

Innovazioni tecniche per migliorare l'efficienza produttiva e la qualità dei frutti nelle coltivazioni intensive

SILVIERO SANSAVINI⁽¹⁾ - DAVIDE NERI⁽²⁾ - VINCENZO ANCARANI⁽¹⁾

¹ Dipartimento di Colture Arboree - Università di Bologna

² Dipartimento di Scienze Ambientali e delle Produzioni Vegetali - Università Politecnica delle Marche, Ancona

Numerose e correlate le componenti tecnologiche ed agronomiche da considerare per un ottimale disegno del frutteto e la sua più efficiente gestione. Il difficile equilibrio fra sostenibilità economica degli investimenti, entità e qualità delle rese, produttività e rendimento del frutteto. Le esperienze italiane a confronto con quelle degli altri Paesi leader nella produzione di pere.

La diffusa tendenza ad aumentare la densità di piantagione del pero è stata assecondata da una serie di innovazioni tecnico-agricole e genetiche (varietà/portinnesti) suffragate da innovative conoscenze fisiologiche ed ecologiche e dalla conseguente ottimizzazione gestionale negli specifici ambienti di coltivazione. La scelta del portinnesto è stata ed è tuttora un prioritario fattore discriminante, ma un crescente peso esercitano anche gli altri fattori che controllano lo sviluppo dell'albero (chioma e apparato radicale) e concorrono a determinare una produzione elevata e costante negli anni, di alta qualità commerciale e a costi contenuti.

Il presente studio analizza questi

fattori, evidenziandone l'influenza e le possibili integrazioni con i mezzi tecnici disponibili per migliorare i risultati finali del pereto.

In Europa, la generale diffusione del cotogno e, in particolare, dei cloni con accentuata capacità nanizzante (MC e Adams), ma anche di modesta vigoria (Sydo e BA29), costituisce il presupposto indispensabile per indirizzarsi verso una più alta densità di piantagione (HDP). Nelle aree a maggiore intensità di coltivazione, la densità ha ormai superato i 3.000 alberi/ha, spingendosi fino a 5.000 e oltre, anche se la media resta fra 2.500 e 3.500 alberi/ha. Anche in vaste aree a coltura meno intensiva (es. California), con portinnesti quali franco e/o ibridi o peri orientali, si tende a intensificare la coltura, ma la densità rimane comunque compresa fra 500 e 1.200 alberi/ha. Un ulteriore incremento di densità in tali casi non è praticabile e dove c'è stato è limitato dalla elevata vigoria del portinnesto in assenza del cotogno.

Per il disegno del frutteto, l'HDP prevede la disposizione a filare singolo continuo (grazie alla fitta piantagione sulla fila) e forme di allevamento adatte, come il fusetto (o lo "slender spindle"), l'asse colonnare (o

il cordone verticale), la palmetta, l'impianto a V e l'Y longitudinale e trasversale (semplificando il "tatura trellis"). La preferenza è legata ad aspetti gestionali-organizzativi. Tecnicamente tutte le forme possono funzionare bene; ci sono però differenze di costi d'impianto e di gestione (es. nei tempi di potatura), di durata e di efficienza di uso dei fattori della produzione. Inoltre, si è visto che la massimizzazione della produzione non coincide necessariamente con quella della qualità, che ne può essere in parte penalizzata, così come la costanza della produzione.

Il sistema d'impianto ("planting design") richiede una giusta combinazione fra dimensioni potenziali e attitudine alla fruttificazione dell'albero (conoscendo le caratteristiche di nastro e soggetto), distanze di piantagione,



▲ A sinistra, impianto alla fine del primo anno di Abate Fétel su MC con intermedio di Butirra Hardy; fusetto a 3,5 x 0,8 m (3.571 alb./ha); a destra, impianto alla fine del terzo anno di Abate Fétel su Cotogno BA29 con intermedio di Butirra Hardy allevato in forma colonnare.

Adattamento della relazione di apertura del 10° Simposio Internazionale del pero dell'ISHS tenutosi in Portogallo il 22-26 maggio 2007.

forma d'allevamento, irrigazione, fertillizzazione e metodi di potatura. La gestione dell'impianto può controllare un errore di impostazione iniziale del disegno del frutteto (ad es. l'eccessiva densità) con vari adattamenti e/o facendo ricorso a diversi mezzi tecnici (es. potatura), ma, oltre un certo limite, tali errori non possono essere corretti e si corre il rischio di fallire penalizzando la produzione o la gestione (costi) o entrambe.

Innovazioni tecniche

Cosa ha prodotto la ricerca in questi ultimi anni e come è stata modificata la tecnica di coltivazione in vista dei nuovi indirizzi colturali? Innanzi tutto vi sono tre concetti base con cui il sistema produttivo si deve confrontare:

- i principi della produzione integrata (PFI e/o biologica) che in Europa sono seguiti in larga parte e in alcune regioni dalla quasi totalità delle imprese frutticole, con tutte le limitazioni ed i vincoli sottoscritti nei disciplinari di produzione. La pericoltura integrata nelle principali aree produttive copre ormai il 70-90% degli impianti;
 - l'uso nella propagazione di materiali geneticamente e sanitariamente certificati utilizzando sempre combinazioni d'innesto collaudate o almeno moderatamente affini, corrette quando necessario con l'utilizzo del nastro intermedio. In alcune importanti regioni italiane gli astoni certificati superano l'80%;
 - obiettivo prioritario è quasi ovunque quello di produrre pere certificate (PFI) di alta qualità. Tutte le aree produttive dispongono ormai di marchi di garanzia, non solo per lo standard qualitativo, ma anche per origine e/o territorio e tipicità cui si accompagna anche la sicurezza alimentare, seguendo stretti protocolli di difesa sanitaria. Le regole dell'etichettatura e della tracciabilità, pure introdotte da qualche anno, hanno esaltato l'importanza di questi attributi.
- L'alta densità, dunque, è un concetto relativo, variabile e adattabile alle varie circostanze, ma assai valido e attuale per la coltura del pero. Al fine di corrispondere ai tre obiettivi generali sopra indicati, l'HDP deve conseguire, comunque, alcuni obiettivi complementari e specifici: un forte contenimento nella crescita degli alberi; un'elevata precocità di fruttificazione; un

aumento dell'efficienza produttiva degli alberi; il miglioramento globale della qualità delle pere; il contenimento o la riduzione dei costi di gestione. Di fronte a questi vantaggi passano in secondo piano l'accorciamento della durata del frutteto, optando per un più rapido "turnover" di sfruttamento dell'impianto.

Tuttavia, è ormai caduta l'ipotesi di aumentare a piacimento la densità fino a 8-10.000 alberi/ha, con punte di 12-15.000. Questi impianti, di cui se ne contano alcuni nel ferrarese, sono assai costosi all'impianto e non garantiscono maggiori rese produttive negli anni. Anzi comportano successivi costi aggiuntivi, spesso necessari per controllare l'eccessiva crescita degli alberi (es. taglio radicale, potature straordinarie, uso di brachizzanti, ecc.) e la loro parziale perdita di autonomia.

Scelta del portinnesto

La scelta dei portinnesti clonali (specie a livello dei cotogni) è condizionata dalla zona (in particolare dal tipo di suolo, dalle disponibilità idriche e dalle tradizioni agricole dell'area), dall'affinità di innesto con la varietà scelta, dall'influenza sul nastro. Le soluzioni più frequenti sono riassunte in tabella 1.

Nella maggior parte dei suoli, per le densità medio-alte, offrono maggiori garanzie i Cotogni Sydo e di Provenza rispetto ai Cotogni MC e Adams. Questi sono invece preferiti in determinate aree quando si vogliono ottenere densità alte o molto alte, anche se sono insiti maggiori rischi: l'Adams è un po' meno debole dell'MC ed è considerato preferibile in Belgio e Olanda, ma è quasi sconosciuto in Italia, nonostante ne fosse stata dimostrata la validità oltre venti anni fa.

Tenuto conto dei maggiori rischi di disaffinità, la grande maggioranza delle piante di pero, in Italia, è innestata su Cotogno d'Angers (Sydo), oppure, in minor misura, su Provenza (clone BA29). Nelle aree avverse al cotogno (circa 10-20% in Emilia-Romagna) si fa invece uso di portinnesti clonali come

OHF40 e 69 o addirittura di peri auto-radicali (attualmente in misura alquanto inferiore rispetto a 10-20 anni fa).

Il portinnesto con alta capacità nanizzante rimane la scelta più praticabile e importante per controllare lo sviluppo dell'albero, ma solo in suoli e climi adatti al cotogno.

La migliore risposta si ha, infatti, in climi continentali freschi e in zone soggette a minori rischi di eccessivi abbassamenti termici invernali (non verificatisi più negli ultimi vent'anni) e senza surriscaldamento estivo del suolo. Privilegiati sono i suoli fertili, freschi e profondi, non calcarei, né argillosi o pesanti.

In aree mediterranee calde o aride o subtropicali, infatti, la risposta del cotogno è spesso insoddisfacente o del tutto inadeguata, anche senza carenze d'acqua. Gli eccessi termici primaverili ed estivi possono bloccare l'apparato radicale e il rinnovo vegetativo, con accentuazione di fenomeni di disaffinità d'innesto. In generale, quanto più il portinnesto è nanizzante, tanto più è alto il rischio che si manifestino detti inconvenienti. Pericolosa, pertanto, a questo riguardo, può essere la scelta del Cotogno MC, specie se privo di innesto intermedio.

Anche fra Sydo e Provenza ci sono motivi di discriminazione nella scelta. Il Provenza è leggermente più vigoroso del Sydo e permette un migliore superamento della disaffinità d'innesto, ma quest'ultimo offre maggiore flessibilità e adattabilità ambientale e qualora insorgano malattie contagiose (virali o da fitoplasmi), dimostra maggiore tolleranza. Entrambi, come il cotogno MC, favoriscono rapidità di messa a frutto rispetto al



▲ A sinistra, impianto alla messa a dimora di Abate Fétel su Cotogno Sydo con intermedio di Butirra Hardy allevato a doppio asse (Y longitudinale) con sesto di 1,25 x 3,50 m (2.285 alb./ha). A destra, impianto di pero Kaiser su BA29 con intermedio di Butirra Hardy, allevato a fusetto con sesto di 4,3 x 1,3 m (si può considerare sufficiente una distanza tra le file di 4 m).



▲ Abate Fétel/Cot. MC: a destra impianto al sesto anno nel bolognese ad altissima densità con 9.500 alberi/ha; a sinistra, impianto con 13.000 alberi/ha nel ferrarese al 8° anno dall'impianto.

franco e, in situazione di normalità vegetativa, garantiscono un'ottima produttività e qualità delle pere.

Nell'ultimo decennio sono state condotte numerose prove con diversi portinnesti del pero in varie aree europee, ma non ci pare che la situazione sia mutata. Né i nuovi portinnesti (vedi C 132 e QR 193/16 = MH) ci sembra abbiano dimostrato di poter competere con MC per fattori importanti, come la fruttificazione e l'efficienza produttiva; con la sola eccezione forse di MH, dimostratosi promettente; questi portinnesti, peraltro, richiedono ulteriori verifiche (Johnson *et al.*, 2005; Wertheim, 2002).

Nella categoria degli ibridi di *P. communis* si sono relativamente diffusi in Europa la serie OHF, prima con il 51 e il 333 (da qualche anno abbandonati entrambi) e, in seguito, con i cloni migliori (40, 69, 87), poi la serie Fox (Fox 11 e il nuovo Fox 9) (Quartieri *et al.*, 2007) e l'inglese QR 708/36 che riducono di meno la vegetazione in confronto al cotogno, ma mostrano una maggiore adattabilità di questo a terreni anomali (es. ad alto tenore di calcare).

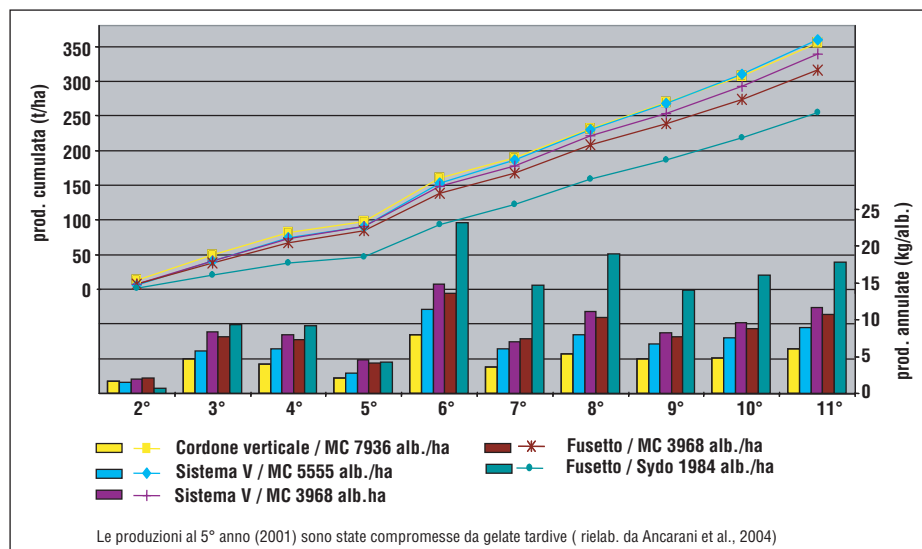
Qualche speranza per la nanizzazione, alcuni anni fa, aveva suscitato anche il Pyriam (pero europeo selezionato dall'INRA), ma si hanno dati sperimentali solo per peri allevati al

Sud della Francia e sembra mostrare una vigoria leggermente superiore a BA29 (Simard e Michelesi, 2002). Non pari alle aspettative iniziali si è rivelato il Pyrodwarf, tedesco (Jacob, 2002), pur essendo molto nanizzante; entrambi, pertanto, sono ancora in attesa di conferma o sono stati già accantonati e scartati.

Vi sono anche portinnesti vigorosi, variamente classificabili, come alcune selezioni sudafricane (serie BP), che in Europa hanno sostanzialmente fallito per problemi di sensibilità a malattie fungine, vascolari o per disaffinità d'innesto. Almeno in Europa è sempre più scarsamente utilizzato o abbandonato il franco da seme (es. Kirchensaller), così come le specie orientali quali *P. betulaeifolia* e *P. pyrifolia*.

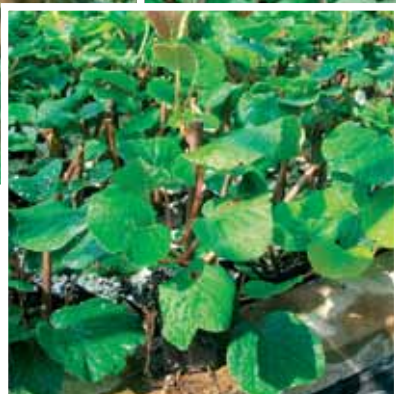
Un'alternativa a questi soggetti nei suoli inadatti al cotogno è costituita dalle "varietà di pero autoradicate" e quindi senza innesto. Questo sistema aveva assunto una certa importanza una ventina di anni fa, parallelamente allo sviluppo della micropropagazione (Sansavini *et al.*, 1986a). Nonostante l'elevata produttività degli alberi e la buona qualità delle pere, le ragioni (abbastanza prevedibili) del loro possibile abbandono sono state: i più lunghi tempi di attesa per la messa a frutto del pereto, la maggiore altezza degli alberi (che varia geneticamente con le cultivar) e quindi l'impossibilità di praticare sesti ridotti e la comparsa di manifestazioni di ringiovanimento (es. spine-scenza (Neri 1990), che nell'insieme rendono meno competitivi questi pereti. Inoltre, alcune varietà autoradicate

FIG. 1 - CONFRONTO FRA SISTEMI DI ALLEVAMENTO DEL PERO FINO ALL'11° ANNO A CADRIANO (UNIVERSITÀ DI BOLOGNA). DATI MEDI SU TRE CV: DECANA DEL COMIZIO, ABATE FETEL, CONFERENCE



DALPANE VIVAI UNA TECNICA D'AVANGUARDIA

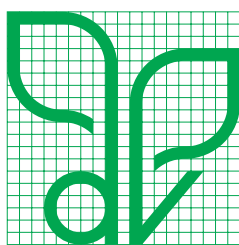
skeda.com



NUOVI CLONI MASCHILI



mettiamo in campo solo il meglio del kiwi



dalpane vivai

Via Farosi, 225 - 48014 Castel Bolognese (Ra)

Tel. **0546 55300** Fax **0546 653584**

E-mail: dalpane@dalpanevivai.com - www.dalpanevivai.com

come Decana del Comizio hanno dato esito poco soddisfacente, anche a causa di maggiori difficoltà nella rizogenesi. In definitiva, i peri autoradicali si usano fondamentalmente solo in terreni anomali, soprattutto con elevato contenuto di calcare (>7,5% di calcare attivo) in impianti a bassa densità.

Relazione fra alta densità d'impianto, forme d'allevamento e produttività

Rispetto a qualche anno fa, la valutazione dell'influenza dell'alta densità non è sostanzialmente mutata, se non per un maggior approfondimento degli effetti correlabili al portinnesto e agli altri fattori agronomici e gestionali del pereto.

A cominciare dalla Valle Padana, considerata ancora oggi una delle aree europee maggiormente vocate alla coltivazione del pero, i dati sperimentali finora ottenuti confermano che entro i primi 3-5 anni dall'impianto la produttività è positivamente correlabile all'aumento di densità fino al limite di circa 8.000 alberi/ha, mentre successivamente l'incremento produttivo non risulta differente rispetto a densità di piantagioni meno elevate (es. 5.555 alb/ha) (Fig. 1). A tale rendimento corrisponde, inoltre, un alto incremento dei costi di impianto e di gestione il cui ammortamento non è detto sia compensato dalla precocità di fruttificazione e, inoltre, solleva inevitabili problemi di disomogeneità nella



▲ Pereto ultrafitto: innesto a dimora di Abate Fétel su Cotogno MC, densità 12.000 alberi/ha (Az. Zenzalino, Copparo-Fe).

qualità del prodotto, intesa come pezzatura dei frutti (Fig. 2).

I nostri dati sulle alte densità rivelano forti rischi al riguardo e come tali rendono dubbia la convenienza di simili impianti, pur considerando varietà molto fertili come Abate Fétel e Conference. Se si tiene conto delle probabili variazioni qualitative delle pere col passare degli anni; il principale rischio dell'HDP, a parte i costi, riguarda la fruttificazione. Dai nostri rilievi è emerso che con l'HDP il frutticoltore deve porre molte attenzioni alle operazioni colturali, per evitare agli alberi stress di vario tipo. La potatura verde è molto importante in allevamento (almeno due passaggi estivi fino al 4°-6° anno) e quella inver-

nale in produzione, dopo l'8°-10° anno, per riequilibrare la vegetazione e per contrastare l'irregolarità qualitativa e il possibile calo di pezzatura (dopo il 10°-12° anno). Essa deve favorire il rinnovo delle formazioni fruttifere, impedendo all'albero di modificare la forma della chioma, per non creare zone d'ombra, non spostare verso l'alto la fascia produttiva e per evitare conseguentemente che le branche più in basso si spoglino progressivamente.

Nel confronto fra densità e forme d'allevamento, crediamo che, in terreni fertili, il limite di 3.000 alberi/ha sia quello che offre le maggiori garanzie di un buon contenimento della chioma, anche se il livello di fruttificazione iniziale è alquanto inferiore a quella di una densità più elevata. In generale, la forma di allevamento più congeniale è il fusetto più o meno conico o la forma libera ad asse centrale, schiacciata tra pianta e pianta, ma allargata in basso verso l'interfila, entrambe idonee ad assicurare continuità del filare con distanze fra le file di almeno 3,5 m, e distanze sulla fila molto variabili, a partire da soli 70-80 cm. Nei terreni più fertili, con maggiore altezza degli alberi (anche oltre 3 - 3,5 m), vanno meglio distanze di 4 m tra le file. Accettabili sono anche le forme appiattite mono o biasse, pur con maggiori distanze fra le piante.

L'allevamento a Y trasversale semplificato, da non confondere con le rigide e costose strutture del "tatura trellis" (come dimostrato da Vercammen, 2005), consente di aumentare la densità sfruttando al meglio l'intercettazione della luce, grazie ad una maggiore esposizione della superficie fogliare. Una ancora maggiore ef-

FIG. 2 - ABATE FÉTEL: SETTE SISTEMI D'IMPIANTO A CONFRONTO. PRODUZIONI MEDIE CUMULATE DAL 2° AL 7° ANNO D'IMPIANTO E PESO MEDIO DEI FRUTTI

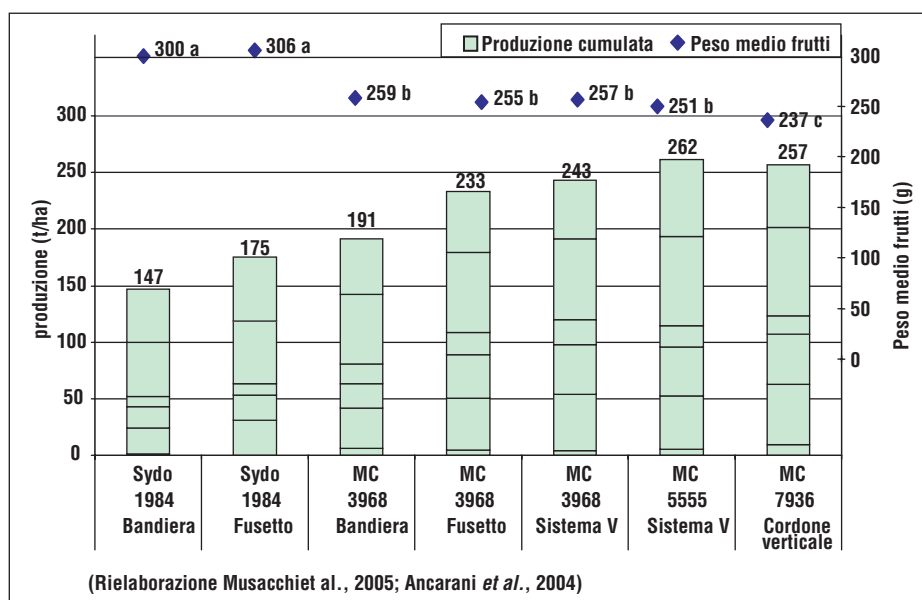
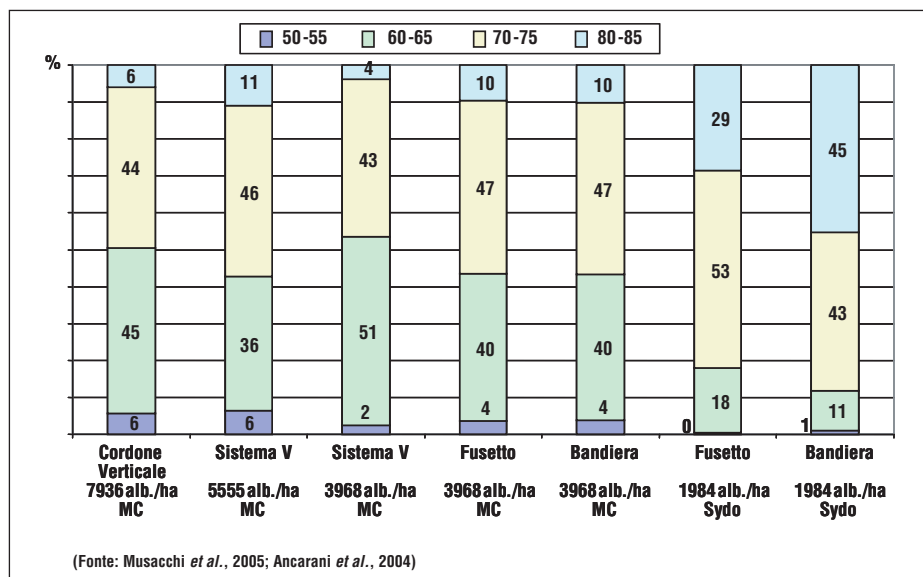


FIG. 3 - ABATE FÉTEL: SETTE SISTEMI D'IMPIANTO A CONFRONTO. DISTRIBUZIONE PERCENTUALE IN CLASSI DI PEZZATURA DEI FRUTTI AL 6° ANNO D'IMPIANTO.

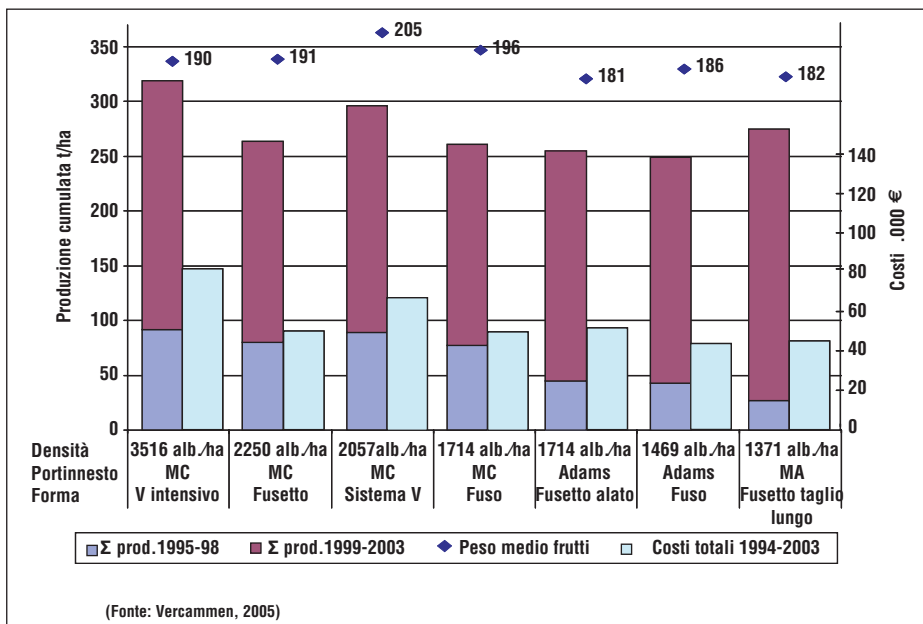


ficienza rispetto all'Y trasversale è raggiunta dalla piantagione a V (che, teoricamente, consente il raddoppio del numero degli alberi per unità di superficie), ma il maggiore costo iniziale per l'acquisto degli alberi può diventare proibitivo, anche se la successiva alta capacità di intercettazione della luce e abbastanza facile governabilità degli alberi da terra possono aumentare il rendimento produttivo.

Un'altra variante dell'Y è data dalla disposizione longitudinale delle due branche sulla fila (sistema a doppio asse o biasse), riedizione degli storici candelabri, allevati però con moderni criteri di potatura. I risultati di questa "Y" sono ri-

conducibili a quelli del filare a parete continua e quindi assimilabile negli anni allo "slender spindle" e alle derivazioni della palmetta stretta, rispetto alle quali offrirebbe vari vantaggi, soprattutto iniziali (Musacchi, 2006). Le differenze eventuali nella fruttificazione, con questa forma, dipendono però più dal tipo di astone (preformato o meno) e dal tipo di potatura che dalla forma d'allevamento. Un sistema simile, registrato in Italia con il nome Bibaum®, si sta diffondendo in Italia e Spagna e consente, grazie a due assi, di simulare una densità doppia, anche se non è facile disporre all'impianto di astoni con "forca

FIG. 4 - CV. CONFERENCE: PRODUZIONE CUMULATA PER HA AL 10° ANNO D'IMPIANTO, PESO MEDIO DEI FRUTTI E COSTI TOTALI CUMULATI (IMPIANTO E GESTIONE).



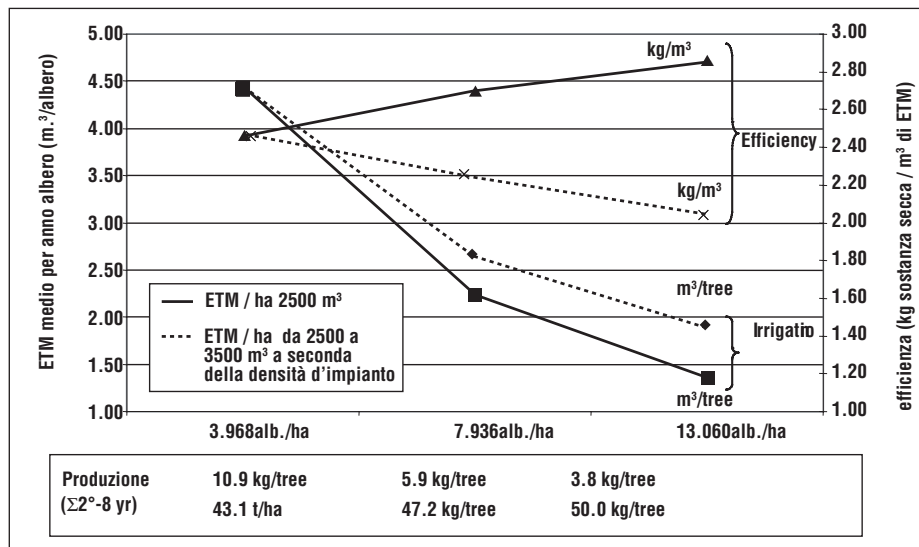
equilibrata" (cioè con due fusti) predisposti in vivaio e della stessa vigoria. Successivamente, per evitare una eccessiva densità di chioma, occorrerà un'accurata e bilanciata potatura dei due versanti dell'albero perché la parete dovrà comunque risultare continua, omogenea e "stretta", riempiendo con le formazioni fruttifere anche lo spazio (circa 40/50 cm o meno, nella parte alta) fra i due fusti (inclinati come nell'Y o verticali come nel candelabro e nel Bibaum®)

Le prove condotte in altri Paesi europei (Belgio, Spagna, Inghilterra) generalmente confermano queste considerazioni, ma differiscono nel concetto di densità di piantagione perché partono da sesti d'impianto in genere più bassi di quelli italiani, con un numero di alberi che va da 800/ha per i vari ibridi OHF (Carrera *et al.*, 2003), fino ad un massimo di 2.800/ha anche con i cotogni maggiormente nanizzanti (Johnson *et al.*, 2005), con massimo di 3.500/ha per il V system/MC in Belgio (Vercammen, 2005). I risultati ottenuti non sono stati dissimili da quelli delle nostre prove con densità leggermente più alte (Musacchi *et al.*, 2005). Variano però il tipo e l'intercettazione di energia radiante, con prevedibili conseguenze sull'efficienza produttiva degli alberi e sulla qualità.

Dunque, le conseguenze pratiche dell'alta densità possono variare anche da zona a zona. Nelle prove spagnole (Asin *et al.*, 2005), il confronto su Conference della forma di allevamento monoasse con alcune varianti del "tatura trellis" a oltre 5.000 alberi/ha (piantando alberi preformati di due anni) si è concluso in complesso a favore dell'asse centrale. Nel caso di Abate Fétel/MC, in una prova condotta presso il DCA di Bologna (Ancarani *et al.*, 2004), con soli 4.000 e 8.000 alberi/ha, al 6° anno oltre il 50% delle pere aveva superato i 70 mm di diametro e ben il 96% e 94% del prodotto rispettivamente era oltre i 60 mm, in presenza di una importante fruttificazione (53,8 t/ha e 57,6 t/ha). Le percentuali maggiori si sono però verificate con i sistemi a più bassa densità (2.000 alberi/ha) con alberi innestati su Cotogno Sydo, accompagnati però da livelli produttivi leggermente inferiori (Fig.3).

Ciò significa che anche l'altissima densità, in certe circostanze, può rispondere bene, ancorché sembra quasi impossibile poter mantenere insieme i due requisiti e cioè costanza produttiva e alta qualità delle pere. I dati economici

FIG. 5 - EFFICIENZA D'USO DELL'ACQUA IN FUNZIONE DELLA DENSITÀ D'IMPIANTO (CONSUMO IRRIGUO MEDIO ANNUO 2500 M³/ANNO), 8° ANNO D'IMPIANTO (DCA - BOLOGNA: DATI INEDITI)



Nelle prove ad alta densità condotte all'Università di Bologna, mantenendo costante la quantità di acqua restituita alle piante (basata su evapotraspirato e su un coefficiente colturale appropriato), e nonostante il forte calo dell'acqua disponibile per pianta è aumentata l'efficienza produttiva. Infatti, la sostanza secca prodotta per unità di volume d'acqua, è aumentata in media del 15% quando la densità cresceva da 4.000 a 8.000 alberi/ha. La figura 5 sembra mostrare che non conviene aumentare l'apporto idrico in proporzione alla densità perché in primo luogo diminuirebbe l'efficienza di uso dell'acqua.

Secondo Corelli Grappadelli *et al.* (2001) la capacità fotosintetica del pero, paragonabile a quella del melo, varia da 10 a 15 μmol (CO₂) m⁻²s⁻¹. Dati sperimentali, al riguardo, sembrano confermare che una uniforme e buona distribuzione della superficie fogliare alle varie altezze dell'albero o della parete del filare è premessa per un'efficiente intercettazione luminosa ed un'elevata fertilità delle gemme di lamburde e brindilli. Palmer (2002) ha dimostrato, in Decana del Comizio, una maggiore correlazione quando il portinnesto è il Cotogno C (la minor vegetazione rende più esposte le foglie rispetto al Cotogno di Provenza Ba29). Nel primo caso la produzione è salita da 30 a 70 t/ha di pere, dopo aver variato la luce intercettata (PAR) dal 40 al 60% del totale (Fig. 6).

Nel caso dell'alta densità il rilievo della intercettazione luminosa (PAR) a due diverse date di giugno (Fig. 7) e di agosto attraverso il metodo della misurazione indiretta con ceptometro (Ancarani, 2001) dimostra che il si-

raccolti in Belgio (Fig. 4) (Vercaemmen, 2005) confermano le osservazioni di Asin *et al.* (2005): il sistema a Y "tatura-simile" (5.333 alberi/ha) non giustifica gli altissimi costi d'impianto (30.000 €/ha) rispetto all'"asse centrale preformato" con soli 2.670 alberi/ha (7.900 €/ha per l'impianto). Dalla stessa prova, per ragioni economiche, è stato scartato anche il sistema a V con 3.500 alberi/ha.

Alla luce di questi confronti si capisce che l'alta e altissima densità del pero nella Pianura Padana, grazie anche alle tecnologie sviluppate dai tecnici operanti in loco, riescono a dare minori inconvenienti e, forse, anche a costi inferiori rispetto a quelli di Belgio e Spagna, dove c'è minore propensione a sostenere criteri di alta densità.

Parametri fisiologici,

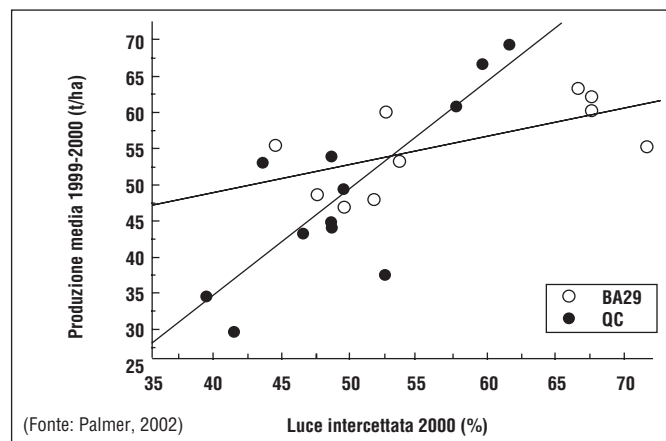
intercettazione luminosa e fabbisogni idrici

Sul piano fisiologico occorre massimizzare il rapporto tra fissazione di CO₂ e consumo idrico. L'evapotraspirato fogliare è variabile e l'efficienza d'uso dell'acqua può aumentare anche di 10 volte fra foglie bene esposte e foglie ombreggiate. Le foglie in zona d'ombra consumano acqua, ma hanno una ridotta o nulla capacità fotosintetica al di sotto della curva di compensazione, mentre l'efficienza fotosintetica aumenta fino alla saturazione luminosa nelle foglie esposte (Marangoni *et al.*, 1992). Se ci sono molti frutti, gli alberi consumano più acqua attraverso un'aumentata traspirazione fogliare. Fu Lenz in Germania venti anni fa (1986) a dimostrare questa asserzione.



▲ Cv. Conference/Cot. MC al 4° anno d'impianto ad alta densità (3,6 x 0,7m = 3.968 alb./ha): a sinistra, impianto a fusetto e, a destra, impianto a "bandiera" (prove dell'Università di Bologna - Cadriano).

FIG. 6 - RELAZIONE TRA LUCE INTERCETTATA E PRODUTTIVITÀ SU DECANA DEL COMIZIO INNESTATA SU DUE PORTINNISTI IN NUOVA ZELANDA



(Fonte: Palmer, 2002)



Ceradini ... coltiviamo la fiducia

CERADINI B&C
Vivaio Produzione e Commercio KIWI

**Un apparato radicale ben sviluppato
è di fondamentale importanza!**

KingKiwi
TOP CLASS  GLOBALG.A.P.

Le piante appena messe a dimora non subiscono stress e riescono ad assorbire gli elementi nutritivi in modo rapido e intenso andando presto in piena produzione (=ANTICIPARE I GUADAGNI). Ceradini produce esclusivamente kiwi da oltre 25 anni e deve il suo successo all'essersi concentrato proprio sulle radici. Le visite in azienda sono sempre gradite.

• Piante selezionate • Astoni di 1 o 2 anni • A radice nuda o in vaso

Grandi pezzature



**il KIWI ...
è il nostro mestiere!**



Chi ben comincia ...

**NUOVA VARIETA' POLPA GIALLA
"SORELI"**

Senza vincoli

- Fertilità e produttività elevata
- Frutti singoli
- Maturazione precoce
(fine settembre - primi otto!)

**IL
GIALLO
VINCENTE**

- Grande pezzatura
- Forma regolare, allungata, colore della buccia marron brillante
- Polpa di colore giallo intenso di ottimo gradimento
- Caratteristiche qualitative paragonabili ad Hayward





▲ A sinistra: Abate Fétel/Cot. MC; impianto a V al 3° anno d'età (3,6 x 0,50 m = 5.555 alberi/ha). A destra: Decana del Comizio/Cot. MC con impianto a cordone verticale al 6° anno di vegetazione (3,6 x 0,35 m = 7.936 alb./ha) (prove dell'Università di Bologna - Cadriano).

stema a V (3.968 e 5.555 alberi/ha) e il cordone verticale (7.936 alberi/ha) hanno una capacità di intercettazione della luce superiore rispetto al fusetto (1.984 alberi/ha), con una conseguente maggiore efficienza fotosintetica ed un aumento della fruttificazione di circa il 20% (Fig. 8).

Da ricerche condotte su peri innestati di Abate Fétel (Musacchi *et al.*, 2002) è risultato che la fissazione di CO₂ dell'MC è più bassa rispetto a Sydo e OHF40 (15 contro 17 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), mentre i livelli di traspirazione (3,8 $\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), la conduttanza stomatica e il potenziale idrico fogliare sono praticamente allineati con il Sydo e l'OHF40. I peri della stessa varietà quando autoradicati hanno invece mostrato una più alta attività fotosintetica, insieme a maggiore traspirazione fogliare e conduttanza stomatica.

Un altro parametro differenziale è il LAI ("leaf area index"): l'attività nannizzante del Cotogno MC comporta

un più basso indice fogliare, una più ridotta attività fotosintetica e conduttanza idrica, in diretta correlazione con la disaffinità d'innesto su Butirra Hardy e Kaiser (Corelli Grapadelli *et al.*, 2001). Ciò nonostante, l'efficienza del pereto, con soggetti nannizzanti, è generalmente maggiore rispetto a portinnesti di media vigoria, in genere per merito della più alta densità, maggiore intercettazione della luce, copertura del suolo e distribuzione fogliare. In effetti, si è visto che all'aumentare della radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) cresce il livello di fruttificazione.

Nella relazione fra portinnesti nannizzanti e forme d'allevamento è di grande rilievo raggiungere una uniforme distribuzione dell'area fogliare, ottenuta mantenendo bassa l'incidenza dello scheletro per prevenire l'ombreggiamento e privilegiare, invece, l'efficienza fotosintetica, anche se il LAI è relativamente basso

(DeJong, 2007). Le alte densità sono di aiuto per conseguire quest'obiettivo anche laddove portinnesti nannizzanti come l'MC inducono la formazione di foglie più piccole, germogli più corti e, nel complesso, minori punti di crescita vegetativi.

Fabbisogno idrico ed efficienza d'uso dell'acqua

Diversi sono i consumi idrici dei pereti, ma in generale la recente diffusione di sistemi localizzati di micro-irrigazione ha messo in evidenza i fabbisogni idrici della coltura, razionalizzando così le modalità e i tempi di distribuzione dell'acqua, riducendo drasticamente consumi e costi ed eliminando sprechi, perdite e inquinamento di falde. La scarsità dell'acqua nei Paesi Mediterranei, i suoi crescenti costi, i turni irrigui imposti, la limitata disponibilità di accesso all'acqua hanno provocato la revisione dei metodi irrigui e la ricerca di pratiche agronomiche che riducano le evaporazioni (per es. pacciamatura del suolo, potatura verde, ecc.) e comunque i consumi per unità di prodotto raccolto. Anche i trattamenti fogliari con caolino (Glenn e Puterka, 2007), secondo le esperienze israeliane (non confermate però nell'ambiente emiliano), avrebbero ridotto la traspirazione fogliare; mentre è ormai acquisito che le coperture dei pereti con reti anti-grandine riducono la quantità di luce, ma anche la traspirazione fogliare e quindi i consumi idrici senza peggiorare la qualità del prodotto. Anzi, le reti di tipo nero, rispetto alle bianche e alle grigie, sono preferibili per la fruttificazione, la durata e gli aspetti paesaggistici (Peano *et al.*, 2001 e 2002).

I metodi per stabilire i fabbisogni idrici della coltura si sono alquanto evoluti: dalle semplici strumentazioni per la valutazione dello stato idrico del suolo (es. tensiometri) ai bilanci idrici della coltura calcolati attraverso la misurazione dell'acqua evapotraspirata, applicando poi specifici coefficienti culturali (è quanto viene fatto in Emilia-Romagna); altri metodi più sofisticati, ma rimasti a livello sperimentale, riguardano la misurazione di parametri fisiologici, come, ad esempio, lo spessore del peduncolo del frutto o del frutto stesso, che varia alle diverse ore del giorno (Naor *et al.*, 2000).

Prove di Mannini *et al.* (2006)

FIG. 7 - CONFERENZE: QUANTITÀ DI LUCE INTERCETTATA DA DIVERSI SISTEMI DI IMPIANTO AL 3° ANNO D'IMPIANTO (CADRIANO - BOLOGNA) AL 9 GIUGNO

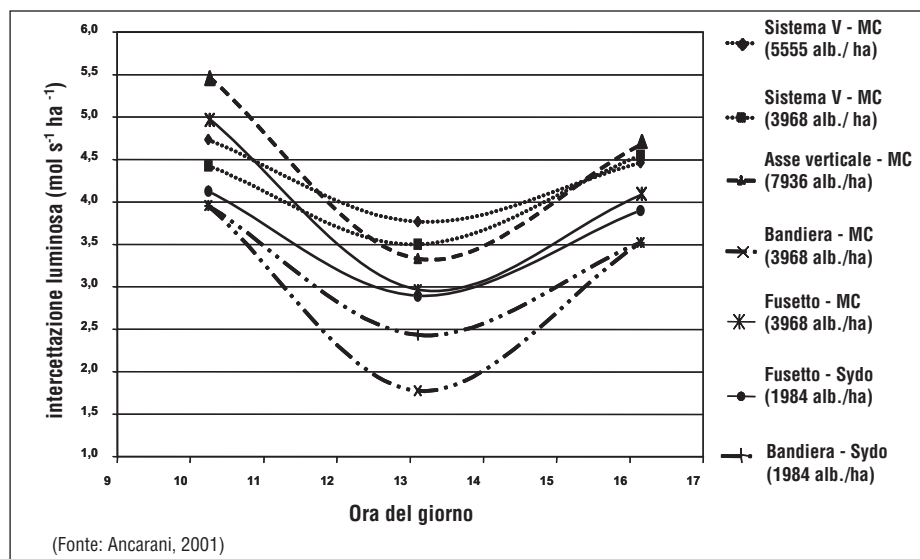
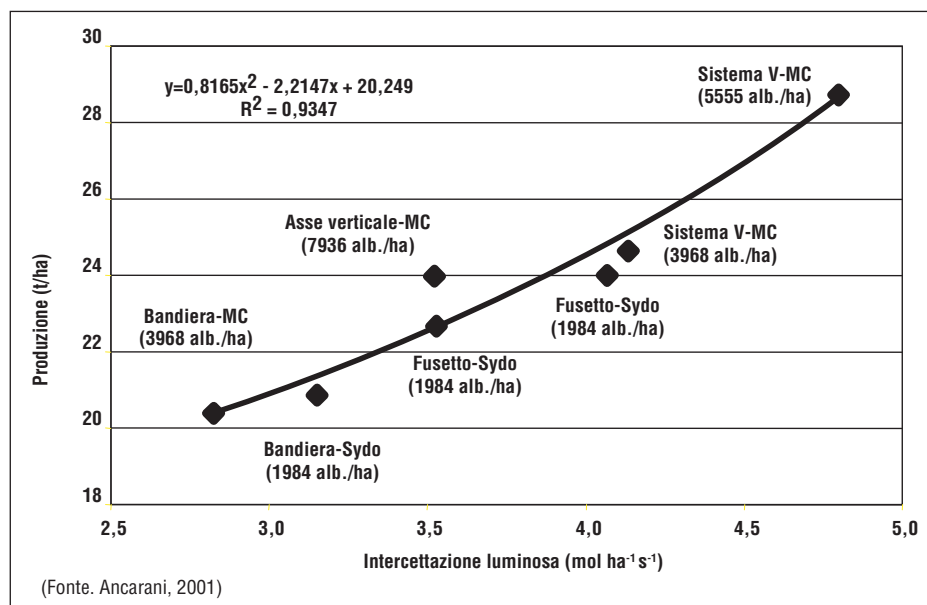


FIG. 8 - RELAZIONE TRA PRODUZIONE E LUCE INTERCETTATA AL 4° ANNO D'IMPIANTO DELLA CV CONFERENCE, PER SETTE SISTEMI D'IMPIANTO AL 9 DI GIUGNO (CADRIANO - BOLOGNA)



hanno dimostrato che economie idriche molto valide si possono conseguire applicando coefficienti culturali di 0,5 di ET per una buona parte del primo ciclo di crescita del frutto ottenendo 30 t di pere rispetto a 28 t ottenute con il 100% di restituzioni idriche. Un discorso particolare merita la tecnica del "deficit idrico controllato" ormai variamente applicato da diversi anni che, in prove del Consorzio CER in Emilia-Romagna, ha addirittura migliorato le rese produttive della cv Conference/BA29: 34 t/ha rispetto a 29 t/ha della piena irrigazione e 22 t/ha delle piante non irrigate (Mannini e Anconelli, 2002; Anconelli e Mannini, 2002).

Dunque, siamo già entrati in una nuova era, quella dei risparmi irrigui intelligentemente gestiti, ma anche in parte sempre più forzatamente imposti. L'HDP contribuisce a questi risparmi anche per una serie di motivi tecnici quali la forte vicinanza dei gocciolatori alle piante al punto da rendere continuativa la fascia umida di suolo lungo il filare, evitando le cosiddette "ampolle" (di terreno bagnato) sotto la chioma, meno agevoli da raggiungere da parte delle radici. In tale ottica di risparmio si sta mettendo a punto la "subirrigazione" con tubi disperdenti interrati (30-40 cm di profondità) che economizzano ancor di più l'acqua, riducono eventuali danni da salinità, e sembrano non danneggiare la qualità prodotto. Ci sembra, dunque, in definitiva, che gli impianti di pero ad alta densità pos-

sano sfruttare le nuove tecniche irrigue prioritariamente basate su un aumento dell'efficienza d'uso dell'acqua, abbinata ad una sua circostanziata riduzione, come altro possibile obiettivo per il miglioramento della qualità del prodotto. Occorrerà pertanto una messa a punto sperimentale dei nuovi sistemi irrigui caso per caso, a seconda dei portinnesti e dei sistemi d'impianto.

L'irrigazione influenza molto anche lo sviluppo del frutto. Lee *et al.* (2006) riferiscono del suo impatto sulla formazione di granulosità (sclereidi o "stone cells") nella polpa di nashi; sembra dimostrato che lo stress idrico favorisca il fenomeno. La carenza d'acqua deprime l'attività radicale e fa diminuire il potenziale idrico delle foglie, il che comporta anche una riduzione dell'assorbimento radicale degli elementi minerali (in particolare calcio), mentre aumenta l'attività perossidasi (POD) che a sua volta esalta la lignificazione delle pareti cellulari e la formazione di "stone cells" nei frutti.

La scarsità d'acqua a bassa salinità è uno dei grandi problemi d'oggi. Mentre le acque qualitativamente povere possono essere utilizzate per il pero (che è una specie abbastanza tollerante verso i sali), non altrettanto può dirsi per i cotogni utilizzati nell'alta densità, che non resistono a elevate salinità dei suoli. È dimostrato che la riduzione di crescita dei germogli nel pero si ha con salinità superiori a circa 5,0 dS/m⁻¹, indipen-

dentemente dal portinnesto. Ma mentre il cotogno non riesce a prevenire l'assorbimento e l'accumulo di ioni Na⁺ e Cl⁻ nelle foglie, le radici del pero adottano una strategia di esclusione degli ioni Na⁺ e Cl⁻ per ridurre l'assorbimento (Musacchi *et al.*, 2006). Ecco perché i peri autoradicali si adattano meglio del cotogno in questi terreni anomali.

L'uso dell'acqua relativamente salina sembra produrre meno inconvenienti quando somministrata attraverso subirrigazione a goccia. Ciò ha prodotto addirittura un miglioramento della qualità delle pere rispetto all'irrigazione a goccia convenzionale. In ogni caso occorre prevenire agronomicamente l'accumulo di sale nel suolo, mentre la microirrigazione comunque minimizza l'evaporazione e incrementa l'efficienza d'uso dell'acqua (Oron *et al.*, 2002). Nelle regioni mediterranee (gran parte dell'Italia inclusa) è importante controllare lo stress idrico dopo la raccolta (anche per evitare una seconda fioritura autunnale e la perdita di fruttificazione l'anno successivo) senza considerare i rischi derivanti da possibili condizioni favorevoli ad attacchi tardivi di "colpo di fuoco batterico" (Naor *et al.*, 2006). Questo problema può diventare un fattore limitante per l'HDP.

È stato dimostrato che anche in cli-



▲ Subirrigazione in pero: ala gocciolante interrata a 40 cm dalla pianta (foto CER-Bologna).

mi relativamente umidi l'irrigazione a goccia (con il 100% di restituzione dell'ET), a partire da 60 giorni dopo fioritura e fino alla raccolta, ma abbinata al "deficit idrico controllato", ha incrementato produzione e qualità delle pere (Anconelli e Mannini, 2002; Mannini *et al.*, 2006). Questa tecnica, peraltro, manifesta una certa vulnerabilità e rischi legati alla scelta del periodo vegetativo in rapporto al deficit idrico, anche se sono comunque positive la riduzione della crescita dei germogli e l'aumento dell'efficienza d'uso dell'acqua.

Un altro sistema in prova è quello dell'irrigazione parziale dell'apparato radicale (irrigando, alternativamente, le due metà dell'apparato radicale), con esito però relativamente negativo nell'HDP (Kang *et al.*, 2003). In definitiva, la letteratura sembra indicare concordemente che l'alta densità dei pereti li espone maggiormente agli stress idrici.

Gestione del suolo e fertirrigazione

La gestione del suolo ha un'importanza rilevante e strategica per ridurre l'impatto ambientale delle coltivazioni. L'accoppiata inerbimento e pacciamatura, diserbo o lavorazione sotto fila è ormai una costante della moderna pericoltura intensiva, integrata o biologica. Le novità stanno nell'uso programmato della fertirrigazione e nel controllo dei nutrienti per ottenere efficienza produttiva e limitare le perdite. Determinante è un forte controllo della crescita vegetativa e la stabilizzazione della produttività, per evitare l'impovertimento qualitativo degli organi di fruttificazione e delle stesse pere, nonché l'alternanza di produzione.

I vari sistemi di micro-irrigazione

localizzata – talvolta accoppiati a metodi integrativi d'aspersione sotto o sopra chioma nei periodi di maggior stress - hanno trascinato e introdotto l'utilizzo congiunto della concimazione, cosicché anche col pero, nei nuovi impianti, è generalizzato l'uso della fertirrigazione. Le odierne miscele arrivano ad incorporare nell'acqua, in certi momenti, anche 7/8 nutrienti, anche di origine organica, tutti molto solubili, dosati lungo l'intero arco stagionale e modulati in modo indipendente secondo le esigenze specifiche delle diverse fasi di sviluppo e dei periodi critici.

I programmi attuati prevedono dosaggi giornalieri, espressi in grammi per pianta, tenendo conto di tutti i fattori agronomici concorrenti. È evidente come di questo sistema si avvantaggino soprattutto i portinnesti nanizzanti, perché sono quelli che consentono di disperdere il minimo di acqua e nutrienti avendo l'apparato radicale superficiale, denso e poco espanso. In genere nell'HDP le tecniche di fertirrigazione sono complesse e tecnologicamente molto avanzate (si diffondono sempre più strumentazioni "di precisione") e consentono di distribuire al momento giusto il fabbisogno nutritivo richiesto dall'albero (presciudendo dunque dalla fertilità del suolo). Anche per il pero la tecnica va però ben collaudata caso per caso, per evitare disguidi, squilibri di pressione, disformi somministrazioni di acqua; nell'alta densità occorrono maggiori cure rispetto ai pereti di media-bassa densità. I peri, in particolare, devono massimizzare l'efficienza fogliare almeno fino a maggio-giugno, momento cruciale della cascola e dell'inizio della differenziazione a fiore. Nel caso l'acqua non bastasse, si deve passare a irrorazioni periodiche di nutrienti e coadiuvanti fogliari.

Vari Autori (Sanchez, 2002; Tagliavini *et al.*, 1997; Quartieri *et al.*, 2002) ritengono che per la prima fase della crescita fogliare delle lamburde deb-

bano bastare le riserve accumulate di N immagazzinate dall'albero in autunno e rimbilizzate a primavera. L'esperienza dei pericoltori ha confermato questa ipotesi e,

in particolare, ha messo in evidenza la necessità che, per favorire l'allegagione, le foglie della "rosetta" devono essere verdi (non clorotiche), grandi, spesse e ben distese. La somministrazione primaverile di N dovrà invece attivarsi e concorrere allo sviluppo dei nuovi germogli con l'auspicabile limitazione degli apporti estivi di N per evitare inconvenienti opposti (eccesso di vegetazione e scarsa qualità dei frutti). Periodi utili e critici per l'N sono quelli dell'allegagione e del post-raccolta. Anche somministrazioni di boro, in tali periodi, possono essere appropriate (Woicik e Woicik, 2003).

Bioregolatori

Nel pero, più che in ogni altra specie, su varietà parzialmente partenocarpiche come Conference, Abate Fétel, William, è diventato molto comune l'uso di composti ormonali (gibberelline) per favorire l'allegagione o meglio la formazione di frutti partenocarpici (Maccucci *et al.*, 1980, Costa *et al.*, 1986), limitatamente alle varietà che rispondono positivamente alle GA3 (es. Berelex) e più ancora a GA4+7 contenute in prodotti tipo Promalin. In tal modo lo sviluppo del frutto si ottiene anche senza fecondazione e quindi senza sviluppo di semi. Se usate precocemente, e a basse dosi, le GA3 non pregiudicano la differenziazione a fiore (per l'anno successivo) e la qualità delle pere.

I trattamenti di GA3, che un tempo si praticavano per recuperare la fruttificazione a seguito di gelate in fioritura, si eseguono ora in due o tre tempi con le predette finalità a partire dall'inizio fioritura e fino alla caduta petali a dosaggi relativamente bassi (10-15 ppm). Sono possibili anche associazioni di GA3 con citochinine che favoriscono la crescita dei frutti gamici e in qualche modo contrastano le cascole post-fiorali e quelle successive di maggio-giugno ("june drop"). È stato comunque dimostrato l'incremento di allegagione (Sansavini *et al.*, 1986b) e di produttività (Yarushnykov e Blanke, 2005).

Nel pero molta attenzione deve essere dedicata all'allegagione, perché in nessun'altra specie come questa c'è una così forte sinergia fra ormoni della pianta e bioregolatori esogeni. In generale, è assodato che l'allegagione viene favorita da gibberelline e altri regolatori, ma che questa è anche commisurata alla capacità e all'equilibrio



◀ ▼ Microirrigazione su pero: a sinistra ala gocciolante poggiata al suolo; a destra, particolare di irrigatore per aspersione sotto chioma (foto CER-Bologna).



dell'albero. Raramente nel pero si fa uso di diradanti e i diradamenti, quando necessario, possono essere eseguiti a mano dopo la fine delle cascole fisiologiche (colatura dei fiori e dei frutticini non impollinati e cascola di maggio-giugno) per evitare rischi di sovradiradamento. Il costo elevato di tale operazione la rende poco utilizzabile e quindi si cerca di prevenire il problema con una maggiore cura nella potatura. Per alcune varietà come Conference il diradamento è comunque molto utile per evitare frutti piccoli e alternanza di produzione.

Circa i ritardanti di crescita, la recente cancellazione del Cycocel, contestuale all'autorizzazione di un altro "growth retardant", il Regalis® (Proexadione Ca), offre qualche ulteriore possibilità per una più equilibrata gestione della crescita e per un migliore contenimento del "colpo di fuoco batterico". Non si possono dare norme tecniche generalizzate. Ogni varietà nei diversi ambienti è un caso a sé (Franck *et al.*, 2003). Occorre una costante integrazione tecnica con i programmi di difesa e di fertilizzazione per conseguire buona produzione di elevata qualità. Ad esempio, per evitare clorosi o il "pear decline" (deperimento da fitoplasmosi), attacchi di psilla e "colpo di fuoco batterico" occorrono strategie integrate, che si riflettono anche su potatura, concimazione, uso di bioregolatori e controllo della maturazione dei frutti, per poter fare una raccolta unica e scegliere periodi di stacco adatti alla tecnica di conservazione. Circa l'utilizzazione dei regolatori di crescita o di altri antigiberellici (come erano Cycocel e Cultar), le restrizioni all'uso recentemente attuate ne hanno ridotto la possibilità d'impiego a causa soprattutto dei residui sui frutti e nell'ambiente, specie se il principio attivo è molto persistente (Cycocel è stato per questo abbandonato in Italia, ma è ancora utilizzato in Spagna). Questo problema sembra per il momento superato con il Prohexadione Calcio (Regalis® o Apogee®). In Italia l'uso del Regalis®, pienamente autorizzato anche nella PFI, è suggerito soprattutto per il fine secondario di prevenire il "colpo di fuoco", ma può servire anche per un migliore controllo della crescita vegetativa e della differenziazione a fiore. Tuttavia, secondo Smit *et al.* (2005) la risposta al Regalis® è diversa fra cultivar, la crescita dei germogli



▲ Stazione di miscelazione e pompaggio dei concimi per la fertirrigazione in un'azienda specializzata del ferrarese.

è stata contenuta da uno o più trattamenti (a fine fioritura inizio crescita dei germogli) su Rosemarie, Golden Russet Bosc, Flamingo, Early Bon Chretien, ma non su Forelle e Packham's Triumph. L'incremento dell'allegagione è stato significativo solo su Forelle e Rosemarie. La crescita dei frutti, invece, non è stata influenzata e così pure il ritorno a fiore.

Interventi di potatura

Per la potatura, grazie alla plasticità della chioma e delle ramificazioni del pero e alla possibilità di potare "corto" diverse varietà, è abbastanza facile disporre di chiome ben illuminate in alto e in basso. La capacità di invecchiamento e la fertilità delle lamburde richiedono spesso potature di rinnovo delle formazioni fruttifere di 3 o più anni, ben calibrate, per non avere riduzione di pezzatura e irregolarità di qualità dei frutti.

Astoni preformati in vivaio con rami anticipati

La mancanza di struttura scheletrica e di sufficiente presenza di rami laterali nell'albero messo a dimora non deve essere sottovalutata. L'effetto di una mancanza di rami anticipati si tradurrà in un ritardo formativo e di messa a frutto dell'albero (Zucchini 2003). In alcuni casi si esegue il "taglio del caporale", incisione sopra la gemma che si vuole far sviluppare, oppure si fanno incisioni anulari sulla branca che rallentano la crescita vegetativa distale per favorirne quella prossimale e che poi rimarginano in fretta senza ripere-

cussioni per la crescita radicale (se non un leggero indebolimento complessivo della pianta). Lo stesso dicasi per il rinnovo dei rami riproduttivi, quando questi manchino di branche portanti, come nel cordone dell'asse colonnare e del superspindel. Diventa in questi casi più difficile, con la potatura, mantenere il naturale equilibrio vegeto-riproduttivo e l'autonomia della pianta, che deve pertanto essere seguita con maggiore attenzione.

Talvolta, in assenza di sufficiente "tiraggio" apicale dell'albero, si può ricorrere a tagli specifici come il raccorciamento del ramo terminale. Talvolta, persino le branchette basali (se molto corte), abbisognano di raccorciamento (per stimolare la crescita e di conseguenza una certa capacità di rinnovo negli anni (visibile dall'aumento di calibro).

Da menzionare è anche un altro taglio, a becco di luccio ("nub heading"), che si fa sui rami e branchette troppo vigorose (se di calibro superiore ad un terzo di quello del fusto) nella metà alta dell'albero per favorire l'assetto gerarchico delle branche (in modo da favorire quelle basali) e al tempo stesso mantenere il numero di nuovi germogli sull'asse.

Con densità lungo la fila inferiori al metro la gerarchizzazione delle branche secondarie lungo il fusto è molto ridotta (superspindel) o addirittura assente (cordone verticale). Ci si può permettere solo un palco basale che si inoltra nell'interfilare (spindel e fusetto) e un asse centrale con corte branchette disposte a spirale a formare un cilindro più che un cono, cercando sempre di evitare che la parte

alta prenda il sopravvento. Anche il taglio di ritorno trova difficoltà di applicazione e in caso di eccessivo vigore viene sostituito sull'asse centrale da un taglio di raccorciamento estivo che elimina la testa di salice, oppure da potatura "a strappo" dei succhioni apicali per impedirne il riscoppio. Le branche laterali vengono turnate con raccorciamenti a raso per creare finestre ben illuminate e innescare cicli di rinnovo lunghi.

In ogni caso, il passaggio all'alta densità diminuisce l'autonomia e le gerarchie dell'architettura dell'albero (ad esempio della funzione di cima o delle regolari geometrie in grado di controllare l'angolo d'inclinazione e lunghezza delle branche laterali e delle sottobranche) e riduce i cicli di rinnovo delle branchette che rapidamente invecchiano. Di conseguenza, risulta necessaria una potatura più attenta e tempestiva e questo limita il successo dell'HDP in aree dove la manodopera è inesperta e il personale tecnico non è altamente specializzato.

Potatura estiva

Nella fase di allevamento si possono proporre diverse operazioni al verde: precoci, per eliminare succhioni e

alleggerire la cima, per raccorciare germogli e favorire la loro ulteriore ramificazione (tipico nella palmetta il taglio all'altezza del nuovo palco per anticipare la strutturazione); tardive, asportando i succhioni interni e i germogli in cima per favorire la penetrazione della luce e la lignificazione; in alcuni casi si predilige lo "strappo" per limitare la risposta (tecnica non consigliata per i rischi fitosanitari che può comportare), oppure l'"infrangimento" che riduce il richiamo di nuova vegetazione in una zona sbagliata e al tempo stesso non spreca foglie. Nel periodo di centro-fine estate possono anche essere effettuate curvature (a volte una vera e propria torsione atta a "snervare" i succhioni) per favorire la maturazione delle gemme e quindi una loro migliore risposta nella primavera seguente.

Piegature e curvature in allevamento.

Nell'impianto degli astoni, specie con l'HDP, non conta solo la presenza di rami anticipati, ma anche la loro parziale piegatura. Nella primavera dopo l'impianto (meglio dopo la ripresa vegetativa) quelli adatti a costituire l'impalcatura (a partire da 70-80 cm da terra) si posizionano con sufficiente

apertura, mentre i restanti rami anticipati vanno guidati, riorientati e piegati con l'aiuto del filo per ridurre il ritmo di crescita e indurre la differenziazione a fiore delle gemme. L'eventuale presenza di rami molto vigorosi, nella parte alta del fusto, va contrastata (es. eliminandoli con la cosiddetta scacchiatura) o in inverno o qualche mese dopo, con interventi di "diradamento" (cosiddetto alleggerimento della cima). In situazioni opposte (es. fusto nudo per 30-40 cm) può essere praticato, anziché il metodo di raccorciamento (o eventuale capitozzatura) che si usava in passato, un'intaccatura sopragemma (taglio del caporale) a fine inverno, al fine di stimolare la levata di un germoglio.

Potatura di fruttificazione

Se la potatura di allevamento è un semplice correttivo basato su pochi tagli, quella di produzione, invece, deve corrispondere ai diversi modelli di habitus di fruttificazione (Sansavini, 2002). Per cui il tipo e l'intensità dei tagli vanno definiti caso per caso. La potatura può essere leggera o pesante, fino a prevedere tagli di raccorciamento delle branchette di 2-3 anni e delle più vec-

S I M E O N I



VIVAI ACTINIDIA KIWIPLANTS

SORELI, SEL. AC. 171.76 UNIVERSITÀ DI UDINE IL NUOVO GIALLO DI GRANDE PEZZATURA.

maturazione fine settembre • grande produttività (+50% hayward)
colore marrone con polpa giallo brillante • frutti singoli allungati peso medio oltre 115 g • di ottimo gradimento • semplicità di coltivazione.

**TUTTO QUESTO RENDE SORELI
IL GIALLO VINCENTE. SORELI È IN LIBERA
COMMERCIALIZZAZIONE SENZA VINCOLI.**



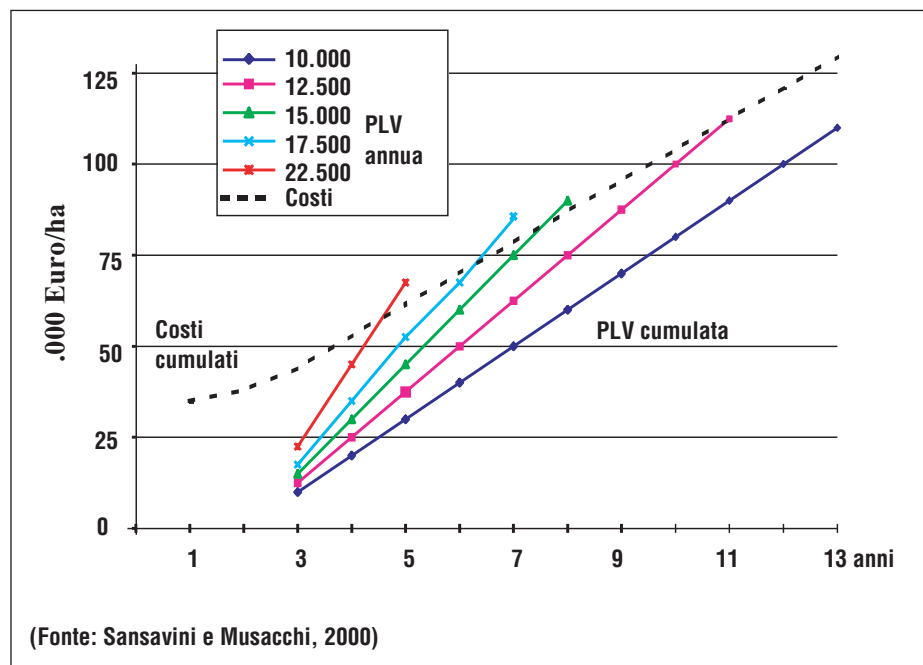
HAYWARD CLONE 8 PLUS, DI GRANDE PEZZATURA MOLTO RESISTENTE AL FREDDO ED A CONDIZIONI DIFFICILI

cloni selezionati da talea e merist • impollinatori selezionati per ampio periodo di copertura • LE PIANTE, CON LE PIÙ AMPIE garanzie fitosanitarie, vengono fornite • IN VASO (per ampio periodo di massa e dimora) • A RADICE SCOSSA

**PRODUZIONE SPECIFICA DI ACTINIDIA SELEZIONI
VARIETÀ HAYWARD • PRODUZIONE TOTALMENTE
VIRUS ESENTE • MASSIMA GARANZIA VARIETALE.**



FIG. 9 - RAPPORTO TRA COSTI CUMULATI E TEMPI DI AMMORTAMENTO NELLA COLTIVAZIONE DEL PERO



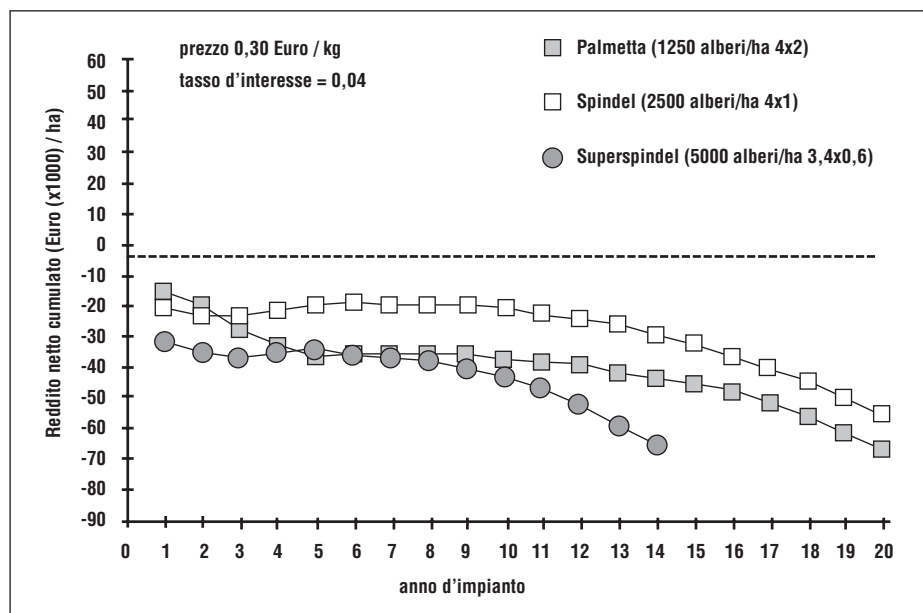
chie formazioni fruttifere, al fine del rinnovo e per indurre l'allegagione. Non a caso anche la potatura meccanica di parete, praticabile in alcune varietà (es. Conference e Abate Fétel), richiede un dettagliato completamento manuale.

Con la potatura si vuole perciò regolare il carico dei frutti, che andrà proporzionalmente ridotto nell'anno di maggiore carica, ma questa operazione non è facile a svolgersi nel pero. L'alternanza di produzione, fenomeno assai meno rile-

vante nel pero rispetto al melo, sembra più probabile in varietà che tendono a produrre in prevalenza su lamburde posizionate su branche di tre o più anni.

Alcuni semplici cenni pratici: la William si pota per la conservazione e il rinnovo dei brindilli, la Conference per riportare all'equilibrio il carico di gemme nelle formazioni fruttifere (sempre eccessive), Abate Fétel e Decana del Comizio fruttificano bene solo col taglio di raccorciamento delle branchette di 2/3 anni (Sansavini, 2002).

FIG. 10 - REDDITO NETTO CUMULATO PER ETTARO DI CONFERENCE INNESTATA SU COTOGNO DI PROVENZA BA29 ALLEVATA A PALMETTA E SPINDEL, E SU COTOGNO MC ALLEVATA A SUPERSPINDEL, CONSIDERANDO UN PREZZO DI VENDITA DI 0,30 €/KG



Anulazione

Circa le anulazioni a tronchi e branche, se queste sono fatte vicino alla fioritura non sono sufficienti a ridurre la crescita dei germogli, che in questa fase sono nutriti dal flusso xilematico e quindi spinti da riserve provenienti dalle radici (Smit *et al.* 2005). Ma successivamente, quando i germogli trovano difficoltà nell'esportazione floematica, l'anulatura sul tronco può favorire i meccanismi riproduttivi e quindi il ritorno a fiore e la crescita dei frutti. In genere le anulazioni sono operazioni rischiose e comunque straordinarie, praticabili "una tantum".

Potatura radicale

La potatura radicale è praticata da decenni ogni volta che la vigoria degli alberi è eccessiva e tutte le altre pratiche di potatura della chioma non bastano e la gestione del pereto non abbia sortito sufficienti effetti (Gomand, 2002). Il taglio delle radici, tuttavia, non ha ancora raggiunto una tecnologia ben definita e tanto meno di precisione. Empiriche sono le misure (distanze dal filare e profondità) dei tagli praticati, così pure gli effetti non sono abbastanza prevedibili. Talvolta si hanno risultati indesiderati, in eccesso e in difetto. È ragionevole ipotizzare risultati molto diversi non solo per la difficoltà di conoscere lo sviluppo radicale, ma soprattutto in seguito al momento in cui il taglio è stato eseguito.

Uno dei casi non rari di applicazione della potatura radicale è dato dall'HDP per evitare eccessiva densità di germogli (Vercammen *et al.*, 2005; Vercammen *et al.*, 2006). In effetti, da prove varie è stato osservato che la potatura radicale, se applicata con regolarità a fine inverno o in primavera, riduce i volumi radicali e può favorire un migliore equilibrio vegetativo; tuttavia si può scivolare facilmente nello sfasamento dei cicli di crescita con rischio di ricrescite estive pericolose e possono insorgere persino difficoltà di controllo della pezzatura dei frutti.

Aspetti economici

Il grafico del margine netto registrato anno per anno (Fig. 9), nel tempo evidenzia come sia importante iniziare rapidamente la produzione per raggiungere in fretta il pareggio economico. Siccome non ci sono possibilità di abbattere i costi oltre un certo limite, non potendo sempre contare su prezzi stabili, occorre cau-

telarsi anche per questi rischi. Per un rapido ammortamento dei costi di impianto bisogna puntare su astoni pronti a fruttificare al 2° anno perchè provvisti di rami preformati in vivaio, che possano al più presto sviluppare branchette rivestite di lamburde e rami misti fioriferi (brindilli). Da qui il successo dello "spindel" o del fusetto, con numerosi rami laterali di lunghezza giusta per i sestri d'impianto scelti. Qualcuno ha suggerito addirittura l'uso di astoni di due anni, ma ciò accresce la crisi di trapianto, per cui non sempre dà i risultati attesi.

Nel caso di forme di allevamento di ridotte dimensioni, come cordone verticale, asse colonnare e "super-spindel" (fusetto privo di branche permanenti laterali), l'ottenimento di risultati favorevoli richiede un ulteriore sforzo produttivo non sempre possibile. In effetti servono numerosi rami anticipati, corti e con potenzialità a originare lamburde fertili e al tempo stesso anche formazioni fruttifere inserite lungo il fusto (portate da "speroni" di branche) e questo non sempre è possibile. Di conseguenza la produzione iniziale può essere insoddisfacente e la possibilità di raggiungere il

pareggio economico svanisce se i prezzi delle pere sono bassi, per esempio intorno a 0,30 €/kg, visti i costi elevati d'impianto (Fig. 10).

In un pereto razionalmente gestito vanno oggi considerate anche le reti antigrandine nelle aree a rischio, soprattutto con impianti molto densi in quanto il danno facilmente si estenderebbe alla vita dell'impianto e non solo alla frutta presente. Di conseguenza, impianti così costosi non possono essere protetti dalla sola assicurazione, ma anche dalla rete antigrandine. In questo caso il costo d'impianto diviene veramente il fattore limitante. Con questo costo aggiuntivo, se si tratta di super-spindel e palmette, risulta possibile raggiungere il pareggio economico, con un ipotetico prezzo delle pere di almeno 0,45 €/kg, solo al decimo-undicesimo anno, ovvero molto vicino alla fine del ciclo produttivo. Il fusetto raggiungerebbe il pareggio invece già al sesto anno (Fig. 11).

Non vanno peraltro trascurati altri vantaggi legati all'effetto climatizzante delle reti antigrandine. In particolare un positivo effetto sulla rugginosità e sulla riduzione del brusone ("leaf burning") che rimane limitato alla parete

di bordo del filare.

SUMMARY

Overview of intensive pear production: orchard design, rootstocks, training systems and management in relation to fruit quality

The widespread trend towards high density planting (HDP) in pear orchards is being driven by factors that span both research and management, including innovations stemming from genetics, rootstocks, energy inputs and plant physiology. The stock quince is the backbone of HDPs with pronounced dwarfing capacity like MC, Adams and Sydo, which led to plantings of 3,000-5,000 trees/ha, although the average is 2,000-3,000 trees/ha. The factors which mainly contribute to HDP performance, including high quality product, involve stocks, orchard layout and management. Cultivars like William and Kaiser (Beurré Bosc) require an appropriate interstock. Main training systems are slender spindle, vertical axis and/or cordon, palmette, V and Y trellis. The third key is soil management, whose common denominator almost everywhere is the combined use of grassing and/or mulching along with under-row chemical or mulching weeding. The most notable innovations involve the scheduling of water supply, fertigation and nutrient inputs to enhance performance and yield efficiency and cut energy costs. We shall look at pruning regimes for some of the most widely cultivated varieties that show differing trends in first-year shoot or spur growth.

BIBLIOGRAFIA

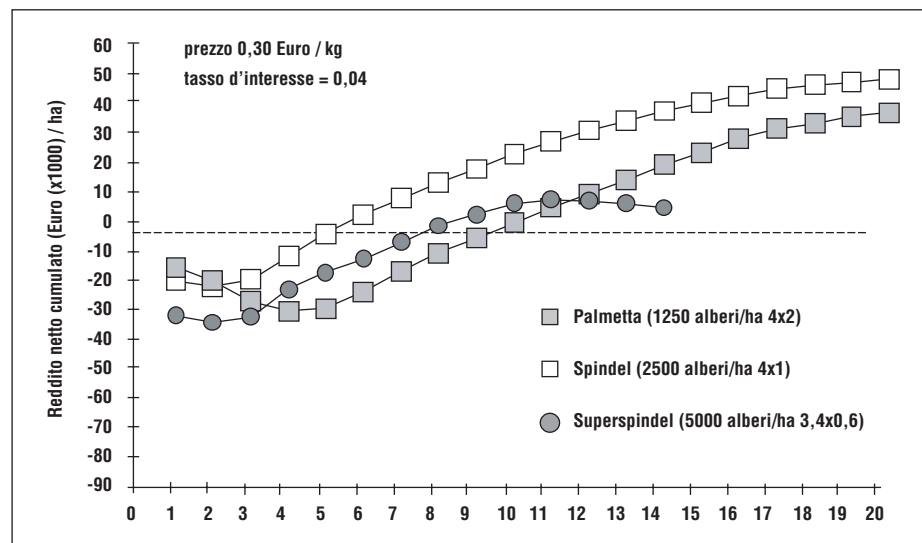
Ancarani V., 2001. Disegno del frutteto e tecniche di allevamento e potatura nei pereti ad alta densità. Tesi di laurea, corso di Laurea in Scienze Agrarie; anno accademico 1999-

FUJI KIKU® FUBRAX®:
**COLORAZIONE E STRIATURA
 MAI VISTA IN PIANURA ...**

VIVAI BRAUN s.s.
 VIA LAMM 23C, I-39050 CORNAIANO (BZ)/ALTO ADIGE, ITALIA
 THOMAS BRAUN - CELL. +39 335 7018526
 UFFICIO: +39 0471 660640 - FAX: +39 0471 660190
 www.braun-apple.com - info@braun-apple.com

BRAUN

FIG. 11 - REDDITO NETTO CUMULATO PER ETTARO DI CONFERENZE INNESTATA SU COTOGNO DI PROVENZA BA29 ALLEVATA A PALMETTA E SPINDEL, E SU COTOGNO



2000 Dipartimento Colture Arboree, Università di Bologna: pp. 175.

Ancarani V., Musacchi S., Sansavini S., Gamberini A., Gaddoni M. e Grandi M., 2004. Individuazione dei limiti dell'alta densità nel pero: confronto fra sistemi di impianto e portinnesti. Riv. Frutticoltura, 9: 18-30.

Anconelli S., Mannini P. 2002. Effects of regulated irrigation on the performance of pear in an Italian sub-humid area. Acta Hort., 596: 687-690.

Asin L., Montserrat R., Carbó J., Vilardell P. e Carrera M., 2005. Comparison of the yield, labour requirement and fruit quality of 'Conference' pears under five intensive training systems in Spain. Acta Hort., 671: 455-461.

Carrera M., Espiau M.T. e Gómez-Aparisi J., 2005. Pear Rootstock trial: behavior of 'Conference' and 'Doyenné du Comice' on two quince and five OHxF selections. Acta Hort. 671: 481-484.

Corelli Grappadelli L., Musacchi S. e Magnanini E., 2001. Single leaf and whole canopy gas exchange of pear as affected by graft incompatibility. Acta Hort. 557: 377-383.

Costa G., Pisani P.L. e Ramina A., 1986. Il controllo ormonale del ciclo di fruttificazione negli alberi da frutto. Riv. Ortoflorofrutt. It., 70: 5-23.

DeJong T.M., 2007. Canopy and light management. In Mitchan E.J. e Elkins R.B. - Pear production and handling manual, Univ. of California, Agric. and Natural Resources, publ. 3483: 59-62.

Franck C., Baetens M., Lammertyn J., Scheerlinck N., Davey M.W. e Nicolai B.M., 2003. Ascorbic acid mapping to study core breakdown development in Conference pears. Postharvest Biology and Technology, 30: 133-142.

Glenn D.M. e Puterka G.J., 2007. I trattamenti con caolino per la riduzione dell'impatto ambientale nelle produzioni ortofrutticole. Riv. Frutticoltura, 2: 28-34.

Gomand A., 2002. Taille des racines et fumure complémentaire chez les poiriers. Fruite Belge, 70 (497): 78-82.

Jacob H.B., 2002. New pear rootstocks from Geisenheim, Germany. Acta Hort., 596: 337-344.

Johnson D., Evans K., Spencer J., Webster T. e Sylvan A., 2005. Orchard comparisons of new quince and Pyrus rootstock clones. Acta Hort. 671: 201-207.

Kang S., Hu X., Jerie P. e Zhang J., 2003. The effects of partial rootzone drying on root, trunk sap flow and water balance in an irrigated pear (*Pyrus communis* L.) orchard. Journal of Hydrology, 280: 192-206.

Lee S. H., Choi J.H., Kim W.S., Han T.H., Park Y.S. e Gemma H., 2006. Effect of soil water on the development of stone cells in pear (*Pyrus pyrifolia* cv. 'Niiitaka') flesh. Scientia Hort., 110: 247-253.

Lenz F. 1986. Fruit effects on transpiration and dry matter production in apples. In: A.N. Lakso and F. Lenz (eds). Regulation of photosynthesis in fruit trees. N.Y. State Agr. Expt. Sta., Geneva, Symp. Proc. Publ: 101-104.

Mannini P. e Anconelli S., 2002. Effetti della gestione irrigua a "stress idrico controllato" sul pero. Riv. Frutticoltura, 9: 71-74.

Mannini P., Anconelli S. e Guidoboni G., 2006. Moderne forme di gestione idrica del pero. Italus Hortus, 13 (6): 36-42.

Marangoni B., Neri D., Scudellari D. e Cavicchioli L., 1992. Influence of canopy microclimate on photosynthesis and transpiration. Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica, 27: 435-441.

Marcucci M.C., Ragazzini D. e Sansavini S., 1980. Partenocarpia e ritenzione dei frutti indotte da fitoregolatori nei peri "William", "Abate Fétel" e "Passa Crassana". Atti convegno "Aggiornamento della coltura del pero" - Ferrara, 19 dicembre 1980: 237-248.

Musacchi S., 2006. Recenti innovazioni dell'impiantistica e della tecnica colturale del pero. Italus Hortus, 13 (6): 24-31.

Musacchi S., Ancarani V., Gamberini A., Gaddoni M., Grandi M. e Sansavini S., 2005. Response of training system planting density and cultivar in pear. Acta Hort., 671: 463-469.

Musacchi S., Quartieri M. e Tagliavini M., 2006. Pear (*Pyrus communis*) and quince (*Cydonia oblonga*) roots exhibit different ability to prevent sodium and chloride uptake when irrigated with saline water. Europ. J. Agronomy, 24: 268-275.

Musacchi S., Quartieri M., Ciambellini M., Masia A. e Corelli Grappadelli L., 2002. Effects of rootstock on the physiological response of pear cultivar Abbé Fétel trees to increasing levels of salinity of the irrigation water. Acta Hort. 596: 683-686.

Naor A., Peres M., Greenblat Y., Doron I., Gal Y. e Stern R., 2000. Irrigation and crop load interactions in relation to pear yield and fruit

size distribution. J. Hort. Sci. and Biotech., 75 (5): 555-561.

Naor A., Stern R., Flaishman M., Gal Y. e Peres M., 2006. Effects of post-harvest water stress on autumnal bloom and subsequent season productivity in mid season 'Spadona' pear. J. Hort. Sci. and Biotech., 81 (3): 365-370.

Neri D., 1990. Giovannità e ringiovanimento nelle piante arboree. Riv. Frutticoltura, 12: 69-73.

Oron G., De Malach Y., Gillermann L., David I. and Lurie S., 2002. Effect of water salinity and irrigation technology on yield and quality of pears. Biosystems Engineering, 81 (2): 237-247.

Palmer J.W., 2002. Effect of spacing and rootstock on the performance of 'Comice' pear in New Zealand. Acta Hort. 596: 609-614.

Peano C., Giacalone G., Bosio A., Vittone G. e Bounous G., 2001. Influenza delle reti anti-grandine sulla qualità delle mele. Riv. Frutticoltura, 9: 61-64.

Peano C., Vittone G., Giacalone G., e Aimar S., 2002. Influenza delle reti anti-grandine sulla produzione. Informatore agrario, 28: 39-41.

Quartieri M., Millard P. e Tagliavini M., 2002. Storage and remobilisation of nitrogen by pear (*Pyrus communis* L.) trees affected by timing of N supply. Europ. J. of Agronomy, 17: 105-110.

Quartieri M., Tagliavini M., Marangoni B., Bassi D., Giannini M., Previali A. e Schiavon L., 2007. Portinnesti clonali di pero eredi ideali del cotogno. L'informatore agrario, 19: 42-48.

Sánchez E.E., 2002. Nitrogen nutrition in pear orchards. Acta Hort., 596: 653-657.

Sansavini S., Neri D., Grandi M. e Lane D., 1986a. Confronto fra portinnesti nanizzanti e alberi micropropagati di pero. Frutticoltura, 1: 23-30.

Sansavini S., 2002. Pear fruiting-branch models related to yield control and pruning. Acta Hort., 596: 627-633.

Sansavini S., Corelli L. e Ragazzini D., 1986b. Influenza di gibberelline A3 e A4+7 e di altri alleganti sulla partenocarpia e sulla ritenzione dei frutti del pero "Conference" con impollinazione controllata. Riv. Frutticoltura, 6: 65-81.

Sansavini S. e Musacchi S., 2000. Nuovi impianti di pero: densità, portinnesti e forme d'allevamento. Riv. Frutticoltura, 9: 84-94.

Simard M.H. e Michelesi J.C., 2002. Pyriam: a new pear rootstock. Acta Hort., 596: 351-355.

Smit M., Meintjes J.J., Jacobs G., Stassen P.J.C. e Theron K.I., 2005. Shoot Growth control of pear trees (*Pyrus communis* L.) with prohexadione-calcium. Scientia Hort., 106: 515-529.

Tagliavini M., Quartieri M. e Millard P., 1997. Remobilised nitrogen and root uptake for spring leaf growth, flowers and developing fruits of pears (*Pyrus communis* L.) trees. Plant Soil, 195: 137-142.

Vercammen J. 2005. Financial result of different planting systems for 'Conference' pears. Acta Hort., 671: 471-475.

Vercammen J., Van Daele G. e Gomand A., 2005. Root pruning: a valuable alternative to reduce the growth of 'Conference'. Acta Hort., 671: 533-537.

Vercammen J., Van Daele G. e Gomand A., 2006. La potatura radicale: una valida soluzione per la riduzione della crescita della cv Conference. Italus Hortus, 13 (6): 32-35.

Wertheim S.J., 2002. Rootstocks for European pear: a review. Acta Hort., 596: 299-309.

Wojcik P. e Wojcik M., 2003. Effects of boron fertilization on Conference pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storability. Plant and soil, 256: 413-421.

Yarushnykov V.V. e Blanke M.M., 2005. Allevia-

