	206.9 b	0.236 ab	1101 a

(1) Rilevi eseguiti in campo dal 10 al 25 giugno in pre-raccolta e dal 23 al 25 luglio 2008 in post-raccolta.  
 An: fotosintesi netta; g<sub>s</sub>: conduttanza stomatica; C<sub>i</sub>: concentrazione intercellulare di CO<sub>2</sub>;  
 ΦPSII: frazione di energia utilizzata per il trasporto elettronico; PAR: radiazione foto sinteticamente attiva.  
 Nella stessa colonna i valori accompagnati da lettere differenti sono significativamente differenti per P= 0,05 (test SNK).

simili ed una concentrazione di CO<sub>2</sub> sottostomatica a volte inferiore.

Il processo fotosintetico, motore per la formazione di sostanza organica allocabile alla produzione, utilizza la CO<sub>2</sub> ambientale che viene organicata attraverso l'impiego di elettroni mossi grazie alla energia luminosa. I dati raccolti hanno evidenziato che la maggiore efficienza produttiva registrata sulle combinazioni aventi Gisela 6 come portinnesto è risultata positivamente correlata alla fotosintesi netta, tuttavia il minor tasso di carbossilazione netta registrato per le piante innestate su Colt non è stato determinato da una limitazione di CO<sub>2</sub> sottostomatica né tantomeno da una minore frazione di energia luminosa deputata al movimento elettronico (ΦPSII). Per quanto attiene il diverso comportamento fotosintetico, oltre che legato alla carica dei frutti e alla possibile interazione portinnesto-varietà, sembra

che possa essere imputabile ad una eventuale differenza della densità stomatica fogliare od a variazioni nelle caratteristiche enzimatico/strutturali dell'apparato fotosintetico; tuttavia, tali ipotesi andrebbero ovviamente verificate con apposite indagini.

### Conclusioni

Un confronto decennale sul comportamento in campo di due varietà di ciliegio (Lapins e Regina) con dodici portinnesti, metà nanizzanti e metà semivigorosi, predisponenti ad una buona efficienza di impianti rispettivamente ad alta densità (1.096 alberi/ha) e a media densità (667 alb/ha), in area tipica delle colture del ciliegio del vignolese, ha evidenziato in sintesi i seguenti risultati:

1) in linea generale il comportamento della cv Lapins è risultato più influenzato dai soggetti rispetto a Re-

gina. I portinnesti nanizzanti, in ogni caso, hanno manifestato in genere effetti più marcati di quelli semi-vigorosi e infine i dati registrati nell'annata 2008 sono risultati maggiormente significativi rispetto a quelli del 2007;

2) i tassi di mortalità degli alberi sono stati molto bassi con i p.i. vigorosi (media 8%) e relativamente alti o molto alti con quelli nanizzanti (43% in media) a causa di perdite oscillanti fra il 50 e l'80% degli alberi dopo l'impianto, registrate in particolare coi soggetti W158, Gi4 ed Edabriz. Indici di mortalità relativamente bassa (<20%) sono stati riscontrati da PhIA e Gi7. La principale causa di mortalità, stanti le eterogenee combinazioni d'innesto, può essere in gran parte riferibile a problemi di disaffinità (trattandosi di specie sempre diverse da *P. avium*); piuttosto rara la morte acclarata per cause patologiche. Anche il suolo può essere stato corresponsabile;



▲ Fig. 10 (a,b) - I soggetti vigorosi hanno prodotto, in generale, le ciliegie di pezzatura maggiore (Lapins): particolare della fruttificazione su Colt (a) e su Weirroot 10 (b).





◄ ▲ Fig. 11 (a,b,c,d) - In Regina, Gisela 5 (a) ha penalizzato la pezzatura dei frutti, migliorata invece su Gisela 6 (b). Tra i soggetti vigorosi, Weiroot 10 (c) ha prodotto ottime drupe, di calibro non dissimile da Colt (d).



- 3) fra i soggetti nanizzanti il maggior contenimento sullo sviluppo dei tronchi è stato esercitato da Gisela 5 insieme a Phl A, Gi7, Weiroot 158 ed Edabriz. Le aree di sezione dei tronchi sono apparse inferiori del 50% rispetto a Colt. La cv Lapins è stata nanizzata maggiormente di Regina e forse anche per questo è apparsa più produttiva, manifestando anche maggiori forme di interazione coi vari soggetti;
- 4) fra i soggetti a vigoria intermedia W10 si è comportata meglio di Colt e degli altri tre soggetti, specialmente con la cv Lapins, dimostrando di indurre anche una buona precocità di fruttificazione (su Regina) e soprattutto un'alta efficienza produttiva anche in confronto a MaxMa 14 e MaxMa 60;
- 5) circa i parametri qualitativi, il risultato più significativo è dato dalla riduzione di pezzatura dei frutti indotta dai p.i. nanizzanti, anche con differenze marcate a livello varietale. Dai dati del 2008 riferiti a Lapins, risulta che W158, Edabriz, Gi5, Gi7 e Phl A hanno risentito più di tutti del carico dei frutti, riducendo significativamente le pezzature. Solo i primi tre hanno manifestato eguale comportamento in Regina, con sensibile diminuzione di peso. Nel 2007 effetti negativi sulla pezzatura si erano avuti solo con W158 e Gi6. I dati della cv Regina sono stati in generale più brillanti di Lapins, non solo perché le ciliegie so-

no più grosse, ma anche più sode, più dolci, più colorite di rosso scuro ancorché con buccia meno luminosa. Nella seconda annata di rilievi (2008) l'effetto positivo dei portinnesti vigorosi sulla pezzatura è stato più marcato del 2007;

- 6) le analisi fogliari di micro e macrolelementi indotte dai portinnesti sono state molto modeste. Regina è sembrata acquisire più K e Mn di Lapins. In generale il tenore di N e K è risultato assai maggiore in maggio rispetto a giugno e luglio con tutte le combinazioni d'incrocio. Le concentrazioni fogliari di N e K sono state influenzate in modo significativo dal vigore dei portinnesti: i portinnesti vigorosi hanno indotto una concentrazione fogliare più alta dei nanizzanti. La concentrazione di N è risultata direttamente correlata all'efficienza produttiva, mentre la concentrazione di K è risultata inversamente correlata al carico produttivo per pianta. Anche i tassi di Ca e Mg si sono ridotti da maggio in poi, ma senza relazioni generalizzabili. Per qualcuno dei soggetti nanizzanti come W158, Gi4 ed Edabriz le foglie sono sembrate più impoverite nel contenuto in Ca e Mg, mentre i due soggetti vigorosi Colt e "Colt esaploide" hanno provocato un netto incremento di Ca e di Mg, che per il calcio permane per tutta la stagione;
- 7) i dati di conversione dell'energia radiante hanno mostrato una maggiore efficienza fotosintetica di La-

pins rispetto a Regina, ma il rilievo post-raccolta sembra dimostrare che questa differenza non dipenderebbe dal maggior carico di frutti di Lapins rispetto a Regina. È invece confermato che, dopo raccolta, l'attività fotosintetica si riduce drasticamente in entrambe le varietà (effetto "feedback" della mancata presenza dei frutti);

- 8) la maggiore efficienza produttiva degli alberi indotta in genere dai soggetti nanizzanti è correlabile ad una maggiore efficienza fotosintetica. È dunque importante che il disegno degli impianti e la forma della chioma e la disposizione fogliare consentano un'uniforme distribuzione della luce e la sua massima intercettazione.

Nel confronto fra i p.i. nanizzanti, adatti ad impianti relativamente densi (oltre 1.000 alberi/ha), Gi6 ha fornito una performance complessivamente migliore degli altri, in entrambe le cultivar e le annate. La combinazione Lapins/Gisela 6 ha mostrato i più alti valori di An. Sul piano dell'efficienza produttiva, anche Gi4 e Gi5 hanno rivelato ottimi indici, superiori rispetto agli

altri soggetti, ma il limitato sviluppo degli alberi non ha consentito loro di raggiungere elevate rese produttive. In ogni caso, Edabriz, W158 e Gi4 hanno purtroppo manifestato un alto tasso di mortalità iniziale, in parte attribuibile a disaffinità d'innesto e interazione col suolo. Più soddisfacenti, con qualche riserva, sono stati i comportamenti di Gi7, Gi5 e PhIA, le cui principali pecche sono state la modesta fruttificazione (Gi 5) e la riduzione di pezzatura su tutti e tre, in un'annata molto calda e con elevato carico di frutti come il 2008;

- 9) per gli impianti a media densità, mentre è stata confermata la povertà dei risultati produttivi di Colt, correlabili anche ad una persistente eccessiva vigoria, il nuovo soggetto Weiroot 10 (*P. cerasus*) si è rivelato molto promettente. In generale i p.i. di maggiore vigoria hanno mostrato un'efficienza produttiva più bassa dei nanizzanti e quindi occorre molta attenzione nella scelta delle distanze per compensare con una maggiore densità la riduzione di taglia e quindi d'ingombro della chioma.

## BIBLIOGRAFIA

Bujdosó G., Hrotkó K. (2008). Performance of three sweet cherry and one sour cherry cultivars on dwarfing rootstocks in central Hungary. *Acta Hort.* 800: 329-333.

Cordeiro V., Santos A. (2008). Sweet cherry growth and early bearing on different rootstocks. *Acta Hort.* 800: 325-328.

Hilsendegen, P. (2005). Preliminary results of a national german sweet cherry rootstock trial. *Acta Hort.* 667:179-188

Hrotkó K. (2008). Advances and challenges in fruit rootstock research. *Acta Hort.* 800: 33-41.

Losciale P., Zibordi M., Manfrini L., Corelli Grappadelli L. (2008). Effects of rootstock on pear photosynthetic efficiency. *Acta Hort.* 800: 241-247.

Lugli, S. Sansavini, S. (2008). Preliminary results of a cherry rootstock trial in Vignola, Italy. *Acta Hort.* 795:321-326.

Quartieri M., Lugli S., Grandi M. jr., Correale R., Gaddoni M., Muzzi M. Sansavini S. (2008). Portinesti nanizzanti per impianti di ciliegio ad alta densità con le cv Lapins e Regina, *Riv. di Frutticoltura*, 3: 34-43.

Roversi A., Porro D., Malvicini G.L., Plessi C. (2008). Sweet cherry leaf composition as influenced by genotype, rootstock and orchard management. *Acta Hort.* (in stampa).

Santos A.S.A., Ribeiro R.S.S., Lousada J.L. (2008). Growth performance of sweet cherry cultivars on five rootstocks. *Acta Hort.* 800: 317-321.

Toselli M., Marangoni B., Tagliavini M., Rombolà A.D., Quartieri M., Baldi E., Malaguti D., Sorrenti G., Marcolini G., Scudellari D. (2006). La fertilizzazione delle drupacee. *Notiziario Tecnico*. pp. 43-49. Centro Ricerche Produzioni Vegetali. Cesena (FC).

Verstrheim. S. (1996). Effect of rootstock on fruit characteristics of "Stella" sweet cherry. *Acta hort.* 410: 213-215. ■