Gentile Lettore,

si conclude con questo numero la programmazione 2010 del "Notiziario tecnico" edito dal Centro Ricerche Produzioni Vegetali con l'obiettivo di fornire informazioni puntuali ed esaustive sulle più recenti acquisizioni della Ricerca e della Sperimentazione.
Ringraziandovi ancora una volta per l'attenzione dimostrata si da appuntamento al 2011 con nuove pubblicazioni di sicuro interesse.
Le singole copie sono acquistabili presso il Crpv tramite bollettino postale o bonifico bancario oppure in occasione delle iniziative organizzate dallo stesso Crpv.
L'abbonamento ha i seguenti costi:

- ***€ 10,00*** *in Emilia-Romagna;*
- ***€ 30,00*** *fuori regione.*

Per i funzionari dei Servizi regionali e i soggetti espressione della base sociale del Crpv l'abbonamento è gratuito.
I pagamenti possono essere eseguiti utilizzando un bollettino di conto corrente postale (n. 10394476), specificando la causale del versamento e l'indirizzo presso cui si desidera ricevere la corrispondenza.
Le ***copie arretrate*** *della rivista, se disponibili, potranno essere richieste al prezzo di* ***€ 16,00*** *comprensivo delle spese di spedizione postale.*
Il Notiziario Tecnico è inoltre acquistabile direttamente sul portale Crpv (www.crpv.it) nella pagina dedicata al CRPV Shop.

Comitato di redazione:
Alvaro Crociani, Daniele Missere, Mario Savorelli.

Pubblicazione realizzata con il contributo della Regione Emilia-Romagna ai sensi della L.R. 28/98 e successive modifiche.

Premessa

Daniele Missere
Centro Ricerche Produzioni Vegetali

L'Emilia-Romagna è considerata la culla europea della produzione di pere, in quanto vanta il primato di coltivare oltre il 65% delle pere italiane, vale a dire circa 600.000 tonnellate. Tale contesto presenta inscindibili valori di carattere economico, sociale e di promozione dell'immagine, tanto da elevare questo frutto a prodotto a marchio IGP "Pera dell'Emilia-Romagna".
Questo scenario, tuttavia, non è indenne da possibili rischi di mercato. Le esportazioni a livello nazionale, oscillanti tra le 120.000 e le 180.000 tonnellate a seconda del livello produttivo, da qualche anno risultano sostanzialmente stabili, a fronte di una preoccupante crescita delle importazioni, che negli ultimi 10 anni sono salite da circa 97.000 t (anno 2000) alle oltre 124.000 t del 2009. Si segnala, inoltre, una forte concentrazione dell'offerta regionale di pere (circa il 63%) in sole due varietà: William che detiene il 23% e Abate Fetel che raggiunge il 40%.
In tale contesto, il Centro Ricerche Produzioni Vegetali, grazie al finanziamento congiunto della Regione Emilia-Romagna, delle Province di Modena, Ferrara, Bologna e Ravenna e delle OP ortofrutticole che aderiscono alla propria base sociale, ha coordinato nel triennio 2007-2009 il Progetto integrato per il sostegno della filiera pero in Emilia-Romagna.
Il progetto "Filiera Pero" si pone come obiettivo generale quello di sostenere la pericoltura regionale indirizzando la ricerca e sperimentazione, in una logica, appunto, di "filiera" (produzione, distribuzione, mercato), verso traguardi tesi a elevare la qualità globale della produzione emiliano-romagnola.
Le azioni di ricerca attuate nell'ambito del progetto vanno dalla vocazionalità del territorio regionale alla coltivazione del pero, alle ricerche sul post-raccolta, passando per la messa a punto delle tecniche colturali (scelta del portinnesto, sistemi d'impianto, nutrizione e irrigazione delle piante), fino al

Unità operative	Vocazionalità	Portinnesti	Impiantistica	Irrigazione	Clorosi ferrica	Maturazione	Riscaldo	Qualità
ASTRA Innovazione e Sviluppo		■	■					■
Az. Sper. M. Marani		■						
Centro Studi Aziendali per lo Sviluppo Agricolo (oggi CRPV)			■					
CER Canale Emiliano Romagnolo				■				
Cooperativa I.TER	■							
Di.Pro.Val. Criof - Università di Bologna						■	■	
Dip. Colture Arboree - Università di Bologna			■		■			
Fondazione per l'Agricoltura F.lli Navarra			■					
IBIMET - CNR								■

Tab. 1 – Partnership del Progetto Filiera Pero

monitoraggio della qualità organolettica del prodotto a marchio IGP.

La partnership (tabella 1) è stata costituita prevedendo un'unica regia (il CRPV) capace di garantire le necessarie integrazioni e sinergie tra le attività condotte dai diversi soggetti interessati (università, centri di ricerca, aziende sperimentali, organizzazioni di produttori, GDO, ecc.), riconducendole a un comune obiettivo finale di massima efficienza e competitività della pericoltura emiliano-romagnola.

I principali risultati ottenuti nel corso del progetto possono essere così riassunti:

- validazione della cartografia delle limitazioni pedologiche dei principali portinnesti del pero, per le principali aree di coltivazione;
- indicazioni sui portinnesti da adottare nelle diverse situazioni pedologiche e impiantistiche, compreso quelle che esaltano la clorosi ferrica;
- linee guida sulle tecniche agronomiche da adottare negli impianti a bassa, media e alta densità e informazioni sulla loro convenienza economica;
- indicazioni sulla risposta qualitativa, quantitativa e vegetativa alla gestione irrigua a SIC (stress idrico controllato) e informazioni sull'applicabilità delle tecniche ADI (areated drip irrigation);
- linee tecniche di difesa post-raccolta finalizzate alla prevenzione del riscaldo superficiale;
- profili sensoriali e note sintetiche di valutazione qualitativa relativamente alle principali varietà di pere a marchio IGP.

Conoscere i suoli per una migliore pericoltura

Carla Scotti
ITER soc. coop.

La conoscenza dei suoli

La Regione Emilia-Romagna è da sempre impegnata nello studio dei suoli del proprio territorio e nell'applicazione delle informazioni relative a sostegno del settore agro-ambientale. Le carte dei suoli e le valutazioni a esse correlate sono diffuse in primo luogo attraverso internet.

Il portale agricolo regionale www.ermesagricoltura.it consente l'accesso al Catalogo e alla Carta dei Suoli della pianura emiliano romagnola per conoscere la distribuzione dei suoli nel territorio e le varie componenti pedologiche (es. tessitura, drenaggio, calcare) che possono influire sulla gestione agronomica e la crescita delle piante. La descrizione delle caratteristiche dei suoli può fornire, ad esempio, informazioni utili per migliorare la coltivazione del pero. Infatti, conoscendo il tipo di terreno si possono scegliere i portinnesti più adatti e individuare le tecniche di gestione agronomica più idonee.

Carte dei suoli applicate alla pericoltura

Un metodo di lavoro partecipativo che ha coinvolto pedologi ed esperti in pericoltura ha permesso la realizzazione delle "Carte delle limitazioni pedologiche alla crescita dei principali portinnesti di pero" che corredano il Catalogo dei suoli.

Un gruppo interdisciplinare composto dai pedologi di I.TER, dagli esperti della Regione Emilia-Romagna, dai ricercatori e sperimentatori di ASTRA, del CRPV e dell'Uni-

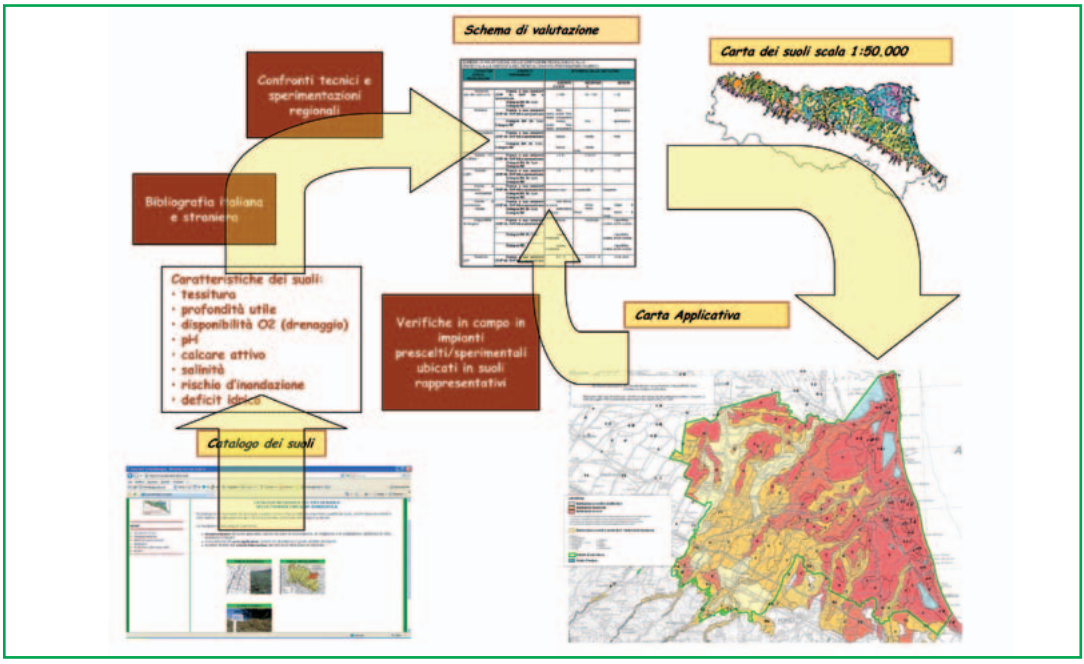


Fig. 1 Metodo di lavoro

versità di Bologna, e dai tecnici che operano nel campo dell'assistenza ai produttori di pere ha condiviso le conoscenze di ciascuno per ottenere un prodotto finale, così come illustrato dalla Fig. 1.
L'interscambio e il confronto tra i vari esperti ha portato alla definizione di uno schema di valutazione che correla le esigenze edafiche dei principali portinnesti del pero con le classi potenziali di crescita.

I valori soglia utilizzati nello schema sono stati "condivisi" dal gruppo di lavoro visitando impianti di pero in cui si sono osservate le caratteristiche del suolo in relazione con lo stato vegeto-produttivo delle piante.
Le tre classi d'intensità delle limitazioni si riferiscono a suoli gestiti secondo criteri agronomici sostenibili.
L'applicazione dello schema di valutazione alle informazioni della Carta dei suoli ha permesso la realizzazione delle "Carte delle limitazioni pedologiche alla crescita dei principali portinnesti di pero" per il territorio di pianura delle province dell'Emilia-Romagna in cui è sviluppata la pericoltura (Ferrara, Ravenna, Bologna, Modena e Reggio Emilia). Tali Carte riportano le aree di suolo con tre colori diversi secondo le classi delle limitazioni pedologiche individuate nello schema di valutazione:

SCHEMA DI VALUTAZIONE DELLE LIMITAZIONI PEDOLOGICHE ALLA CRESCITA DEL PERO SU DIVERSI PORTINNESTI

CARATTERISTICHE PEDOLOGICHE	GRUPPI DI PORTINNESTI	INTENSITA' DELLE LIMITAZIONI		
		ASSENTI o LIEVI	MODERATE	SEVERE
Profondità utile alle radici (cm)	Franco e sue selezioni (OHF 40, OHF 69) e autoradicato, Cotogno BA29, Sydo, Cotogno MC	> 100	50 - 100	< 50
Tessitura	Franco e sue selezioni (OHF 40, OHF 69) e autoradicato	fine, media, moderatamente fine, moderatamente grossolana		grossolana
	Cotogno BA29, Sydo Cotogno MC	media, moderatamente fine, moderatamente grossolana	fine	grossolana
Fessurazione	Franco e sue selezioni (OHF 40, OHF 69) e autoradicato	bassa media, forte		
	Cotogno BA29, Sydo, Cotogno MC	bassa	media, forte	
Salinità (EC 1:5 dS/m)	Franco e sue selezioni (OHF 40, OHF 69) e autoradicato, Cotogno BA29, Sydo, Cotogno MC	< 0.4	0.4 - 0.8	> 0.8
Sodicità (ESP)	Franco e sue selezioni (OHF 40, OHF 69) e autoradicato, Cotogno BA29, Sydo, Cotogno MC	< 8	8 - 10	> 10
Rischio inondazione: -Inondabilità	Franco e sue selezioni (OHF 40, OHF 69) e autoradicato, Cotogno BA29, Sydo, Cotogno MC	nessuno o raro	occasionale	frequente
Disponibilità ossigeno	Franco e sue selezioni (OHF 40, OHF 69) e autoradicato, Cotogno BA29, Sydo, Cotogno MC	buona, moderata		imperfetta, scarsa, molto scarsa
Reazione (pH)	Franco e sue selezioni (OHF 40, OHF 69) e autoradicato	6,5 - 8	5,4 - 6,5; 8 - 8,8	< 5,4; > 8,8
	Cotogno BA29, Sydo, Cotogno MC	6,5 - 7,5	5,4 - 6,5; 7,5 - 8,8	< 5,4; > 8,8
Calcare attivo (%)	Franco e sue selezioni (OHF 40, OHF 69) e autoradicato	< 10	10 - 12	> 12
	Cotogno BA29, Sydo	< 5	5 - 8	> 8
	Cotogno MC	< 4	4 - 6	> 6

- limitazioni assenti o lievi: colore giallo;
- limitazioni moderate: colore arancione;
- limitazioni severe: colore rosso.

Le zone del territorio attribuite alle due classi meno favorevoli sono contraddistinte, inoltre, dalla sigla relativa ai caratteri limitanti individuati.

I caratteri del suolo che influenzano la crescita del pero

Prima di realizzare un impianto di pero o comunque per conoscere il suolo in un impianto già in essere è indispensabile verificare in campo le caratteristiche dei suoli fino ad almeno 120 cm di profondità, tramite carotaggi con trivella. I caratteri che si possono rilevare direttamente in campo e che maggiormente influenzano la crescita del pero sono di seguito descritti.

- **Tessitura:** il terreno è composto da granuli minerali di diverse dimensioni: sabbia, limo e argilla. Attraverso la sensibilità tattile un esperto del suolo è in grado di valutare la presenza di queste componenti con un margine di errore medio del 5%. Infatti il limo dà una sensazione saponosa e scivolosa. La sabbia si rileva grazie alla sensazione di smeriglio tra le dita. L'argilla, nelle condizioni ottimali di umidità si lavora mantenendo la forma data, invece se è molto umida si presenta adesiva. I suoli maggiormente idonei per la crescita del pero sono quelli a medio impasto; i portinnesti franchi autoradicati di pero riescono a raggiungere produzioni discrete anche in suoli con argilla superiore al 40 %, purchè la gestione agronomica sia attenta a favorire lo sgrondo delle acque. Al contrario i cotogni vegetano con difficoltà nei medesimi suoli argillosi.
- **Fessurabilità dei suoli:** nelle stagioni piovose l'argilla, che trattiene l'acqua, aumen-

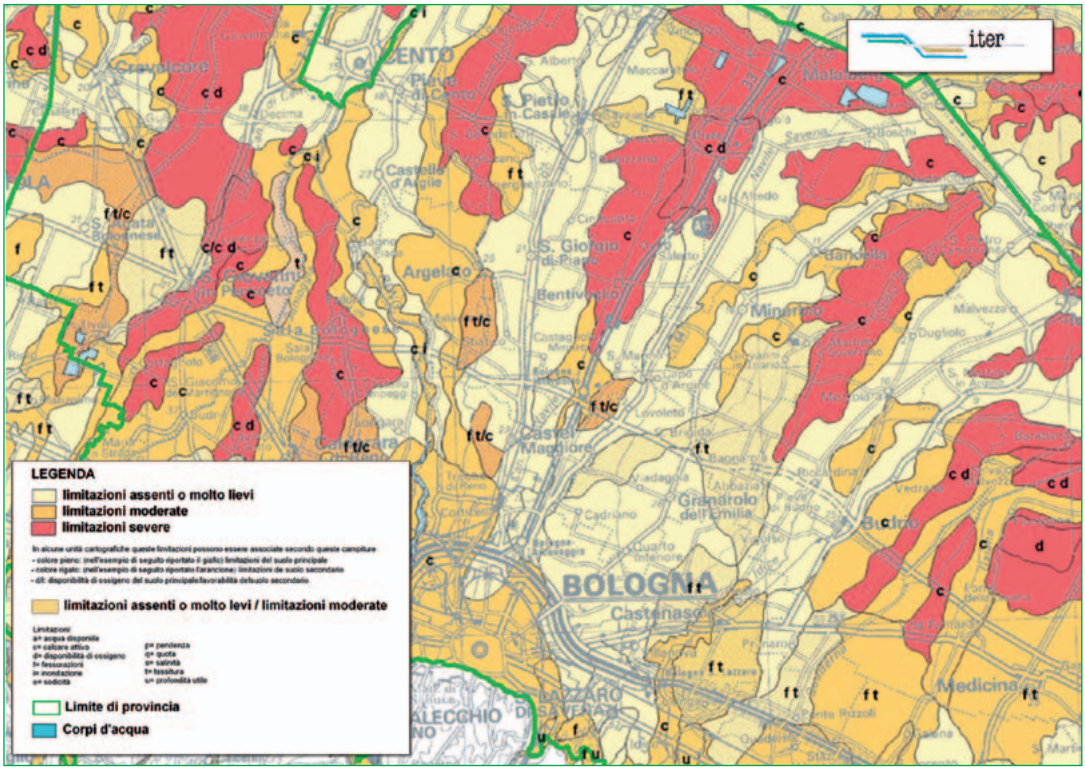


Fig 2 Estratto della "Carta delle limitazioni pedologiche alla crescita del pero sul portinnesto Cotogno BA29, Sydo innestati con Abate e Conference"

ta di volume, causando evidenti problemi di ristagno idrico; con il caldo estivo, invece, l'argilla si secca e nel terreno con elevati contenuti (40-50%) di argilla espandibile tendono a formarsi crepe larghe fino a 10 cm e profonde fino a 90 cm. Le crepe limitano lo sviluppo delle piante poiché causano la rottura delle radici fini.

- Presenza di ristagno d'acqua: si può rilevare osservando i colori degli aggregati di terreno. Le variazioni del colore sono dovute alla presenza di ferro, che conferisce colori rossastri in condizioni di buona areazione, o colori grigi quando prevale la presenza di acqua. Per stimare la presenza di ristagni idrici si valuta quindi l'estensione e la profondità in cui si rilevano zone di colore grigio (vedi glossario: disponibilità di ossigeno). I principali portinnesti del pero crescono bene nei suoli ben drenati o con falda acquifera stagionale presente tra i 90 - 120 cm di profondità. Nei suoli con problemi evidenti di ristagno entro 50-70 cm è sconsigliabile la coltivazione del pero. È utile conoscere l'andamento stagionale della falda, quando presente, con opportune misure piezometriche o freatimetriche. Infatti se la falda presenta un livello prevalente costante, le radici non si approfondiscono oltre la falda e la pianta raggiunge un suo equilibrio di crescita; ma se la falda è caratterizzata da accentuate fluttuazioni stagionali, alcune radici si ritrovano, quando la falda risale, immerse nell'acqua determinando sofferenza a tutta la pianta.

- Contenuto in calcare totale: utilizzando una soluzione di acido cloridrico diluito al 10% e versandone alcune gocce su un campione di suolo, e' possibile determinare il contenuto di calcare totale in base al grado di effervescenza. Se non c'è effervescenza significa che il contenuto in calcare è assente; all'aumentare dell'effervescenza (numero e dimensione delle bolle) maggiore è il contenuto di calcare totale. Un elevato contenuto di calcare può condizionare la crescita delle piante, causando difficoltà nutrizionali e il conseguente ingiallimento delle foglie.

- Contenuto in calcare attivo: esso rappresenta la percentuale dei carbonati finemente suddivisi e facilmente solubilizzabili; è quindi una porzione del calcare totale. La determinazione può essere fatta solo con analisi di laboratorio. Chiaramente è inutile eseguire l'analisi del calcare attivo nei campioni di terreno in cui non si esprime effervescenza all' acido cloridrico (calcare totale assente). Nel caso dei suoli che reagiscono con violenta effervescenza (comuni bolle di dimensioni maggiori a 3 mm) è invece necessaria l'analisi del contenuto in calcare attivo in quanto i portinnesti franchi autoradicati crescono bene fino a contenuti del 10% mentre i cotogni sono sensibili a contenuti maggiori del 4-5%.

- pH: è possibile determinare il pH in campo utilizzando un indicatore universale e versandone alcune gocce su un campione di terreno, posto in una vaschetta di porcellana; si determina in funzione della variazione cromatica che l'indicatore raggiunge a contatto con la terra. Il pH si determina anche con analisi chimiche. Terreni molto alcalini, con pH elevato (superiori ad 8) inibiscono l'assorbimento del Ferro da parte della pianta con il conseguente ingiallimento delle foglie.

Lo studio dei suoli nel progetto "Filiera pero"

I.TER ha collaborato nella scelta e caratterizzazione pedologica dei siti sperimentali, scelti grazie alla collaborazione tra pedologi e ricercatori in modo che le sperimentazioni fossero svolte in suoli conosciuti, rappresentativi e ben diffusi nel territorio regionale. Ciò ha permesso di estendere i dati ottenuti nelle prove sperimentali utilizzando la Carta dei Suoli della pianura emiliano romagnola[1]. Infatti, si è considerato che le conoscenze ottenute sono estendibili a tutte le aree cartografate con suoli simili a quelli in cui è avvenuta la sperimentazione. Inoltre la conoscenza del suolo presente nell'appezzamento in sperimentazione ha consentito una ulteriore validazione delle "Carte delle limitazioni pedologiche alla crescita dei principali portinnesti di pero" e la possibilità di iniziare a correlare i dati sperimentali, relativi alla risposta qualitativa del prodotto, anche ai dati pedologici.

Sono stati realizzati i rilievi pedologici in 11 appezzamenti sperimentali distribuiti nelle province di Modena, Ravenna, Ferrara, e Bologna.

In ciascun sito sperimentale è stato eseguito un rilevamento pedologico con l'obiettivo di conoscere i suoli e la loro distribuzione tramite trivellate, fino alla profondità di 120 cm, realizzate con trivella di tipo "olandese", per verificare la variabilità areale del suolo. In totale si sono eseguite 83 trivellate. Le osservazioni sono state realizzate secondo le modalità indicate nella Normativa Tecnica Generale per la realizzazione della seconda approssimazione della Carta dei Suoli Regionale in scala 1:50.000 - ed. giugno 2002 - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna.

I suoli rilevati sono stati ricollegati al Catalogo Regionale dei Tipi di Suolo della Pianura Emiliano-Romagnola, relativo alla Carta dei Suoli Regionale in scala 1:50.000 edizione 2005 (www.ermesagricoltura.it)

Per ciascuna trivellata sono stati rilevati i seguenti caratteri

- spessore degli orizzonti;
- colori della matrice e delle screziature;
- tessitura (stima delle frazioni <2μ; 50-100μ; 100-2000μ e/o delle classi fondamentali USDA);
- effervescenza all'acido cloridrico in soluzione acquosa al 10%;
- presenza di concentrazioni;
- presenza di frammenti rocciosi di dimensioni >2 mm (scheletro).

Nel sito sperimentale codificato I1 non si sono svolti nuovi rilievi pedologici ma si è fatto riferimento ai rilievi già esistenti in virtù della "Certificazione dei siti oggetto di studio della falda nella Provincia di Bologna - settore orientale" realizzata alcuni anni orsono.

Carta della rappresentatività dei siti sperimentali

L'integrazione dei risultati sperimentali con i rilievi pedologici ha consentito di condividere ulteriormente i caratteri dei suoli che maggiormente influenzano la crescita del pero. La "Carta della rappresentatività dei siti sperimentali" illustra i macro ambienti pedologici interessati dalle prove sperimentali del progetto "Filiera pero". In essa sono state colorate quindi le "Terre" (insieme di Unità Cartografiche) in cui sono collocati i "siti sperimentali" e per le quali è possibile estendere, con prudenza e ragionevolezza, le conoscenze derivate dalle sperimentazioni. Ne emerge quindi un'indicazione territoriale parziale, ma al contempo efficace, delle potenzialità del territorio studiato, perché legata soprattutto ai territori storicamente coltivati a pero, dove la pericoltura è da sempre una risorsa importante.

Nella Carta allegata sono colorate le tre Terre rappresentative dei "siti sperimentali".

La descrizione delle Terre comprende:

- **Ambiente:** descrizione dell'ambiente;
- **Suoli:** le principali caratteristiche dei tipi di suolo afferenti alla Terra;
- **Considerazioni inerenti la gestione agro-ambientale;** elaborate dal Catalogo dei suoli della pianura emiliano-

[1] *Carta dei suoli della pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000 realizzata dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna (www.regione.emilia-romagna/cartpedo)*

romagnola[2]

- **Considerazioni per la coltivazione del pero:** prime indicazioni desunte dall'elaborazione dei dati sperimentali e dalle considerazioni formulate dai pedologi insieme ai ricercatori esperti di pero che hanno operato nel progetto "Filiera pero".

Per ciascuna Terra è evidenziata la localizzazione dei siti sperimentali del progetto "Filiera Pero".

La definizione dei termini descrittivi tecnici è riportata nel **glossario**.

Conclusioni

In conclusione queste esperienze di lavoro hanno permesso l'individuazione, per aree territoriali, delle risposte potenziali di crescita e produttività del pero in funzione dei principali portinnesti e varietà utilizzati in regione. Il lavoro partecipativo e interdisciplinare ha consentito di:

- approfondire le conoscenze sui caratteri dei suoli che maggiormente influenzano la crescita della coltura del pero (es. calcare attivo/clorosi ferrica);
- condividere la localizzazione di siti sperimentali in appezzamenti caratterizzati da suoli rappresentativi e diffusi nel territorio regionale;
- mettere in comune le esperienze e le informazioni disponibili per iniziare a correlare le informazioni sul suolo alla risposta degli impianti produttivi.

I passi successivi da perseguire per migliorare e approfondire questo processo di lavoro sono:

- diffondere le informazioni in modo che tecnici e agricoltori realizzino nuovi impianti in condizioni pedologiche ottimali e con l'utilizzo di portinnesti idonei;
- valorizzare il prodotto 'Pera IGP' dell'Emilia-Romagna, divulgando le relative conoscenze anche ai consumatori in modo da consolidare la consapevolezza del legame tra territorio e prodotto.

Ringraziamenti

Si ringraziano per il contributo fornito: il dott. Giampaolo Sarno del Servizio Sviluppo Agroalimentare della Regione Emilia-Romagna e il dott. Stefano Raimondi I.TER Soc. Coop.

[2] *Catalogo dei suoli della pianura emiliano-romagnola in scala 1:50.000, edizione 2005 realizzata dal Servizio Sviluppo Sistema Agro-alimentare, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli e I.TER, consultabile in www.ermesagricoltura.it*

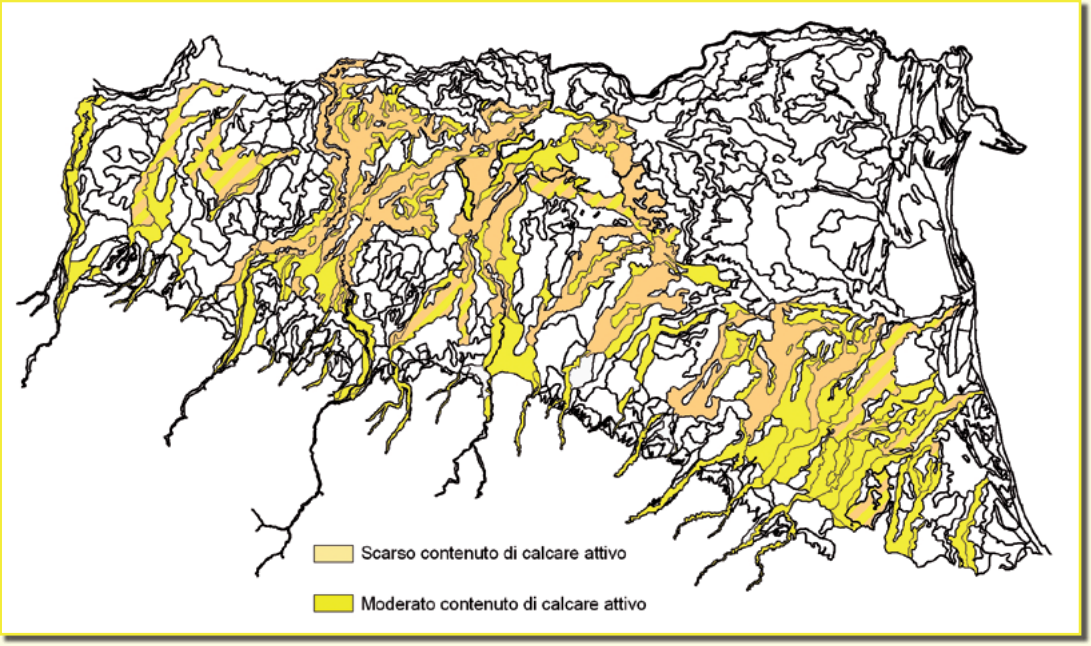
Terre calcaree dei dossi fluviali

Ambiente
Aree morfologicamente rilevate (dossi fluviali) della pianura alluvionale con pendenza che varia da 0,1 a 0,5%.
Le quote sono generalmente comprese tra 35 e 70 m s.l.m.
L'uso attuale del suolo è prevalentemente di tipo agricolo, con cerealicoltura, foraggicoltura e colture specializzate intensive (vigneti, frutteti, orti).

Suoli
Sono pianeggianti e si sono formati in sedimenti fluviali a tessitura media, solitamente organizzati in strati o laminazioni, la cui deposizione è imputabile agli eventi alluvionali dell'ultimo millennio. Sono molto profondi, a tessitura media o moderatamente fine, calcarei, moderatamente alcalini, e presentano una buona disponibilità di ossigeno cioè non presentano condizioni di saturazione idrica (ristagni idrici nel suolo) dannose per le colture agricole.
I suoli si possono distinguere in funzione del contenuto di calcare attivo:
- Suoli con moderato contenuto di calcare attivo (variabile tra 6-9%);
- Suoli con scarso contenuto di calcare attivo (variabile tra 4-6%).

Considerazioni agronomiche
I suoli non presentano particolari problematiche di gestione agronomica. La posizione rilevata rispetto alle aree circostanti della pianura e la tessitura media favoriscono il deflusso naturale delle acque meteoriche. L'esecuzione delle lavorazioni è agevole.
Offrono un elevato spessore, sono dotati di buona fertilità naturale ed elevata capacità in acqua disponibile, non presentano restrizioni significative all'approfondimento e all'esplorazione radicale.
I suoli hanno un contenuto variabile di calcare attivo che, in caso di valori elevati, può influenzare la crescita e lo sviluppo vegetativo del pero.

Considerazioni per la coltivazione del pero
I suoli consentono al pero una buona potenzialità produttiva, con soddisfacenti livelli qualitativi. Le piante possono manifestare un elevato vigore per cui possono rendersi necessari interventi di contenimento mirati (es. potature). Nei suoli a scarso contenuto di calcare attivo è possibile ricorrere alle diverse



combinazioni di innesto, compreso l'uso dei cotogni. Nei suoli a moderato contenuto di calcare attivo è necessario, nell'uso di Cotogni, verificare il contenuto di calcare attivo che, se elevato, può indurre sintomi di clorosi ferrica; si sconsiglia vivamente l'uso di portinnesti nanizzanti tipo Cotogno MC.

Suoli afferenti:
BEL1, BOG1, FSL1,LAM, SEC1, SCN1, SMB1, SMB2, VIL1, VIL2.

Unità Cartografiche afferenti:
BEL1, BEL1/BOG1, BEL1-BOG1, BEL1/LAM, BOG1, SEC1/VIL2/SMB1, SCN1, SMB1, SMB2, SMB1/SMB2, SMB1 o SMB2, SMB1-SEC1, SMB1/SEC1, SMB1-VIL2, VIL2, VIL2/SMB1/FSL1, VIL1/VIL2.

Siti sperimentali localizzati in queste Terre:

Suoli con moderato contenuto di calcare attivo						
Sigla Sito	Località	Prov.	Unità Cartografica Carta dei suoli	Suoli rilevati e attribuiti	Portinnesti	Sperimentazione
C1	Massa Lombarda	RA	VIL1/VIL2	SMB2	Cotogno BA29	Prove di irrigazione clorosi ferrica
F3	Bagnacavallo	RA	VIL0-SMB1	VIL2, SMB1	Autoradicato	Prove forme di allevamento

Suoli con scarso contenuto di calcare attivo						
Sigla Sito	Località	Prov.	Unità Cartografica Carta dei suoli	Suoli rilevati e attribuiti	Portinnesti	Sperimentazione
F1	Ravarino	MO	SMB1	SMB1, SMB2	Farold® 69	Prove forme di allevamento
F2	Ravarino	MO	SMB1	SMB1, SMB2	Autoradicato	Prove forme di allevamento
I1	Mezzolara	BO	SMB1-SEC1	SEC1	Cotogno BA29	Prove di irrigazione

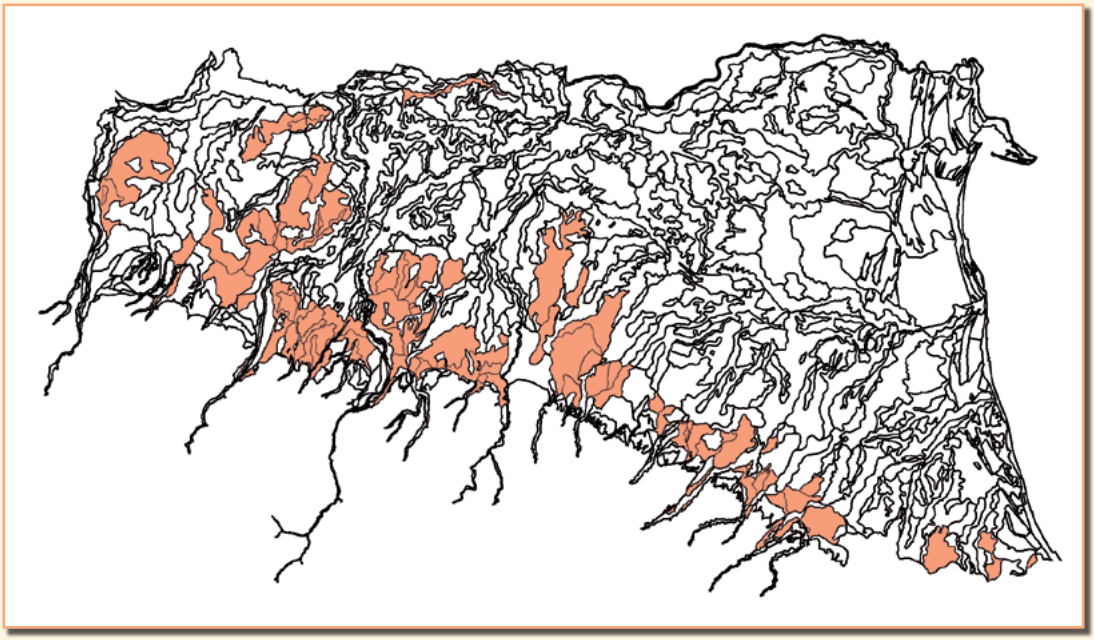
Terre parzialmente decarbonatate della pianura pedemontana

Ambiente
Antiche aree di pianura pedemontana, con pendenza che varia tipicamente da 0,2 a 1%; debolmente incise da corsi d'acqua appenninici di minore entità; tali aree conservano localmente tracce del reticolo centuriale romano.
Le quote sono tipicamente comprese fra 27 e 90 m s.l.m.
L'uso agricolo del suolo è in prevalenza a seminativo semplice, vigneto e frutteto.

Suoli
Sono pianeggianti e si sono formati in sedimenti fluviali a tessitura media, la cui deposizione si ritiene risalga ad alcune migliaia di anni fa. Sono molto profondi, a tessitura media, da scarsamente a moderatamente calcarei nell'orizzonte lavorato e molto o fortemente calcarei negli orizzonti profondi, da neutri o debolmente alcalini a moderatamente alcalini. Presentano una buona disponibilità di ossigeno cioè non presentano condizioni di saturazione idrica (ristagni idrici nel suolo) dannose per le colture agricole.

Considerazioni agronomiche
Generalmente non necessitano di opere di regimazione idraulica, né di lavorazioni atte a favorire il deflusso delle acque (baulature, drenaggi subsuperficiali temporanei).
Sono caratterizzati da un elevato spessore, dotato di buona fertilità naturale ed elevata capacità in acqua disponibile per le piante, privo di restrizioni significative all'approfondimento e all'esplorazione radicale.

Considerazioni per la coltivazione del pero
I suoli consentono al pero una buona potenzialità produttiva, con soddisfacenti livelli qualitativi. Le piante possono manifestare un elevato vigore per cui possono rendersi necessari interventi di contenimento mirati (es. potature).
E possibile ricorrere alle diverse combinazioni di innesto compreso l'uso dei cotogni.



Suoli afferenti:
CTL1, CTL3, CTL4, CTL5, CTL6, CTL7, MON1, MON2, PTR2, REM1, SGR2, TEG1, TEG2, TIE1, TIE2.

Unità Cartografiche afferenti:
CTL1, CTL1/CTL3, CTL3, CTL4, CTL5, CTL7, CTL7/CTL6, MON1, MON2, PTR2, REM1, SGR2, TEG1, TEG1-CTL5, TEG2, TEG2/TEG1, TIE1, TIE2.

Siti sperimentali localizzati in queste Terre:

Sigla Sito	Località	Prov.	Unità Cartografica Carta dei suoli	Suoli rilevati e attribuiti	Portinnesti	Sperimentazione
P1	Castelfranco Emilia	MO	CTL4	CTL4, CTL5, SGR4, MDC4	Farold® 40 - Cotogno BA29, Sydo®, Cotogno MH	Prove di portinnesti
P2	Cadriano	BO	TEG2/TEG1	TEG2	Franchi selezione DCA Università di Bologna, Farold® 40, , Cotogno MC, Sydo®, Cotogno BA29	Prove di portinnesti

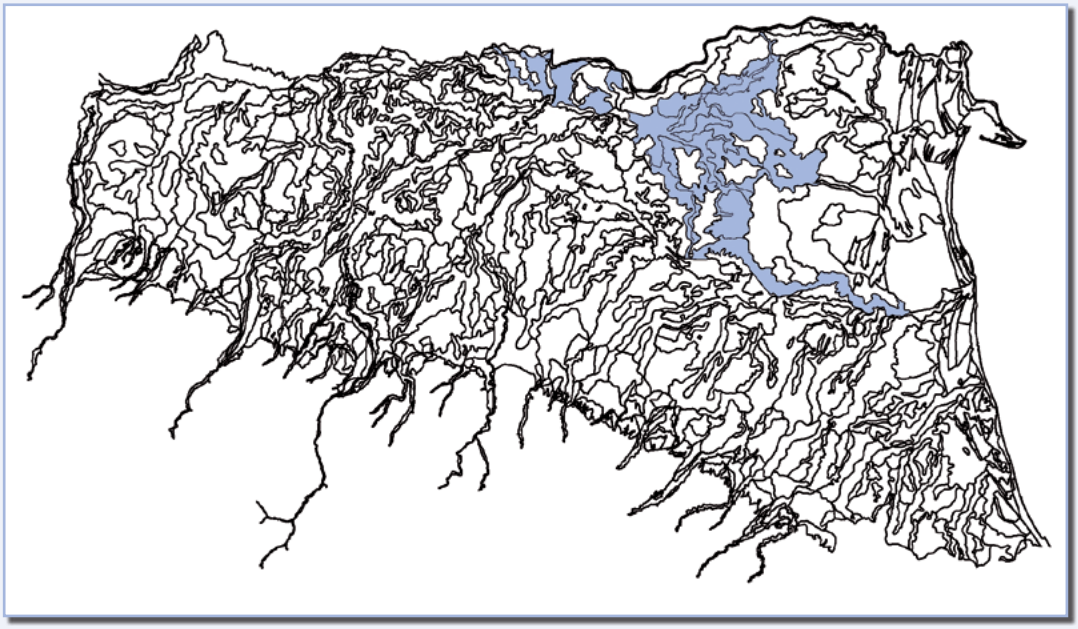
Terre dei dossi abbandonati del Fiume Po

Ambiente
Aree di argine naturale ampie e debolmente rilevate (dossi fluviali) relative al complesso di rami distributori meridionali del delta padano gradualmente abbandonati dal fiume Po nel corso dei secoli.
La pendenza varia tipicamente tra 0,05 e 0,2%.
Le quote sono tipicamente comprese fra 1 e 5 m.
L'uso agricolo prevalente è a frutteto e seminativo.

Suoli
Sono pianeggianti e si sono formati in sedimenti alluvionali calcarei, a tessitura media o moderatamente fine e talvolta moderatamente grossolana. Sono molto profondi, a tessitura media o moderatamente fine, molto calcarei, moderatamente alcalini. Presentano una moderata disponibilità di ossigeno; cioè possono presentare condizioni di saturazione idrica (ristagni idrici nel suolo) per alcuni periodi dell'anno.

Considerazioni agronomiche
Le difficoltà di drenaggio rendono necessaria l'adozione di un'efficiente rete scolante o drenaggi interrati con interasse di circa 10 m per l'allontanamento delle acque in eccesso. Nelle stagioni piovose questi suoli possono avere problemi di percorribilità con mezzi meccanici a causa della permeabilità media dei suoli. Offrono comunque un elevato spessore, e sono dotati di buona fertilità naturale ed elevata capacità in acqua disponibile per le piante, non presentano restrizioni significative all'approfondimento e all'esplorazione radicale.

Considerazioni per la coltivazione del pero
La crescita delle colture arboree più sensibili può essere limitata a causa della disponibilità di ossigeno, del calcare attivo e della fessurabilità.
È necessario pertanto orientare la scelta dei portinnesti verso quelli con maggiore resistenza al calcare attivo o agli eccessi di umidità nel suolo.
Gli apparati radicali più superficiali possono essere danneggiati dal ristagno idrico superficiale e dalla fessurabilità dei suoli.



Suoli afferenti:
BAU1, BAU1/VOL1, BAU4, BOC1-BAU1, VOL1/BOC1

Unità Cartografiche afferenti
BAU1, BAU1/VOL1, BAU4, BOC1-BAU1, VOL1/BOC1

Siti sperimentali localizzati in queste Terre:

Sigla Sito	Località	Prov.	Unità Cartografica Carta dei suoli	Suoli rilevati e attribuiti	Portinnesti	Sperimentazione
F4	Gaibanella	FE	VOL1-BOC1	BOC1, BTR1, BAU4, BAU1	Farold® 40 Farold® 87	Prove forme di allevamento
F5	Monestirolo	FE	BOC1-BAU1	BOC1, BAU4	Sydo®, Farold® 40, Cotogno MC	Prove forme di allevamento
F6	Medelana	FE	BOC1-BAU1	BAU4, VOL1	Sydo®, Cotogni MC, MH e BA29	Prove forme di allevamento
I2	Gaibanella	FE	VOL1-BOC1	BOC1, BTR1, BAU4, BAU1	Farold® 40	Prove di irrigazione

ELENCO SITI SPERIMENTALI PROGETTO CRPV “FILIERA PERO”

Sigla Sito	Località	Prov.	Unità Cartografica Carta dei suoli	Suoli rilevati e attribuiti	Terre	Portinnesti
Siti sperimentali prove forme di allevamento						
F1	Ravarino	MO	SMB1	SMB1, SMB2	Terre calcaree dei dossi fluviali con scarso contenuto di calcare attivo	Farold® 69
F2	Ravarino	MO	SMB1	SMB1, SMB2	Terre calcaree dei dossi fluviali con scarso contenuto di calcare attivo	Autoradicato
F3	Bagnacavallo	RA	VIL0-SMB1	VIL2, SMB1	Terre calcaree dei dossi fluviali con moderato contenuto di calcare attivo	Autoradicato
F4	Gaibanella	FE	VOL1-BOC1	BOC1, BTR1, BAU4, BAU1	Terre dei dossi abbandonati del Fiume Po	Farold® 40, Farold® 87
F5	Monestirolo	FE	BOC1-BAU1	BOC1, BAU4	Terre dei dossi abbandonati del Fiume Po	Sydo®, Farold® 40, Cotogno MC
F6	Medelana	FE	BOC1-BAU1	BAU4, VOL1	Terre dei dossi abbandonati del Fiume Po	Sydo®, Cotogni MC, MH e BA29
Siti sperimentali prove portinnesti						
P1	Castelfranco Emilia	MO	CTL4	CTL4, CTL5, SGR4, MDC4	Terre parzialmente decarbonatate della pianura pedemontana.	Farold® 40, Cotogno BA29, Sydo®, Cotogno MH
P2	Cadriano	BO	TEG2	TEG2	Terre parzialmente decarbonatate della pianura pedemontana.	Franchi selezione DCA Università di Bologna, Farold® 40, Cotogni BA29, MC e Sydo®
Siti sperimentali prove irrigazione						
I1	Mezzolara	BO	SMB1-SEC1	SEC1	Terre calcaree dei dossi fluviali con scarso contenuto di calcare attivo	Cotogno BA29
I2	Gaibanella	FE	VOL1-BOC1	BOC1, BTR1, BAU4, BAU1	Terre dei dossi abbandonati del Fiume Po	Farold® 40
Siti sperimentali prove clorosi ferrica						
C1	Massa Lombarda	RA	VIL1/VIL2	SMB2	Terre calcaree dei dossi fluviali con moderato contenuto di calcare attivo	Cotogno BA29
Altri contributi al progetto						
D1 prove ad alta densità						
D2 prove altissima densità						

Nuovi portinnesti a confronto

Sandro Bolognesi
Azienda Agraria Sperimentale "M. Marani" - Ravenna

Introduzione

La coltura del pero riveste un'importanza strategica per le province orientali dell'Emilia-Romagna.
Mentre dal punto di vista varietale si può parlare di una sostanziale staticità lo stesso non si può dire per quello che riguarda i portinnesti.
I portinnesti più diffusi appartengono al genere Cydonia: BA 29, Sydo® ed EMC sono le selezioni di cotogno con cui vengono realizzati la quasi totalità dei pereti emiliano-romagnoli.
Nel pero, tuttavia, a differenza di quanto avviene per il melo, si sconta l'assenza di un portinnesto "universale", cioè adattabile a qualsivoglia tipologia di terreno e ad ogni varietà, mentre, invece, la redditività della coltura ha portato alla sua diffusione anche su terreni non esattamente vocati alla sua coltivazione e, conseguentemente, ad insuccessi gestionali anche di una certa rilevanza.
L'impiego di portinnesti "franchi" ha rappresentato, per queste realtà, un'alternativa in grado di sopperire alle difficoltà legate alla natura dei terreni.
Tuttavia, se da una parte le selezioni di *Pyrus communis* presentano una maggiore adattabilità, oltreché una migliore affinità con le diverse varietà di pero, dall'altra presentano alcuni svantaggi che ne hanno limitato la diffusione.
Primo fra tutti la durata della fase improduttiva che risulta inevitabilmente più lunga rispetto al cotogno; poi la vigoria che mal si coniuga con l'esigenza di ridurre i tempi (e, quindi, i costi) di gestione della pianta nonché di raccolta.
Il lavoro di selezione ha per-

William su Farold 87

messo di ottenere dei materiali interessanti, caratterizzati da una maggiore omogeneità (anche grazie alla riproduzione per via clonale), da una più precoce entrata in produzione e da un vigore più contenuto.
In modo particolare una certa diffusione l'hanno avuta i portinnesti della serie Farold®, ottenuti dalla selezione di semenzali dell'incrocio Old Home x Farmingdale.
Lo scopo che si prefigge questa attività sperimentale è di indagare ulteriormente materiali già conosciuti e diffusi e di iniziare a valutare nuove proposte sia nell'ambito dei cotogni che dei "franchi".

Materiali e metodi

Sito sperimentale P1

Per effettuare l'attività sperimentale è stato allestito un campo ad hoc presso l'azienda agricola Stanzani di Castelfranco Emilia, in provincia di Modena. Nell'ambito dei cotogni si è scelto di adottare come riferimenti i portinnesti BA 29 e Sydo®; come selezione di recente introduzione da valutare, invece, il portinnesto EMH (QR 193-16), selezionato presso l'Hoticulture Research International di East Malling (Gran Bretagna) ed accreditato di vigoria compresa fra EMC ed EMA, precoce entrata in produzione e migliore adattabilità, rispetto ad EMC, a terreni moderatamente alcalini.
Nell'ambito dei "franchi" la selezione di riferimento è stata Farold 40®, mentre i nuovi materiali da testare sono stati:

Abate su Sydo

Farold 87®: portinnesto ottenuto dalla selezione di semenzali derivanti dall'incrocio Old Home x Farmingdale, in Oregon (USA), considerato il più vigoroso di questo gruppo e, pertanto, potenzialmente adatto per terreni poco fertili;
Pyrodwarf®: franco clonale ottenuto dall'incrocio Old Home x Buona Luisa e selezionato presso Geisnheim Research Institute and Applied University (Germania), potenzialmente interessante per la ridotta vigoria indotta alla pianta;
Pyro® 2-33: franco clonale ottenuto dall'incrocio Old Home x Buona Luisa e selezionato presso Geisnheim Research Institute and Applied University (Germania), a differenza del precedente induce alla pianta una vigoria piuttosto elevata;
Pyriam (OH 11): selezione di *Pyrus communis* ottenuta presso l'Unitè d'Amélioration des Espéces Frutières et Ornamentales della stazione di Angers (Francia), accreditata i una

Abate su EMH

vigoria indotta inferiore a quella di BA29.
Tutte le selezioni sono state innestate sia con la varietà William che Abate Fètel, fatta eccezione per BA 29 che, invece, è stato valutato solo nella combinazione con Abate Fètel per la riconosciuta disaffinità con William.
Il campo è stato messo a dimora nella primavera del 2003; le piante sono state immediatamente intestate al fine di garantire una situazione di partenza quanto più omogenea possibile.
Fanno eccezione a quanto descritto le selezioni Pyro® 2-33 e Pyriam che, invece, a causa del ritardo nella fornitura del materiale, sono state innestate direttamente in campo rispettivamente nel 2005 e nel 2006.
Sono state allestite parcelle di 10 piante ciascuna ed è stato adottato un sesto di impianto di 4,5 metri fra le file e di 1,5 metri fra le piante sulla fila per i portinnesti potenzialmente meno vigorosi (Sydo®, EMH e Pyrodwarf®) e di 2 metri per quelli, invece, di maggior sviluppo (Farold 40®, Farold 87®, BA 29, Pyro® 2-33 ePyriam).
La forma di allevamento applicata è stata la palmetta.
Le parcelle sono state raccolte in blocchi randomizzati per un totale di 4 ripetizioni.
Sono stati previsti ed effettuati sia rilievi di tipo vegetativo che rilievi di tipo produttivo e pomologico;
sono state, inoltre, effettuate analisi di laboratorio sul prodotto volte a determinare durezza, acidità, pH ed RSR.

Risultati

William: aspetti vegeto-produttivi

Per quanto riguarda le combinazioni con William da rilevare la vigoria elevata indotta da Farold® 87; mediamente vigorose le combinazioni con Farold®40 e Pyrodwarf, leggermente superiore a quella di EMH.
Decisamente meno vigorosa, invece, la combinazione con Sydo®, del tutto analoga agli innesti su Pyro® 2-33 e Pyriam, che, però, hanno rispettivamente 2 e 3 anni in meno delle altre combinazioni di innesto.
Sintomi di clorosi si sono manifestati in cotogno Sydo® dove si è notata la presenza di alcune piante sofferenti.
Dal punto di vista produttivo molto interessanti i risultati di William su Farold® 87; interessanti quelli su Pyrodwarf ed EMH.

Per tutte queste combinazioni, tuttavia, il peso medio dei frutti non risulta del tutto soddisfacente. Inferiori le produzioni sia di William innestato su Sydo® e su Farold®40; migliore, tuttavia, rispetto alle combinazioni precedenti, il peso medio del frutto.
Di difficile valutazione, invece, i risultati delle combinazioni con Pyro® 2-33 e Pyriam, alle prime fruttificazioni e con piante ancora lontane dal raggiungere un sufficiente equilibrio vegeto-produttivo.

Abate Fètel: aspetti vegeto-produttivi

Anche per la cultivar Abate Fetel si segnala la vigoria relativamente contenuta della combinazione con Pyrodwarf e quella medio-elevata della combinazione con Farold®; tutte queste combinazioni hanno indotto una maggiore vigoria rispetto a quelle con i cotogni.
Tra i cotogni EMH si conferma meno vigoroso del cotogno Sydo®, mentre BA 29 è risultato quello a maggior grado di vigoria.

William su Sydo

La precocità di entrata in produzione dei portinnesti cotogni rispetto ai franchi è risultata evidente, sin dalla prima produzione, per EMH e Sydo® rispetto ai portinnesti della serie Farold® e, a partire dal secondo anno di produzione, anche nei confronti di Pirodwarf.
La produzione cumulata dei quattro anni di valutazione ha comunque evidenziato il superiore potenziale produttivo dei cotogni, con un gradiente che vede al primo posto EMH e, a seguire, Sydo® e BA 29, rispetto ai franchi, sostanzialmente equivalenti. Molto incoraggiante il livello di produzione ottenuto da Abate innestata su Pyro® 2-33 nei primi due anni rilevati. In generale i cotogni hanno evidenziato una pezzatura superiore rispetto ai franchi. Nell'ambito dei cotogni BA 29 ha prodotto i frutti di pezzatura migliore; a seguire, con livelli comunque interessanti, EMH e Sydo®. Allo stesso livello di Sydo® troviamo anche Farold® 87 e Pyriam (alla sua prima produzione, del resto molto scarsa). Notevolmente più ridotte le pezzature di Farold®40 (con percentuali notevoli di "sottomisura"), Pyro® 2-33 e Pirodwarf.

Conclusioni

William

Relativamente alla cultivar William i portinnesti franchi sembrano rappresentare una valida alternativa ai cotogni che, anche in questa attività, hanno rivelato tutte le problematiche legate alla evidente e ricono-

sciuta disaffinità con la suddetta varietà; di particolare rilievo i risultati produttivi evidenziati da Farold® 87. Indipendentemente dalla natura del portainnesto è evidente il rapporto inversamente proporzionale fra livello produttivo e pezzatura dei frutti.

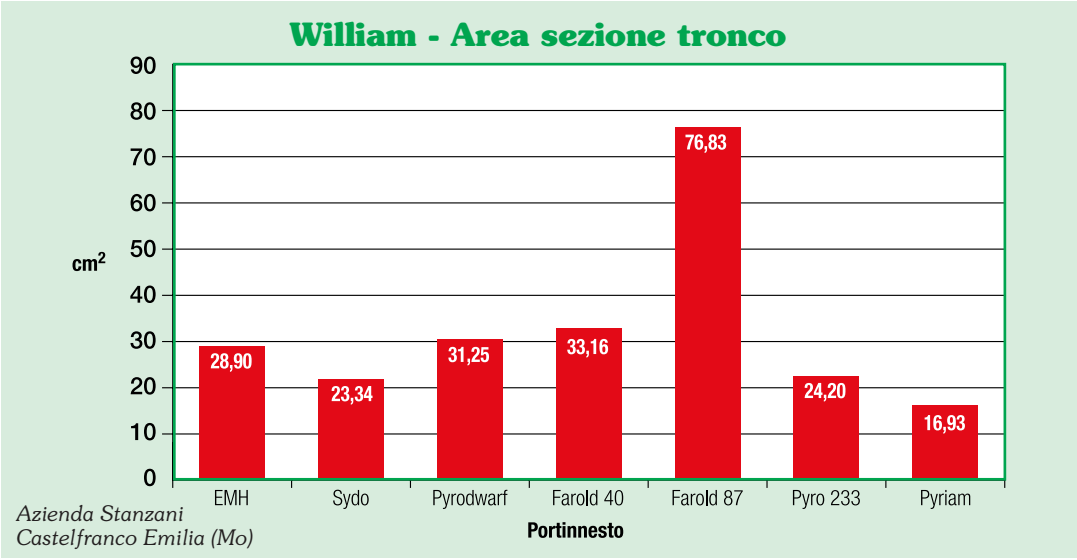
Abate Fètel

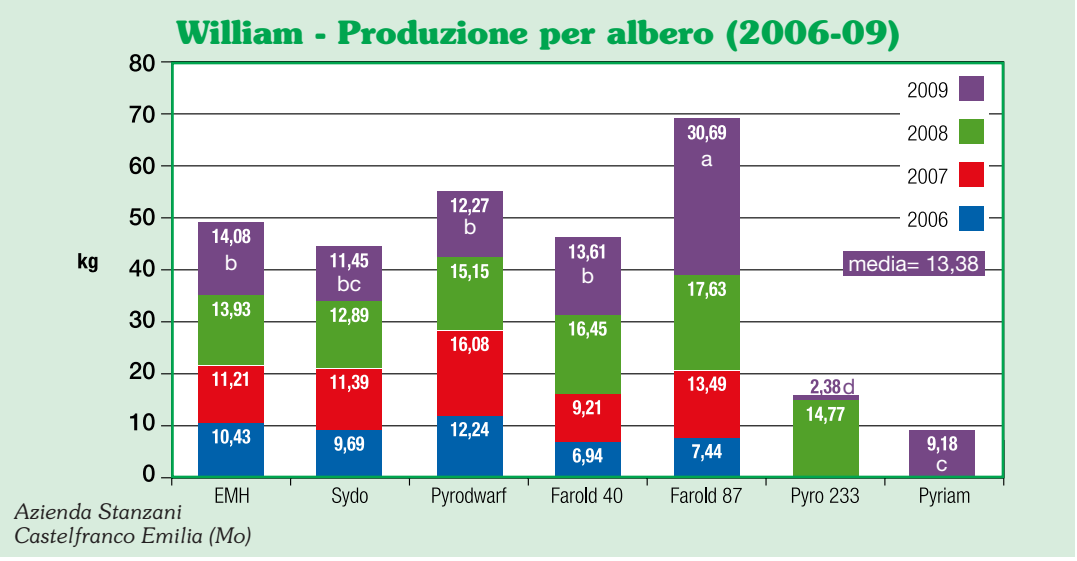
Per la varietà Abate Fètel, invece, risulta chiara la superiorità, sia in termini produttivi che di pezzatura dei frutti, dei cotogni rispetto ai franchi.

Fra i cotogni da evidenziare i risultati ottenuti dalla combinazione d'innesto con EMH che appare realmente come soluzione migliorativa rispetto ai più datati Sydo® e BA 29.

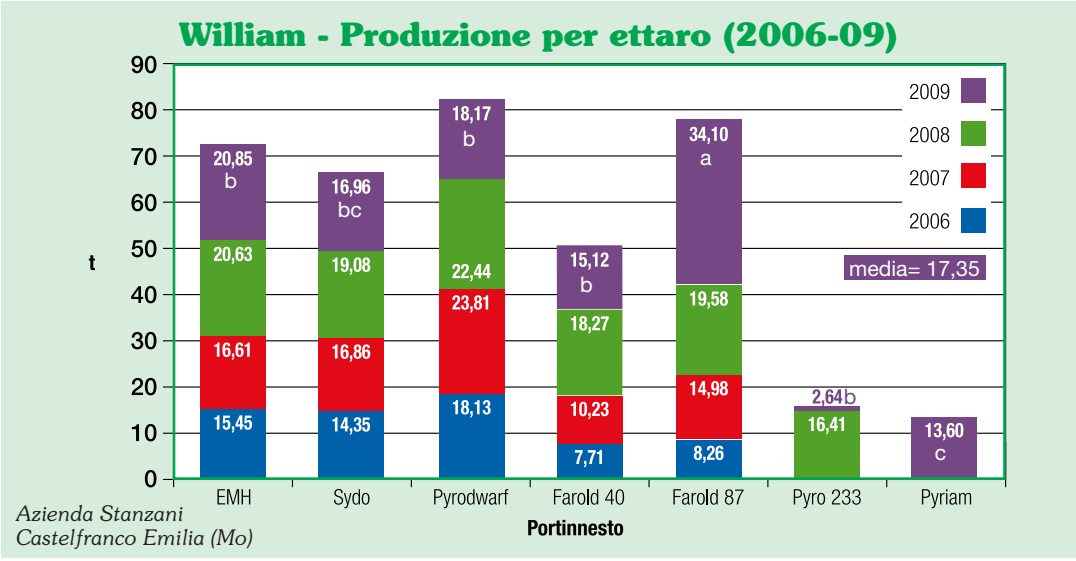
È evidente, in ogni caso, la parzialità delle osservazioni effettuate dato il numero limitato di produzioni valutate.

Questo è vero in generale ma ancora di più per quei portin-

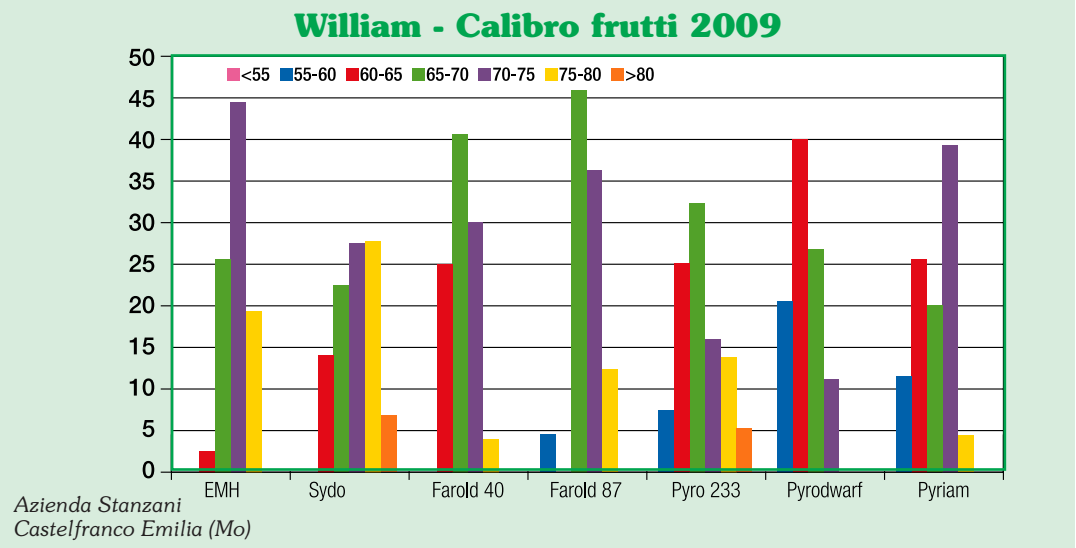




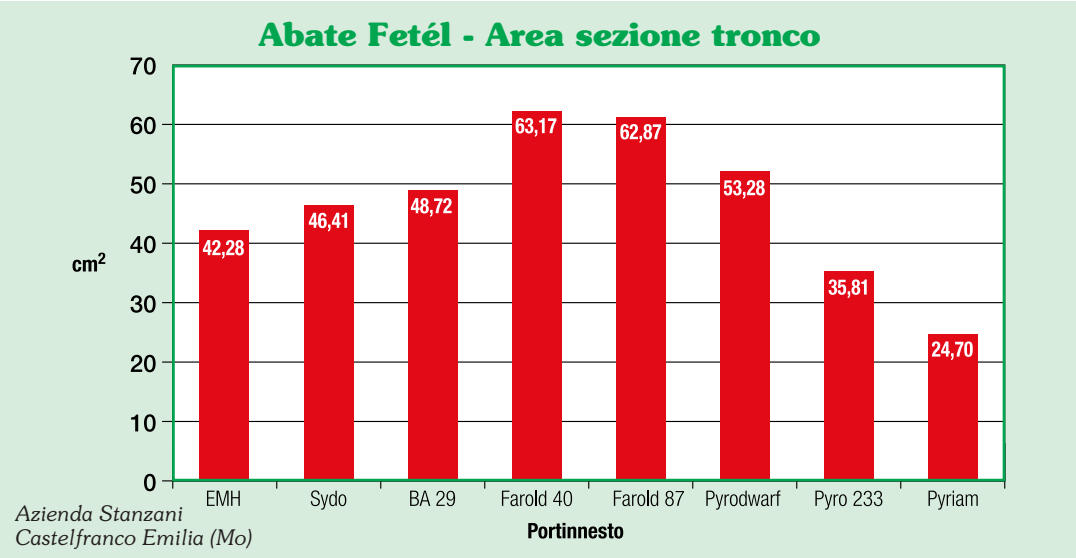
nesti, Pyro® 2-33 e Pyriam, che sono stati innestati con alcuni anni di ritardo rispetto al resto del campo e sui quali sarebbe assolutamente azzardato e sperimentalmente poco corretto fare qualsiasi tipo di valutazione.

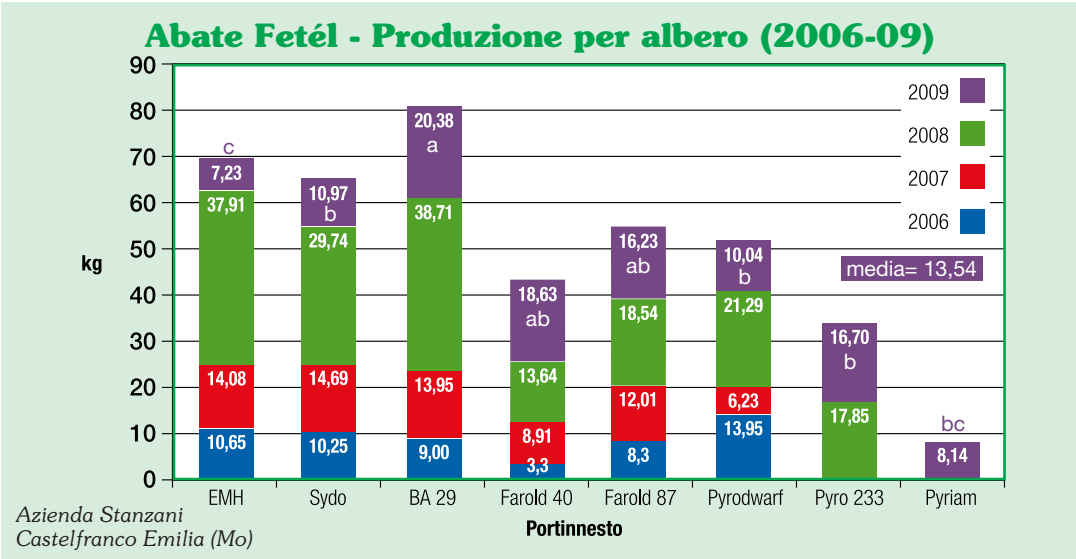


Azienda Stanzani
Castelfranco Emilia (Mo)

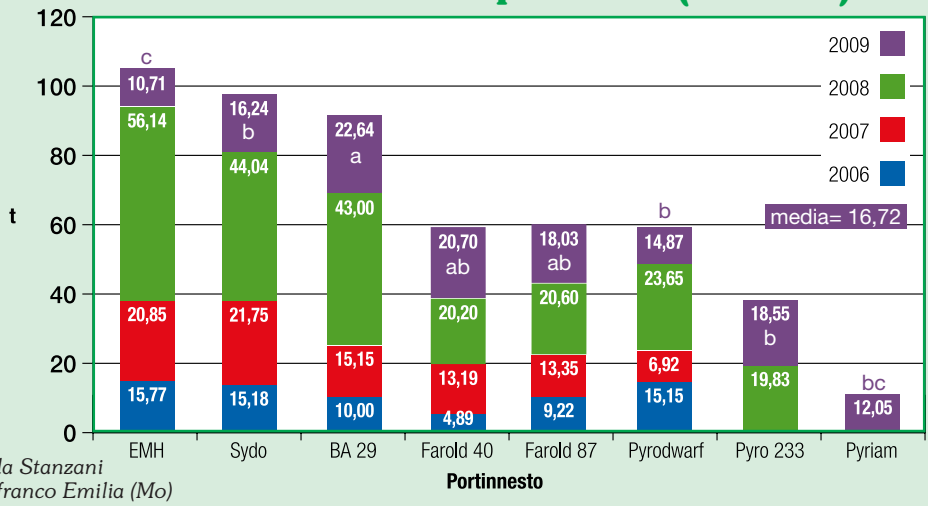


Azienda Stanzani
Castelfranco Emilia (Mo)


Abate Fetél - Area sezione tronco
cm2
70
60
50
40
30
20
10
0
42,28
46,41
48,72
63,17
62,87
53,28
35,81
24,70
EMH
Sydo
BA 29
Farold 40
Farold 87
Pyrodwarf
Pyro 233
Pyriam
Portinnesto
Azienda Stanzani
Castelfranco Emilia (Mo)

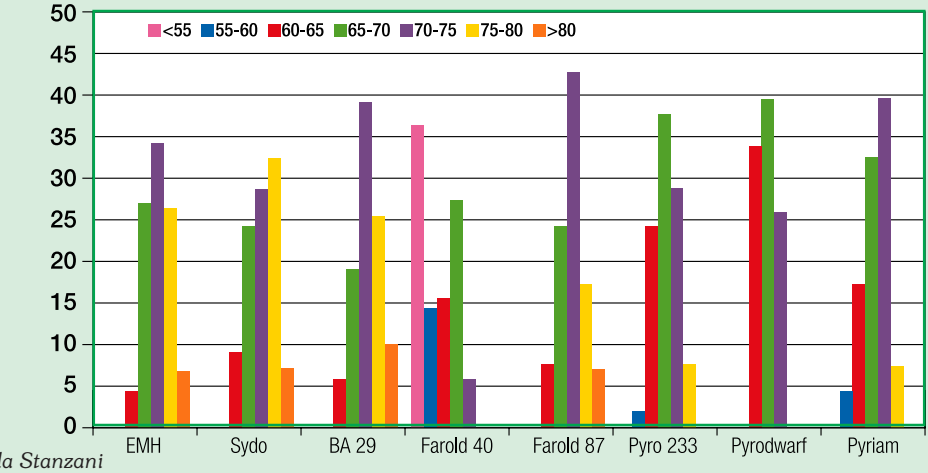

Abate Fetél - Produzione per albero (2006-09)
kg
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
2009
2008
2007
2006
media= 13,54
c
7,23
37,91
14,08
10,65
10,97
b
29,74
14,69
10,25
20,38
a
38,71
13,95
9,00
18,63
ab
13,64
8,91
3,3
16,23
ab
18,54
12,01
8,3
10,04
b
21,29
6,23
13,95
16,70
b
17,85
bc
8,14
EMH
Sydo
BA 29
Farold 40
Farold 87
Pyrodwarf
Pyro 233
Pyriam
Portinnesto
Azienda Stanzani
Castelfranco Emilia (Mo)

Abate Fetél - Produzione per ettaro (2006-09)



Azienda Stanzani
Castelfranco Emilia (Mo)

Abate Fetél - Calibro frutti 2009



Azienda Stanzani
Castelfranco Emilia (Mo)

Indagine sui differenti sistemi d'impianto per Abate Fétel

Stefano Musacchi, Vincenzo Ancarani, Sara Serra
Dipartimento di Colture Arboree - Università di Bologna
Roberto Colombo
ASTRA Innovazione e Sviluppo (oggi Agrintesa)

Introduzione

Il disegno del frutteto per il pero ha subito molti cambiamenti legati sia alla possibilità di utilizzare portinnesti caratterizzati da differente vigore sia alla plasticità stessa della specie pero che permette di modellare l'albero in varie forme e questo ha favorito l'elevata eterogeneità dei sistemi di allevamento impiegati (Wertheim, 1998; Wertheim, 2002; Lauri et al., 2002; Ancarani et al., 2004; Musacchi et al., 2005). Queste caratteristiche hanno inoltre indotto uno sviluppo di molti sistemi di allevamento con densità d'impianto molto variabili da 1.000 alberi/ettaro fino a 12.000 alb./ha. Per le basse densità (1.000-1.500 alb./ha) la forma più impiegata è ancora la palmetta, forma che mantiene una sua validità, ma che manifesta anche alcuni limiti come: larghi sesti d'impianto, maggiori costi di potatura e raccolta (Sansavini e Musacchi, 1993).

Per le medio-alte densità (2.000-4.000 alb./ha) il fusetto è la forma d'allevamento più diffusa e che permette l'intensificazione dell'impianto senza eccessivi costi di strutture e di manodopera, specialmente nelle operazioni di raccolta che viene eseguita quasi esclusivamente da terra. L'impiego di astoni forniti di rami anticipati, associato all'uso del cotogno nanizzante MC permette di ottenere produzioni significative già al secondo anno d'impianto (7-8 t) (Lockard e Schneiderr, 1981; Musacchi e Costa, 1992; Lugli e Musacchi, 1993; Wertheim, 1998).

Nell'ambito della media densità (3.000 alb./ha) occorre segnalare anche la più recente forma a Y, con astoni bi-cauli preformati in vivaio, meglio conosciuta come "Bibaum®". Questo tipo di albero permette di evitare la cimatura degli astoni in campo e la conseguente perdita di un anno per la formazione della chioma. Si tratta di una forma in parete (appiattita ed alta) simile alla palmetta che permette di controllare il vigore dell'albero dividendolo su due assi preformati in vivaio. Un vantaggio di questo sistema è la riduzione dei tempi di potatura nei primi anni d'impianto (Musacchi, 2006; 2008).

Per le densità più elevate (4.000-7.000 alberi/ha) l'alternativa al fusetto è la forma a V, ottenuta inclinando in modo alternato gli alberi con un angolo di 15° rispetto alla verticale. Questo sistema d'allevamento presenta il vantaggio di avere una doppia parete produttiva e massimizzare l'intercettazione luminosa. Tra gli svantaggi possiamo ricordare i maggiori costi per i materiali di sostegno e la difficoltà nell'esecuzione delle operazioni di potatura legate alla complessità della struttura (Sansavini e Musacchi, 2002).

Infine, per le altissime densità (10.000-12.000 alb./ha) si è diffuso il cordone verticale che a causa dei ridotti sesti d'impianto, non più di 30-35 cm sulla fila e 2,5-2,8 m tra le file, è formato da un asse verticale e corte branchette con lamburde che periodicamente vengono rinnovate. Questi impianti presentano un elevatissimo costo iniziale e possono essere eseguiti solo utilizzando il cotogno MC perché gli altri portinnesti sono troppo vigorosi. In questi impianti ad altissima densità si ricorre molto spesso all'autoproduzione degli astoni per ridurre i costi utilizzando l'innesto a dimora. Una volta ottenuto l'astone si esegue la potatura dell'apparato radicale per simulare la crisi di tra-

Tab 1. Cv Abate Fétel, località, anno d'impianto, forme d'allevamento, distanze e densità d'impianto.

Località	Livello di densità	Anno d'impianto	Forma di allevamento	Portainnesto	Densità d'impianto (alb./ha)	Distanze d'impianto (m)
Bagnacavallo (RA)	Bassa	1999	Palmetta	Autoradicato	1.163	4,3 x 2,0
Ravarino (MO)	Bassa	2001	Palmetta	Farold®40	1.250	4,0 x 2,0
Ravarino (MO)	Bassa	2001	Palmetta	Autoradicato	1.250	4,0 x 2,0
Gorgo (FE)	Bassa	2002	Palmetta	Farold®40	1.470	4,0 x 1,7
Gorgo (FE)	Bassa	2002	Palmetta	Farold®87	1.470	4,0 x 1,7
Monestirolo (FE)	Bassa	2001	Candelabro	Farold®40	1.709	3,9 x 1,5
Monestirolo (FE)	Media	2003	Fusetto	Sydo®	2.631	3,8 x 1,0
Medelana (FE)	Media	2003	Doppio asse	Sydo®	3.030	3,3 x 1,0
Medelana (FE)	Media	2006	Fusetto	BA 29	3.030	3,3 x 1,0
Medelana (FE)	Media	2006	Doppio asse	BA 29	3.030	3,3 x 1,0
Medelana (FE)	Media	2006	Fusetto	Sydo®	3.030	3,3 x 1,0
Medelana (FE)	Media	2006	Doppio asse	Sydo®	3.030	3,3 x 1,0
Medelana (FE)	Media	2006	Fusetto	MH	3.030	3,3 x 1,0
Medelana (FE)	Media	2006	Doppio asse	MH	3.030	3,3 x 1,0
Medelana (FE)	Media	2006	Fusetto	BH/MC	3.030	3,3 x 1,0
Medelana (FE)	Media	2006	Doppio asse	BH/MC	3.030	3,3 x 1,0
Malborghetto (FE)	Media	2005	Fusetto	BA 29	3.174	3,5 x 0,9
Monestirolo (FE)	Media	1999	Fusetto	MC	3.289	3,8 x 0,8
Malborghetto (FE)	Alta	2005	Fusetto	Adams	3.787	3,3 x 0,8
Malborghetto (FE)	Alta	2005	Fusetto	MH	3.787	3,3 x 0,8
Malborghetto (FE)	Alta	2005	Fusetto	Sydo®	3.787	3,3 x 0,8
Ostellato (FE)	Alta	2001	Fusetto	Sydo®	4.082	3,5 x 0,7
Malborghetto (FE)	Altissima	2005	V	MC	7.518	3,8 x 0,35
Malborghetto (FE)	Altissima	2005	Cordone verticale	MC	10.822	2,8 x 0,33
Ostellato (FE)	Altissima	2002	Cordone verticale	MC	11.905	2,8 x 0,30

pianto (Sansavini e Musacchi, 2002).

Il presente lavoro intende definire quali siano i reali limiti e benefici dei nuovi sistemi d'impianto a media ed alta densità da più parti proposti per la pericoltura emiliano-romagnola. È necessario, anche, rilevare come a fronte di alcuni vantaggi che caratterizzano i cotogni rispetto ai franchi, essi presentano anche aspetti negativi di non poco conto, per cui negli anni si è potuto os-

servare come numerosi pereti, spesso situati in zone marginali e/o non gestiti adeguatamente sul piano agronomico, in breve tempo siano diventati antieconomici. Tutto questo ha creato un certo disorientamento fra i produttori, soprattutto per la mancanza di sperimentazioni in grado di confutare o meno la validità tecnica ed economica delle nuove soluzioni proposte.

Materiali e Metodi

Il lavoro si propone di analizzare le caratteristiche vegeto-produttive di differenti sistemi d'impianto per Abate Fétel presenti sul territorio Emiliano-Romagnolo. A questo scopo sono state individuate differenti tipologie d'impianto in varie province a tradizione pericola come Ferrara, Modena e Ravenna caratterizzate da densità d'impianto variabili da 1.163 alb./ha fino a 11.905 alb./ha. A tal fine sono stati individuati impianti e campi prova e/o dimostrativi già esistenti rappresentativi dei vari sistemi di conduzione a bassa, media, alta e altissima densità e all'interno di questi sono state individuate parcelle omogenee per la raccolta dei dati produttivi, qualitativi e vegetativi.

Bassa densità

Per la sperimentazione sulle basse densità l'attività di raccolta dati si è concentrata in alcune aziende localizzate in differenti provincie della nostra regione (tab. 1).

La prima azienda è stata scelta in provincia di Modena (Azienda 1) in località Ravarino dove sono presenti impianti di Abate Fétel innestatati su Farold®40 e autoradicati, entrambi allevati a palmetta e messi a dimora nel 2001. La seconda azienda si trova a Bagnacavallo (Ravenna) (Azienda 2) e si tratta di un impianto autoradicato di Abate Fétel messo a dimora nel 1999 ed allevato a palmetta. Una ulteriore azienda, localizzata a Ferrara in località Gorgo (Azienda 3), presenta un confronto tra due portinnesti franchi, il Farold®40 e il Farold®87 allevati a palmetta. L'impianto è stato messo a dimora nel 2002. Queste tre aziende sono oggetto di indagine dal 2006. Una ulteriore azienda è stata inserita nel 2008 e si trova a Ferrara in località Monestirolo (Azienda 4) e presenta una tipologia d'impianto a candelabro (tre assi) innestato su Farold®40 (tab. 1). La conduzione tecnica e la gestione agronomica dei campi in prova è stata condotta in linea con i Disciplinari di Produzione Integrata della Regione Emilia-Romagna secondo i protocolli stabiliti dalle varie aziende.

Media, Alta ed Altissima densità

Le tipologie per la media, alta ed altissima densità sono state individuate presso l'Azienda Agricola della Fondazione "F.lli Navarra" di Malborgetto di Boara (Ferrara) (Azienda 5) dove nel 2005 è stato realizzato un impianto dimostrativo. La Fondazione F.lli Navarra ha fornito i dati produttivi relativi alla produzione calcolata e al peso medio del frutto di 6 forme d'allevamento che vengono riportate nella tabella 1.

La tipologia a doppio asse è stata individuata a Ferrara in località Medelana (Azienda 6) dove è presente un confronto tra Fusetto e bi-asse su vari portinnesti (BA29, Sydo®, MH e BH/MC) messo a dimora nel 2006 e una prova comparativa, messa a dimora nel 2003, tra tre forme d'allevamento: fusetto, bi-asse e candelabro innestate su Sydo®.

Nel corso del 2008 sono state inserite altre due aziende con impianti a media ed altissima densità. La prima si trova a Monestirolo di Ferrara (Azienda 4) e presenta tipologie d'impianto di Abate Fétel a fusetto innestato su cotogno MC (anno d'impianto 1999) e Sydo® (anno d'impianto 2003). L'altra azienda localizzata ad Ostellato di Ferrara (Azienda 7) invece presenta impianti ad alta ed altissima densità su cotogno Sydo® e MC con densità rispettivamente di 4.082 alb./ha e 11.905 alb./ha allevati rispettivamente a fusetto e a cordone verticale (tab. 1).

Nelle Aziende oggetto dell'indagine sono stati condotti i seguenti rilievi.

Rilievi vegeto-produttivi – peso di potatura, tempi di potatura, area del tronco, produzione media per albero e peso medio dei frutti.

Analisi di laboratorio alla rac-

colta - su un campione di 30 frutti rappresentativi e raccolti allo stadio di maturazione commerciale, per ogni frutto del campione: durezza, peso, calibro; sulla media del campione (frullato), RSR, pH ed acidità totale.

Oltre ai rilievi sui principali parametri vegetativi e produttivi nell'azienda 1, caratterizzata da impianti a bassa densità d'impianto, in località Ravarino (MO) è stata condotta una prova di potatura in cui sono stati posti a confronto due tipi di potatura, uno tradizionale (caratterizzato da raccorciamenti sul legno di due anni) e uno lungo (in cui le insensità di potatura variano su tre lunghezze) per verificare quale sistema meglio si adatta alla bassa densità di piantagione.

Risultati

Bassa densità

Azienda 1:

Siti sperimentali F1 e F2

Nell'azienda 1 sono stati messi a confronto due sistemi di potatura uno tradizionale con tagli di raccorciamento per le branchette fruttifere e uno caratterizzato da una conduzione lunga con pochi tagli e branche potate a tre lunghezze: corte, medie e lunghe. La prova è iniziata con la potatura durante l'inverno 2006-07.

Tab. 2 - Azienda 1. Tempi di potatura invernale. Anno 2006/07.

	Farold® 40		Autoradicato	
	Potatura tradizionale	Potatura lunga	Potatura tradizionale	Potatura lunga
alberi/ha	1250		1250	
ore/ha	128	102	104	74

Abate Fétel/Farold®40

Durante la potatura è stato possibile evidenziare come la potatura tradizionale nel caso di Abate Fétel innestata su Farold®40 o autoradicata richieda un maggiore numero di ore. Nel caso del portinnesto Farold®40 la potatura tradizionale ha richiesto 128 h/ha mentre quella lunga solamente 102 h/ha (tab. 2). Interessanti anche i dati produttivi, infatti, applicando la potatura tradizionale è stato possibile raggiungere, nel primo anno di prova, una produzione di 49,6 t/ha, mentre le tesi con la potatura lunga hanno fornito un valore della produzione calcolata pari a 40,7 t/ha con una differenza significativa. Il peso medio dei frutti è stato penalizzato nel caso della potatura tradizionale che ha indotto una riduzione di 20 g in media per frutto, questo in parte imputabile alle maggiori rese produttive. Nel 2008, non sono state segnalate differenze significative tra le due tecniche di potatura, nonostante le piante potate nella maniera tradizionale abbiano mostrato una produzione leggermente superiore (tab. 3). Nel 2009, inve-

Tab. 3 - Azienda 1. Parametri vegeto-produttivi per tipologia di impianto e differenti tecniche di potatura (anni 2007/2008).

Portinnesto	Potatura	Anno	Area tronco (cm^2)	Prod. (Kg/alb.)	Peso medio frutti (g)	Eff. Prod. (kg/cm^2)	Prod. Calc. (t/ha)	Prod. con calibro > 70 mm (%)
Farold® 40	Tradizionale	2007	-	39,7	207	-	49,6	24.2
	Lunga		-	32,6	227	-	40,7	42.3
	Tradizionale	2008	69,4	27,0	211	0,39	33,8	39.9
	Lunga		76,4	25,4	222	0,34	31,8	35.2
	Significatività		ns	ns	ns	ns		
Autoradicato	Tradizionale	2007	-	19,2	226	-	24,0	70.4
	Lunga		-	14,8	206	-	18,5	68.1
	Tradizionale	2008	72,3	21,0	294 a	0,30	26,3	79.1
	Lunga		75,7	24,9	261 b	0,36	31,1	74.6
	Significatività		ns	ns	**	ns		

ce, la situazione si è invertita e le piante potate in modo "lungo" sono risultate più produttive con 36,5 kg/alb. rispetto ai 29,3 kg/alb. della potatura corta (tab. 4). In generale, gli alti livelli produttivi hanno però comportato una bassa percentuale di frutti con calibro superiore ai 70 mm. La più alta percentuale è stata conseguita per la tesi a potaura lunga nel 2007, inversa la situazione registrata l'anno successivo. Nel 2009, la riduzione del calibro è stata confermata specialmente per la tesi potata lunga che producendo 45,6 t/ha ha mostrato una drammatica riduzione della percentuale di frutti con calibro oltre i 70 mm che

Fig. 1 - Azienda 1. Abate Fétel/Farrod®40. Classi di pezzatura 2009

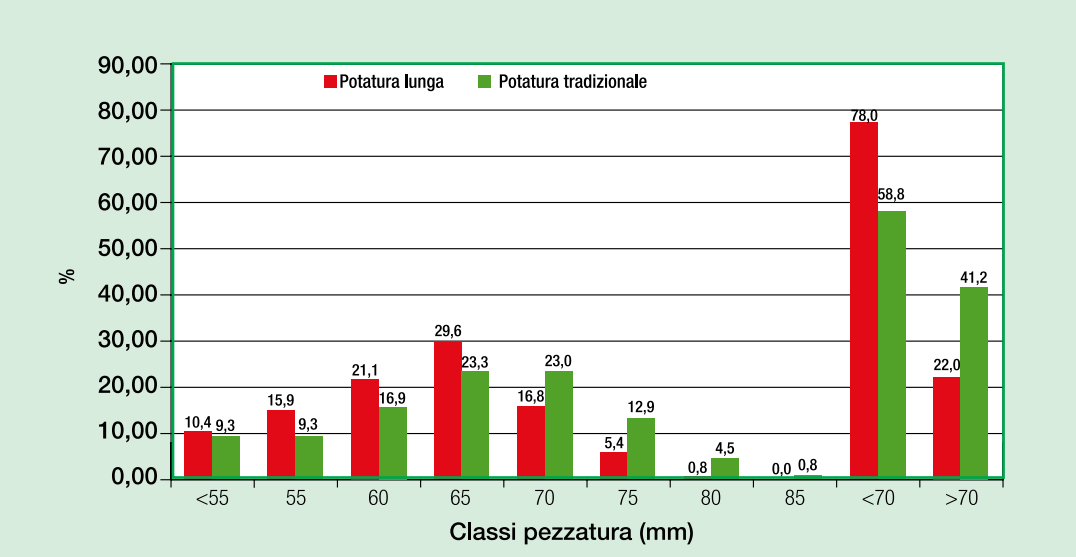
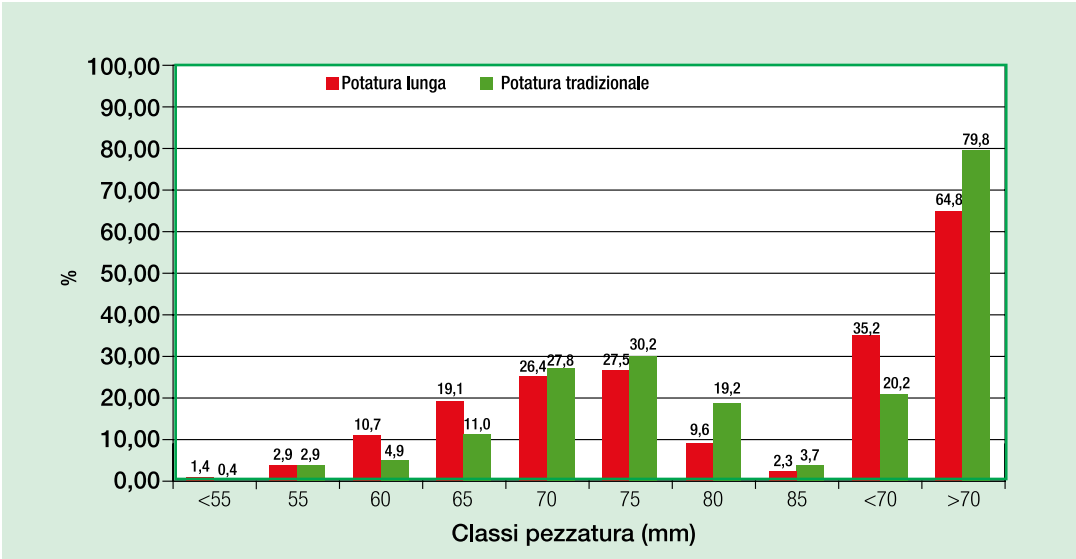


Fig. 2 - Azienda 1. Abate Fétel autoradicata. Classi di pezzatura 2009



Tab. 4 Azienda 1. Confronto tra potatura lunga e corta nella combinazione Abate Fétel/Farold®40 (2009)

POTATURA TRADIZIONALE						
Frutti	N frutti	Prod. Alb. (Kg)	Peso medio frutti (g)	Area tronco (cm^2)	Eff. Prod. (Kg/cm^2)	Prod. Calc. (T/ha)
bassi	74	16,2	219	76	0.21	20.0
alti	62	13,1	217	76	0.18	16.5
totale	136	29.3	218	76	0.38	36.6

POTATURA LUNGA						
Frutti	N frutti	Prod. Alb. (Kg)	Peso medio frutti (g)	Area tronco (cm^2)	Eff. Prod. (Kg/cm^2)	Prod. Calc. (T/ha)
bassi	81.4	15.5	191	86.5	0.19	19.4
alti	97.8	21.0	217	86.5	0.24	26.3
totale	179.2	36.5	206	86.5	0.4	45.6

Tab. 5 Azienda 1. Confronto tra potatura lunga e corta nell'autoradicato di Abate Fétel (2009)

POTATURA TRADIZIONALE						
Frutti	N frutti	Prod. Alb. (Kg)	Peso medio frutti (g)	Area tronco (cm^2)	Eff. Prod. (Kg/cm^2)	Prod. Calc. (T/ha)
bassi	35.6	10.8	314	102.1	0.11	13.5
alti	21.1	5.5	252	102.1	0.05	6.9
totale	56.7	16.3	281	102.1	0.17	20.4

POTATURA LUNGA						
Frutti	N frutti	Prod. Alb. (Kg)	Peso medio frutti (g)	Area tronco (cm^2)	Eff. Prod. (Kg/cm^2)	Prod. Calc. (T/ha)
bassi	55.0	13.5	253	90.2	0.15	16.9
alti	78.5	20.7	264	90.2	0.24	25.9
totale	133.6	34.2	260	90.2	0.39	42.8

sono risultati solamente il 22% del totale (fig. 1).

Abate Fétel autoradicata

Anche per l'autoradicato è stato possibile osservare un maggiore numero di ore di potatura nella potatura tradizionale rispetto a quella lunga rispettivamente 104 h/ha per la tradizionale e 74 h/ha per quella lunga (tab. 2).

Per le produzioni si è avuto un comportamento opposto nei due anni di prova.

Nel 2007 la tesi a potatura tradizionale ha fornito una maggiore produzione con frutti di maggiore peso, dovuto probabilmente al livello produttivo comunque non elevato che non ha influenzato le pezzature. Nel 2008, è stata la tesi a potatura lunga ad aver mostrato la produzione più elevata, abbinata però a frutti di peso inferiore, anche se complessivamente la quantità di prodotto con pezzatura superiore a 70 mm è risultata maggiore (tab. 3). Nel 2009, la tesi con la potatura lunga ha confermato di essere quella più produttiva con una media per albero di 34,2 kg rispetto ai 16,3 kg della potatura corta (tab. 5).

Nei tre anni di prova la tesi di potatura tradizionale ha fatto registrare la più alta percentuale di frutti oltre i 70 mm (rispettivamente 70,4, 79,1 e 79,8%). (tab. 3 e fig. 2).

Azienda 2
Sito sperimentale F3

L'azienda 2 presenta un impianto a palmetta autoradicato di Abate Fétel messo a dimora nel 1999. Nei 4 anni di osservazioni questo frutteto ha mostrato livelli produttivi elevati raggiungendo nell'ultimo anno 60,7 t/ha corrispondenti a 52,2 kg/alb. e con una produzione cumulata nel triennio di 126,3 kg/alb. pari a 146,9 t/ha. Interessante inoltre osservare la presenza di un gradiente produttivo passando dalla parte bassa a quella alta dell'albero, solo nel terzo anno la parte centrale dell'albero ha prodotto leggermente di più rispetto alla porzione più alta. Analizzando infatti la distribu-

zione percentuale della produzione all'interno della chioma è possibile notare un progressivo aumento della produzione nella parte bassa e mediana dell'albero e una riduzione nella parte alta (figg. 3, 4). La produzione è stata molto elevata anche nel corso del 2009 con 57,5 kg/alb. a cui corrispondono 66,8 t/ha (fig. 3).
Per quanto riguarda la distribuzione dei frutti in classi di pezzatura non ci sono state variazioni significative nei tre anni. Infatti nel 2006 e 2008, la categoria maggiormente rappresentativa era data dal 70 mm con il 60,4% e 49,6% dei frutti di pezzatura superiore o uguale a 70 mm. Nel 2007, oltre ad aver ottenuto la minor produzione, anche i frutti hanno mostrato una pezzatura inferiore con solo il 37,7% di frutti superiori o uguali a 70 mm, questo è probabilmente da collegare agli scarsi apporti idrici (fig. 4). Nel 2009, la distribuzione dei frutti ha evidenziato come nonostante l'elevato livello produttivo il 47,4% dei frutti è risultato di calibro superiore a 70 mm (fig. 5).

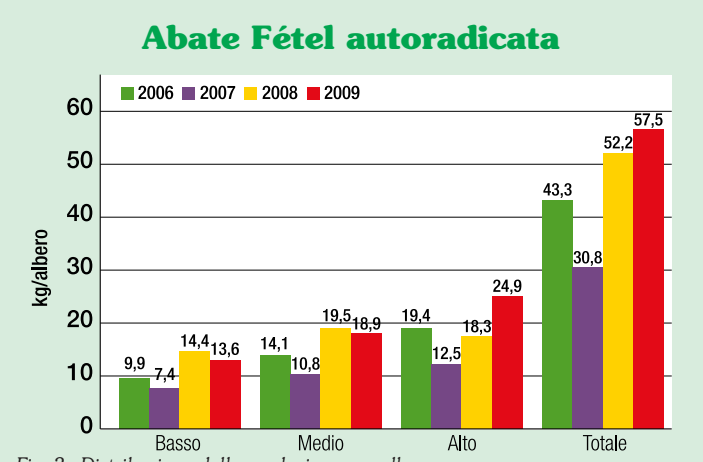


Fig. 3 - Distribuzione della produzione per albero all'interno della chioma (2006-09)

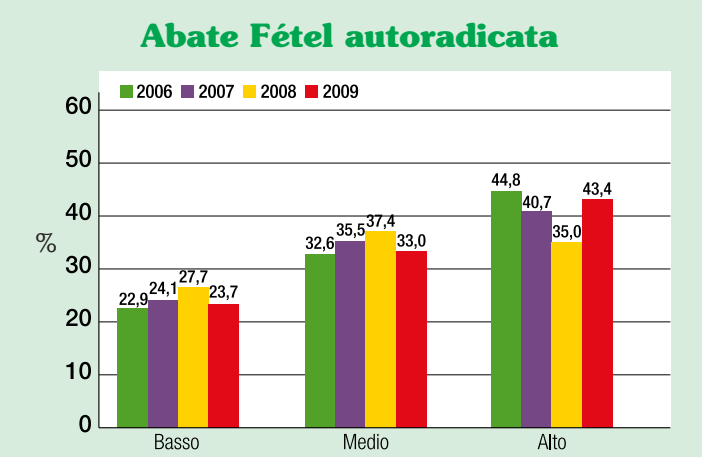


Fig. 4 - Distribuzione percentuale della produzione per albero all'interno della chioma (2006-09)

Azienda 3
Sito sperimentale F4

Presso l'azienda 3 sono stati raccolti dati su due differenti portinnesti Farold®40 e Farold®87 innestati con Abate Fétel ed allevati a palmetta con una distanza d'impianto di 4 x 1,7 m a cui corrisponde una densità di 1.470 alb./ha. Gli alberi innestati su Farold®40 hanno evidenziato una minore area del tronco (tab. 6). Entrambi i portinnesti nel 2006 hanno mostrato livelli produttivi interessanti e non differenti tra loro (42,9 e 42,5 t/ha). Anche la pezzatura dei frutti è risultata apprezzabile, in particolare per Farold®40 che ha dato il 52,7% di frutti di calibro superiore a 70 mm, rispetto al 45,2% di Farold®87. Anche nel 2007 le produzioni sono state elevate con una produzione calcolata rispettivamente di 36,9 t/ha per Farold®40 e di 36,2 t/ha per Farold®87. Il peso medio del frutto è risultato più elevato per Farold®40 che ha prodotto frutti di 199 g di media rispetto a Farold®87 che ha raggiunto solamente un peso medio di 168 g e solo l'8,6% dei frutti oltre 70 mm. Nel 2008 le produzioni sono risultate più basse, solamente 19,3 t/ha per Farold®40 e 16

Tab. 6 – Azienda 3. Abate Fétel su Farold®40 e Farold®87. Parametri vegeto-produttivi.

Portinnesto	Anno	Area tronco (cm²)	Prod. (Kg/alb.)	Peso medio frutti (g)	Eff. Prod. (kg/cm²)	Prod. Calc. (t/ha)	Prod. con calibro >70 mm (%)
Farold® 40	2006	-	29,2	233	-	42,9	52,7
Farold® 87		-	28,9	231	-	42,5	45,2
Farold® 40	2007	59,6	25,1	199	0,43	36,9	24,7
Farold® 87		82,8	24,6	168	0,31	36,2	8,6
Farold® 40	2008	84,7	13,1	230	0,16	19,3	26,9
Farold® 87		103,8	10,9	220	0,10	16,0	54,4
Significatività			ns	ns			

t/ha per Farold®87. Le produzioni non sono risultate differenti statisticamente. Il peso medio dei frutti, in funzione della minore produzione, è risultato nettamente superiore rispetto al 2007 e leggermente a favore di Farold®40. Al contrario dei due anni precedenti, nel 2008 è stato Farold®87 a produrre la maggior percentuale di frutti di pezzatura superiore ai 70 mm con il 54,4% rispetto al 26,9% di Farold®40 (tab. 6).

Tab. 7 - Azienda 4. Abate Fétel. Confronto di tre differenti sistemi d'impianto. Parametri produttivi (2008).

Portinnesto	Anno impianto	Distanza impianto (m)	Densità impianto (alb./ha)	Prod. (Kg/alb.)	Peso medio frutti (g)	Area tronco (cm²)	Eff. Prod. (kg/cm²)	Prod. Calc. (t/ha)	Prod. con calibro >70 mm (%)
MC	1999	3,8 x 0,8	3.289	16,7	293	35,4	0,48	54,9	55.9
Sydo®	2003	3,8 x 1,0	2.631	14,7	308	27,6	0,54	38,7	66.0
Farold®40	2001	3,9 x 1,5	1.709	14,8	288	43,3	0,34	25,3	75.9

Tab. 8 - Azienda 4. Abate Fétel. Confronto di tre differenti sistemi d'impianto. Parametri produttivi (2009).

Portinnesto	Densità impianto (alb./ha)	N medio (frutti/alb.)	Prod. Alb. (Kg)	Peso medio frutti (g)	Area Tronco (cm²)	Eff. Prod. (kg/cm²)	Prod. Calc. (t/ha)
MC	3289	83	21.1	259	43.0	0.49	69.2
Sydo®	2631	81	22.5	285	34.9	0.66	59.2
Farold®40	1709	117	24.9	218	50.4	0.49	42.5

Tab. 9 – Azienda 5 (Fondazione F.lli Navarra – FE). Abate Fétel allevata su sei differenti sistemi d'impianto. Parametri produttivi al terzo e quarto anno.

Forma	PI	Distanza impianto (m)	Densità imp. (alb./ha)	3° anno (2007)				4° anno (2008)			
				Prod. (Kg/alb.)	Peso medio frutti (g)	Prod. Calc. (t/ha)	Prod. calibro >70 mm (%)	Prod. (Kg/alb.)	Peso medio frutti (g)	Prod. Calc. (t/ha)	Prod. calibro >70 mm (%)
Fusetto	BA29	3,5 x 0,90	3.174	6,5	324	20,7	61.8	5,1	283	16,3	66.3
Fusetto	Adams	3,3 x 0,80	3.787	9,0	274	34,3	40.8	7,0	300	26,7	87.6
Fusetto	MH	3,3 x 0,80	3.787	7,8	320	29,6	35.1	7,1	319	26,9	54.6
Fusetto	Sydo®	3,3 x 0,80	3.787	9,6	329	36,4	77.5	6,1	305	23,0	80.9
Sistema V	MC	3,8 x 0,35	7.518	6,3	264	47,3	35.9	5,0	262	37,3	64.3
Cordone verticale	MC	2,8 x 0,33	10.822	3,2	232	34,6	24.3	4,1	219	43,9	27.1

Medio-Alta densità

Azienda 4

Sito sperimentale F5

Presso l'azienda 4 sono stati valutati tre sistemi d'allevamento: candelabro su Farold®40 (1.709 alb./ha); fusetto su Sydo® (2.631 alb./ha) e fusetto su MC (3.289 alb./ha). I dati raccolti sono relativi al biennio 2008-09 (tab. 7). Il fusetto su MC, al 10° anno d'impianto, ha mostrato la maggior produzione per albero con 16,7 kg/alb. corrispondenti a 54,9 t/ha, di cui 30,7 t (pari al 55,9%) di prodotto con pezzatura superiore a 70 mm. Il fusetto su Sydo® ha mostrato invece al 5° anno la migliore efficienza produttiva e il peso medio dei frutti superiore. Il sistema a candelabro su Farold®40 ha invece conseguito le rese minori (25,3 t/ha) con la minore efficienza produttiva, imputabile ad un livello produttivo simile a Sydo® ma con una sezione del tronco decisamente superiore, e con i frutti di minor pezzatura. Passando dall'impianto su MC a quello su Sydo® e poi a bassa densità su Farold®40 è stato osservato un progressivo incremento della percentuale di frutti di calibro superiore a 70 mm, inversamente proporzionale alla produzione. Nel 2009 la produzione in generale è aumentata in tutti e tre i sistemi con una punta di 69 t/ha nel fusetto su cotogno MC. Significativa anche la produzione del Farold®40 che ha raggiunto 42,5 t/ha (tab. 8). Se si confronta il livello produttivo e la percentuale di frutti oltre 70 mm diventa molto positivo il comportamento del Sydo® che raggiunge 59 t/ha con il 61.6 di frutti oltre 70 mm (tab. 8 e fig. 6).

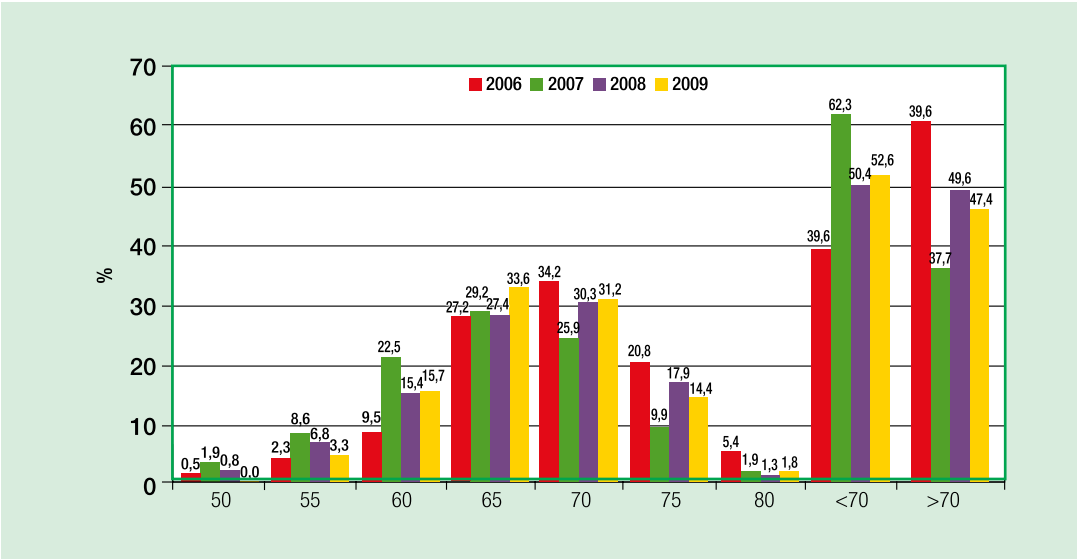
Fondazione Navarra

Sito D1

Presso la Fondazione F.lli Navarra (FE) sono state messe a dimora nel 2005 prove di media e alta densità del pero con sei tipologie d'impianto, impiegando Abate Fétel. I dati che sono stati forniti dalla Fondazione Navarra al Progetto di Filiera del pero hanno riguardato i principali parametri produttivi e la distribuzione delle pezzature riferiti alla terza e alla quarta foglia (2007 e 2008).

Le tipologie d'impianto considerate variano dalla media densità (3.174 e 3.787 alb./ha) utilizzando i portinnesti BA29, Sydo®, MH e Adams, all'alta (7.518 alb./ha) e altissima densità (10.822 alb./ha) con il portinnesto MC. Tutti i sistemi d'impianto hanno mostrato livelli produttivi elevati (tab. 9). In partico-

Fig. 5 - Azienda 2. Abate Fétel autoradicata. Distribuzione percentuale delle classi nel quadriennio.

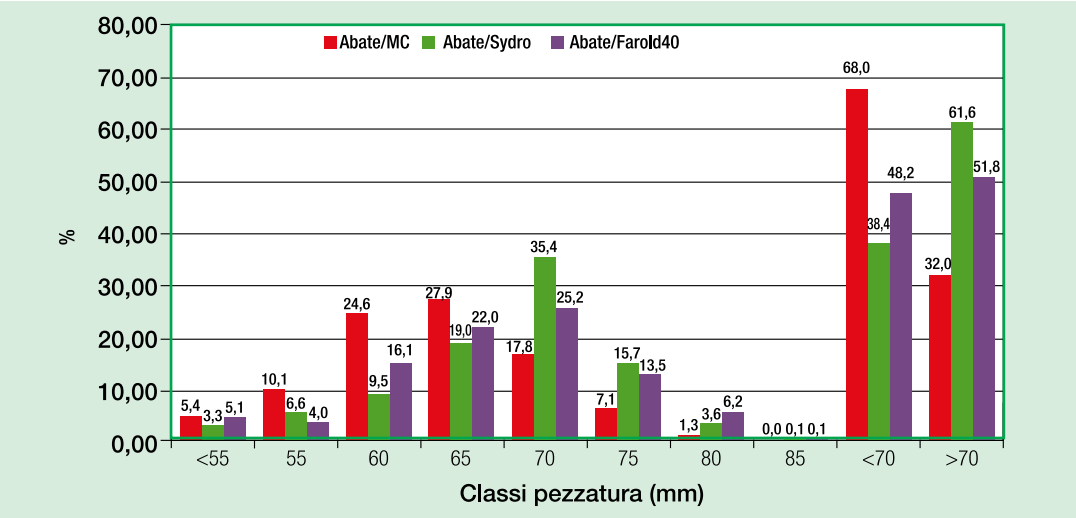


Tab. 10 - Azienda 6. Confronto fra fusetto e doppio asse con quattro combinazioni d'innesto. Anno 2007.

		Area Tronco (cm2)	Prod. (Kg/alb.)	Peso medio frutti (g)	Eff. Prod. (kg/cm²)
Forma					
Doppio asse		16,95	1,63	413	0,11
Fusetto		15,56	1,63	405	012
Significatività		ns	ns	ns	ns
Portinnesto					
BA29		19,28	0,78 b	402	0,04 b
BH-MC		12,95	4,14 a	403	0,32 a
MH		17,17	0,62 b	452	0,04 b
SYDO®		15,62	0,97 b	411	0,06 b
Significatività		ns	*	ns	*
Sign. Forma*pi		ns	ns	ns	ns
Forma	Portinnesto				
Doppio asse	BA29	19,36 a	0,54 b	412	0,03 b
	BH-MC	13,90 b	4,49 a	404	0,33 a
	MH	18,04	0,53 b	473	0,03 b
	SYDO®	16,49 ab	0,96 b	423	0,06 b
Significatività		*	*	ns	*
Fusetto	BA29	19,20 a	1,01 b	395	0,05 b
	BH-MC	11,99 b	3,79 a	401	0,31 a
	MH	16,30 ab	0,71 b	438	0,04 b
	SYDO®	14,76 ab	0,99 b	402	0,07 b
Significatività		*	*	ns	-

lare, al terzo anno, il sistema più produttivo è risultato essere il V alla densità di 7.518 alb./ha con una produzione di 47,3 t/ha; seguito dal fusetto su Sydo® alla densità di 3.787 alb./ha con 36,4 t/ha. Il sistema a fusetto su Sydo® ha fornito anche i frutti con il peso più elevato (329 g) e oltre 28 t/ha di frutti con calibro superiore a 70 mm. La produzione più bassa è stata registrata per il fusetto su BA29 (3.174 alb./ha) con 20,7 t/ha. Il sistema a cordone verticale su MC (10.822 alb./ha) ha prodotto invece i frutti più piccoli (appena 8,4 t/ha di frutti superiori a 70 mm rispetto ad una produzione complessiva di circa 35 t/ha) (tab. 9). Nell'anno successivo, le produzioni hanno mostrato una generale riduzione rispetto al precedente. La migliore prestazione produttiva è stata registrata per il sistema a cordone verticale con 43,9 t/ha di pere, a cui è cor-

Fig. 6 - Azienda 4. Abate Fétel. Classi di pezzatura 2009.



risposto però il minor peso dei frutti, solamente 219 g. A seguire il sistema a V con 37,3 t/ha e il 64,3% di frutti di pezzatura superiore a 70 mm. Il fusetto su BA29 si è confermato come un sistema più lento ad entrare in produzione con 16,3 t/ha ed il 64,3% di frutti di calibro superiore a 70 mm (tab. 9).

Il fusetto su Sydo® ha fornito nei due anni le maggiori percentuali di frutti di buona pezzatura, rispettivamente 77,5 e 80,9% di frutti oltre i 70 mm. Molto interessante anche la prestazione del cotogno Adams che al 4° anno d'impianto ha fornito l'87,6% di prodotto oltre 70 mm, con una produzione superiore al Sydo®.

Azienda 6
Sito sperimentale F6

Confronto fusetto/bi-asse su

Tab. 11- Azienda 6. Confronto fra fusetto e doppio asse con quattro combinazioni d'innesto. Anno 2008.

		Area Tronco (cm2)	Prod. (Kg/alb.)	Peso medio frutti (g)	Eff. Prod. (kg/cm²)	Prod. Calc. (t/ha)	Prod. con calibro > 70 mm (%)
Forma							
Doppio asse		23,0 a	6,2	318 b	0,29	18,6	77.4
Fusetto		18,5 b	5,7	330 a	0,33	17,1	85.4
Significatività		***	ns	*	ns	-	-
Portinnesto							
BA29		26,4 a	3,5 c	336 a	0,14 d	10,6	88.7
BH-MC		16,2 c	7,8 a	311 b	0,49 a	23,7	74.7
MH		19,8 b	7,1 a	314 b	0,36 b	21,5	77.7
SYDO®		20,6 b	5,2 b	335 a	0,27 c	15,7	84.7
Significatività		***	***	**	***	-	-
Sign. Forma*pi		ns	*	ns	ns	-	-
Forma	Portinnesto						
Doppio asse	BA29	29,0 a	3,8 c	327 ab	0,14 c	11,5	89.6
	BH-MC	18,2 b	9,1 a	304 b	0,51 a	27,5	67.3
	MH	21,7 b	7,1 b	305 b	0,33 b	21,4	70.6
	SYDO®	23,1 b	4,7 c	335 a	0,20 c	14,1	83.0
Significatività		***	***	**	***	-	-
Fusettwo	BA29	23,8 a	3,2 b	346 a	0,14 c	9,8	87.8
	BH-MC	14,1 c	6,6 a	317 a	0,47 a	19,9	82.4
	MH	18,0 b	7,1 a	324 a	0,39 ab	21,6	84.3
	SYDO®	18,2 b	5,7 a	334 a	0,33 b	17,3	86.1
Significatività		***	**	ns	***	-	-

Tab. 12 - Azienda 7. Abate Fétel allevata a fusetto e cordone verticale. Parametri produttivi (2008).

Forma	Anno impianto	Distanza impianto (m)	Densità impianto (alb./ha)	N. frutti/alb.	Prod. (Kg/alb.)	Peso medio frutti (g)	Area tronco (cm²)	Eff. Prod. (kg/cm²)	Prod. Calc. (t/ha)	Prod. con calibro >70 mm (%)
Fusetto	2001	3,5 x 0,7	4.082	45	9,7	217	63,7	0,31	39,6	44.2
Cordone verticale	2002	2,8 x 0,3	11.905	12	2,79	234	16,2	0,23	33,2	52.4

quattro portinnesti.
Si tratta di un impianto di recente costituzione messo a dimora nel 2006. I dati relativi al terzo anno non hanno evidenziato differenze significative tra fusetto e bi-asse, infatti i dati produttivi non sono risultati statisticamente differenti (tab. 10 e 11).
Tra i portinnesti appare evidente il vantaggio produttivo nei primi anni del cotogno MC quando viene utilizzato con l'intermedio di Butirra Hardy, infatti in entrambi gli anni della prova le produzioni più elevate sono state ottenute da questa combinazione, con una produzione cumulata di 11,9 kg/alb., pari a 36,6 t/ha. Interessante anche il cotogno MH che nel 2008 ha raggiunto livelli produttivi paragonabili a quelli del cotogno MC rispettivamente 7,1 kg/alb. e 7,8 kg/alb. (tab. 11), corrispondenti a 21,5 t/ha e 23,6 t/ha, mostrando una buona precocità nell'entrata in produzione. Per quanto riguarda la qualità dei frutti, il fusetto ha prodotto l'85,4% di frutti oltre i 70 mm rispetto al 77,4% del bi-asse. Tra i portinnesti il BA29 e il Sydo® hanno fornito il miglior risultato con 88,7% e 84,7% rispettivamente di frutti con calibro superiore a 70 mm, abbinati però ai livelli produttivi più bassi, ad indicare anche una loro più lenta messa a frutto.

Altissima densità

Azienda 7
Sito D2

Presso questa azienda sono stati messi a confronto due sistemi d'impianto: fusetto su Sydo® (4.082 alb./ha) all'8° anno d'impianto e cordone verticale su MC (11.905 alb./ha) al 7° anno.
Entrambi i sistemi nel 2008 hanno mostrato un buon livello produttivo a favore però del fusetto con 39,6 t/ha contro le 33,2 t/ha del cordone verticale. Il fusetto ha però mostrato frutti di peso di circa 15 grammi inferiore rispetto al cordone verticale che ha mostrato anche la quantità relativa maggiore di prodotto con pezzatu-

ra superiore ai 70 mm (17,4 t/ha pari al 52%, rispetto alle 17,5 t/ha per il fusetto pari al 44% del prodotto) (tab. 12).

Conclusioni

Questa indagine si prefiggeva l'obiettivo di monitorare le molteplici forme d'allevamento e le densità d'impianto attualmente proposte per il pero. Questo grande numero di informazioni ha permesso di raccogliere dati sulle capacità produttive di impianti a bassa, media e alta densità.

I dati rilevati ci permettono di affermare che i livelli produttivi raggiungibili anche utilizzando le basse densità di piantagione sono rilevanti con punte in alcuni casi oltre 60 t/ha. Per ottenere questi risultati la tecnica colturale gioca un ruolo molto importante e in particolare modo è risultata efficace l'applicazione del taglio delle radici per il contenimento della vigoria e l'anticipo nella messa a frutto specialmente negli alberi autoradicati.

L'aspetto più interessante che caratterizza le basse densità di piantagione è legato alla percentuale di frutti oltre 70 mm che nella media del triennio in osservazione della azienda 2 è stata del 49,2 % con punte oltre il 60 %. E' stato anche possibile osservare come l'autoradicato in generale fornisca pezzature medie dei frutti più elevate rispetto al Farold®40 che si è dimostrato anche abbastanza disforme come comportamento in campo ma in grado di raggiungere produzioni di 49 t/ha.

I nostri dati (Azienda 3) hanno mostrato anche come il Farold®87 dal punto di vista produttivo sia decisamente inferiore al Farold®40 evidenziando anche una riduzione nel peso medio dei frutti dati che contrastano con le prime sperimentazioni condotte su questo genotipo (Sansavini et al., 1997).

Attenzione deve essere posta anche alla potatura che può essere attuata in maniera tradizionale oppure modificata con una tecnica di taglio su più livelli avendo cura di lasciare rami con tre lunghezze: raccorciati a 4 gemme, ridotti di circa la metà e non toccati in modo da rallentare lo sviluppo negli alberi più vigorosi.

L'applicazione di questa potatura in generale ha fornito risultati produttivi inferiori a quella tradizionale che sicuramente è più accurata e necessità di più tempo per la sua esecuzione (+25-30%).

Tra le forme adatte alla bassa densità troviamo quasi esclusivamente la palmetta che consente di realizzare frutteti anche molto alti, oltre i 4 m. La produzione in queste pareti produttive si distribuisce mostrando un gradiente dal basso verso l'alto dove solitamente la produzione risulta essere maggiore e di migliore qualità.

Per quanto riguarda gli impianti più intensivi è noto l'effetto della densità sulla produzione e in alcuni casi come nell'azienda 4 e 5 è stato possibile osservare un'alta correlazione tra le densità d'impianto e la produzione, ma è altresì vero che l'impiego di portinnesti troppo nanizzanti come il cotogno MC, pur permettendo di raggiungere importanti risultati produttivi, penalizza la pezzatura dei frutti come nel caso del cordone verticale a 10.822 alb./ha. Occorre evidenziare anche le ottime rese produttive del cotogno Adams a cui si abbina una elevata percentuale di frutti oltre i 70 mm (87,6%). Positivo anche il comportamento del cotogno MH che al secondo anno ha raggiunto i livelli produttivi di MC, migliorando però il peso medio dei frutti.

Tra le forme adatte alla media

densità di piantagione ricordiamo il bi-asse che permette di realizzare pareti produttive simili alla palmetta, e dividendo il vigore su due assi permette un migliore controllo della vegetazione. Attualmente questa forma viene proposta per portinensti cotogni, ma l'applicazione di forme multiasse in combinazione con portinnesti franchi o in piante autoradicate potrebbe portare ad un ottimo compromesso tra la necessità di ridurre gli input energetici e il controllo della produzione. Specialmente ora che la normativa nitrati fissa in 90 unità di azoto il limite per la concimazione dei pereti.

È quindi importante osservare che il raggiungimento di una elevata produzione è attualmente possibile seguendo soluzioni molto diverse tra loro. Ma è necessario sottolineare come nel passato l'obiettivo nella coltivazione di Abate Fétel fosse la massimizzazione della produzione.

Questo concetto ha trovato la sua massima espressione nell'alta e nell'altissima densità di piantagione. Oggi questo aspetto non è più così importante anzi i limiti di pezzatura richiesti ai produttori si innalzano ogni anno e vengono quindi privilegiati quei sistemi in grado di assicurare almeno un 50-60% di frutti oltre 70 mm. Inoltre, negli ultimi anni, la coltivazione del pero, e di Abate Fétel in particolare, si sta spostando anche in aree con caratteristiche pedologiche non adatte al cotogno; in queste aree l'unica soluzione è l'impiego di portinnesti franchi o di varietà autoradicate. Per questa ragione occorre approfondire e mettere a punto la tecnica colturale e la tecnica vivaistica per la gestione e l'ottenimento di materiale vivaistico adatto agli impianti a bassa densità.

Un'altra considerazione riguarda la problematica della moria dei portinnesti cotogni che negli ultimi due anni è diventata sempre più grave e in alcune aziende ha colpito fino al 30%. Questo aspetto, se non si troverà una cura o un sistema per limitarne la diffusione porterà ad una contrazione della pericoltura su cotogno che attualmente per Abate Fétel rappresenta la quasi totalità dei nuovi impianti. In conclusione, è possibile affermare che le medie e le alte densità d'impianto hanno confermato i risultati produttivi estremamente interessanti che hanno portato alla loro diffusione nelle zone di coltivazione ottimali per il pero.

Occorre infine ricordare che le basse densità di piantagione hanno permesso di raggiungere eccellenze produttive in zone marginali in cui la pericoltura su cotogno non era proponibile.

Tecniche agronomiche sostenibili per la prevenzione della clorosi ferrica

Giovambattista Sorrenti, Moreno Toselli, Bruno Marangoni
Dipartimento di Colture Arboree - Università di Bologna

Introduzione

In Emilia-Romagna il pero incontra l'ambiente ottimale per esaltare le sue potenzialità quali-quantitative, riflettendo l'eccellente vocazionalità pedoclimatica del territorio.
Tuttavia, una cospicua frazione degli impianti è ubicata su suoli alcalino-calcarei, notoriamente responsabili dell'insorgenza dei sintomi di clorosi ferrica nelle combinazioni d'innesto che prevedono l'impiego del cotogno (Rombolà e Sorrenti, 2006).
Nei suoli calcarei, infatti, la nutrizione ferrica delle piante arboree è ostacolata dallo ione bicarbonato, che tamponando il pH a valori sub-alcalini, determina l'insolubilizzazione del Fe, limitandone l'assorbimento radicale.
La suscettibilità alla clorosi ferrica varia in ragione della cultivar, ad esempio Abate Fétel è maggiormente sensibile di Williams (Tagliavini e Rombolà, 2001). I sintomi si manifestano principalmente a carico delle foglie apicali sulle quali compare il tipico ingiallimento distribuito uniformemente sulla lamina (*Foto 1*), mentre, qualora le condizioni di ferro deficienza dovessero persistere, la clorosi si può estendere anche alle foglie inserite sulla porzione basale del germoglio comportando, nei casi più gravi, necrosi ed abscissione precoce delle foglie stesse.

Foto 1 - Evidenti sintomi di clorosi ferrica su alberi adulti di pero (Abate Fétel/BA29)

La clorosi ferrica, anche moderata, può deprimere drasticamente la produttività degli alberi di pero (riducendo il numero di frutti per pianta) nonché alterare il metabolismo e la qualità dei frutti (Álvarez-Fernández et al., 2010) condizionando il valore delle partite commerciali. Inoltre, può accentuare la virulenza di alcuni agenti patogeni, come ad esempio *Erwinya amylovora* (Raymundo e Ries, 1980, Expert, 1999), la cui infezione è acutizzata dall'aumento della concentrazione di acido malico, ricorrente nei tessuti delle piante Fe-carenti.
In genere, la clorosi ferrica si manifesta in primavera, tra la fioritura e l'allegagione, in concomitanza di abbondanti precipitazioni, le quali sono responsabili dell'incremento della concentrazione di bicarbonato nel suolo (Boxma, 1982) ed in coincidenza con l'intensa richiesta di ferro da parte delle piante e dell'insufficiente riserva negli organi perenni.

Le strategie preventive e curative

La scelta del portinnesto rappresenta la strategia più efficace e duratura per prevenire la clorosi ferrica del pero ed è noto come i franchi (*Pyrus communis*) siano maggiormente tolleranti rispetto ai cotogni (*Cydonia oblonga*) (Tagliavini e Rombolà, 2001). Tradizionalmente, i pericoltori adoperano i portinnesti di cotogno, in grado di contenere la vigoria dell'albero e di garantire produzioni costanti e qualitativamente pregiate. Nella pratica agronomica, si ricorre perciò spesso all'apporto di chelati di Fe, applicati sia alla chioma (Fe-EDTA, Fe-DTPA) sia al suolo (Fe-EDDHA, Fe-EDDHMA e Fe-EDDHSA), i quali, sebbene presentino un'efficacia comprovata, presentano un costo elevato, un effetto limitato nel tempo e sono potenzialmente dannosi per la flora e la fauna tellurica (Grčman et al., 2001), giacché lisciviabili (Rombolà et al., 2002) e scarsamente degradabili (Nörtemann, 1999).

La letteratura specializzata annovera diverse strategie alternative alle molecole di sintesi efficaci nella prevenzione della clorosi ferrica dei fruttiferi. Risultati positivi sono stati ottenuti con la vivianite sintetica, un fosfato ferroso che può essere convenientemente preparato in azienda (Rombolà e Sorrenti, 2006). Indicazioni incoraggianti emergono da sperimentazioni condotte su arachide e cece (Sánchez-Alcalá et al., 2010a) ed olivo (Sánchez-Alcalá et al., 2010b) sfruttando le proprietà della siderite ($FeCO_3$), un minerale facilmente riproducibile, la cui persistente efficacia nel suolo è legata alla capacità di ossidarsi rapidamente in nanoparticelle di ossidi ferrosi non cristallini (lepidocrocite), che notoriamente rappresentano un'ottima fonte di Fe per l'assorbimento delle piante. Anche la distribuzione al suolo di sostanza organica, come ad esempio il compost (Sorrenti et al., 2005) e la consociazione con specie graminacee (Sorrenti et al., 2010), rappresentano tecniche agronomiche in grado di migliorare la nutrizione ferrica delle piante da frutto. Analogamente, Pestana et al. (2010) hanno osservato un rinverdimento delle porzioni clorotiche di piante di fragola trattate alla chioma con estratto di graminacee, mentre, recenti risultati in condizioni controllate, indicano le potenzialità legate all'impiego al suolo dell'estratto acquoso di *Amaranthus retroflexus* per alleviare la problematica (Sorrenti et al., 2009). Nell'ambito del "Progetto Integrato per il

Foto 2 - La sospensione di vivianite è stata applicata mediante 4 iniezioni per albero, sfruttando un palo iniettore

Sostegno della Filiera Pero in Emilia-Romagna", il Dip. di Colture Arboree dell'Università di Bologna ha condotto una sperimentazione di durata triennale al fine di valutare, in condizioni di campo, la risposta vegeto-produttiva di piante di pero sottoposte a tecniche agronomiche a basso impatto ambientale, finalizzate a prevenire la clorosi ferrica.

Materiali e Metodi

Sito sperimentale C1

La ricerca, avviata nel 2008, è stata condotta in un pereto commerciale della varietà Abate Fétel (*Pyrus communis* L.), innestata su Cotogno BA29 (*Cydonia oblonga* Mill), impollinata da alberi della cv Williams e messo a dimora nel 1996 con un sesto d'impianto di 3,5 x 1,3 m (2198 piante ha^{-1}). L'impianto veniva irrigato a goccia ed il suolo gestito mediante l'inerbimento a strisce con lavorazione della fila. Il suolo dell'impianto che ha ospitato la prova, le cui principali caratteristiche chimico-fisiche sono riportate in tabella 1, è classificato come Santomobono franco limoso argilloso (SMB2, Soil Taxonomy, World Reference Base) e rientra nelle Terre calcaree dei dossi fluviali. La sperimentazione ha confrontato i seguenti trattamenti:

a) Controllo non trattato: nessun apporto di fertilizzante a base di ferro;
b) Fe-chelato: prodotto commerciale a base di Fe-EDDHA (5,5 % di Fe) alla dose di 30 g $pianta^{-1}$ distribuito annualmente mediante due interventi in fertirrigazione a distanza di 30 giorni a partire dalla ripresa vegetativa;
c) Vivianite sintetica: preparata in azienda dissolvendo in 100 l di acqua, 5,63 l di un concime liquido al 54% in P_2O_5 e 15 kg di $FeSO_4$ eptaidrato al 19% di Fe idrosolubile. La vivianite è stata apportata al suolo in un unico intervento nella primavera del 2008 iniettando circa 4 l $pianta^{-1}$ di sospensione mediante un palo iniettore (Foto 2);
d) Ammendante compostato misto (compost): distribuito annualmente alla dose di 12 kg $pianta^{-1}$ in primavera (Foto 3) e successivamente interrato alla profondità di circa 15 cm;
e) Estratto di *Amaranthus retroflexus*: somministrato mediante 5 interventi all'anno in fertirrigazione a distan-

Tab. 1. Caratteristiche fisico-chimiche del suolo del pereto che ha ospitato la prova

Parametri	Unità di misura	Valore
Granulometria		
Sabbia	%	41,2
Limo	%	24,8
Argilla	%	34,0
Sostanza organica	%	1,32
Rapporto C/N		4,55
pH in acqua	Unità	7,66
Basi di scambio		
Calcio	meq/100g	10,1
Magnesio	meq/100g	4,93
Potassio	meq/100g	0,26
Sodio	meq/100g	0,36
Conducibilità	mS/cm	0,44
Salinità	mg/l	284
Calcare attivo	%	7,38
Capacità di Scambio Cationico	meq/100g	15,6
Elementi nutritivi		
Carbonio Organico	%	0,76
N totale (Kjeldhal)	‰	1,68
P assimilabile	ppm	26,8
K scambiabile	ppm	102
Ca scambiabile	ppm	2017
Mg scambiabile	ppm	600
Na scambiabile	ppm	83,4
Fe assimilabile	ppm	9
Mn assimilabile	ppm	0,4
Cu assimilabile	ppm	7,8
Zn assimilabile	ppm	4,4
B solubile	ppm	0,6

Foto 3 - Distribuzione sulla fila dell'ammendante compostato misto, successivamente interrato

za di 15 gg a partire dalla ripresa vegetativa, distribuendo 18 g di estratto (s.s.) per pianta ad ogni intervento. L'estratto è stato ottenuto in accordo con quanto descritto da Sorrenti et al., 2009 e portato in soluzione acquosa almeno 18 ore prima di ogni intervento alla concentrazione di 3,6 g l^{-1};

f) Estratto di *Amaranthus retroflexus* addizionato con $FeSO_4$: somministrato mediante 5 interventi all'anno in fertirrigazione a distanza di 15 gg a partire dalla ripresa vegetativa, distribuendo 18 g di estratto (s.s.) e 2,72 g di $FeSO_4$ per pianta ad ogni intervento. L'estratto è stato portato in soluzione acquosa almeno 18 ore prima di ogni intervento ad una concentrazione di 3,6 e 0,54 g l^{-1} per l'amaranto ed il solfato di Fe, rispettivamente. Le parcelle sperimentali sono state disposte secondo un disegno a blocchi completamente randomizzati ed ogni parcella era costituita da 5 piante, delle quali solo le tre centrali sono state considerate per i rilievi.

L'incidenza della clorosi ferrica sulle piante è stata valutata mediante la determinazione del contenuto di clorofilla fogliare in piena estate. Contestualmente, è stata determinata la concentrazione dei nutrienti nelle foglie. Ad ogni stagione, alla raccolta commerciale è stata determinata la produttività degli alberi ed il peso medio del frutto, mentre, su un campione rappresentativo di pere sono stati determinati i principali parametri qualitativi. Limitatamente alla seconda stagione di sperimentazione, su campioni di polpa è stata determinata la concentrazione degli elementi minerali. Su campioni di suolo è stata altresì valutata l'influenza dei trattamenti sul pH (in acqua), la concentrazione di Fe assimilabile (DTPA) (Lindsay e Norvell, 1978) e la biomassa microbica, secondo la metodologia descritta da Anderson e Domsch, (1978). I dati ottenuti sono stati sottoposti all'analisi della varianza utilizzando la procedura GLM di SAS (SAS, Institute Cary, NC, USA) e, quando l'effetto del trattamento è risultato significativo, la separazione delle medie è stata effettuata con il test LSD ($P \leq 0,05$).

Risultati e Discussioni

Fin dalla prima stagione di sperimentazione le piante di controllo hanno evidenziato marcati sintomi di ingiallimento a carico delle foglie come dimostrato dai ridotti valori Spad (Tab. 2). Tali sintomi, riconducibili a Fe-carenza, sono stati efficacemente prevenuti nelle parcelle fertilizzate al suolo con chelato di ferro che ha sempre garantito i livelli di clorofilla fogliare significativamente più elevati (Tab. 2). Anche la somministrazione di vivianite sintetica e di compost ha incrementato significativamente la concentrazione di clorofilla nelle foglie (Tab. 2), sebbene in misura minore rispetto al chelato di ferro. Tuttavia, nei primi due anni di sperimentazione la vivianite ha indotto un'efficacia preventiva della clorosi ferrica superiore rispetto al compost, mentre

Tab. 2. Effetto dei trattamenti sul contenuto di clorofilla fogliare degli alberi nel triennio di sperimentazione

TRATTAMENTO	Clorofilla fogliare (Unità Spad)		
	2008	2009	2010
Controllo	16,1 d	20,9 e	15,5 e
Fe-chelato	38,3 a	44,0 a	31,6 a
Vivianite	28,1 b	34,0 b	23,3 c
Compost	19,7 c	31,1 cd	24,8 b
Amaranto	-	29,3 d	20,7 d
Amaranto + $FeSO_4$	-	32,0 c	22,8 c
Significatività	***	***	***

**** = significatività per P > 0,001*

Foto 4 - L'apporto di compost è in grado di migliorare la nutrizione ferrica del pero. Si osservi la colorazione della chioma degli alberi ammendati (a destra) rispetto alle piante di controllo.

nel terzo anno, la tendenza è stata invertita. L'effetto positivo della vivianite sulla nutrizione ferrica dei fruttiferi, confermato su diverse specie (ad es. pero, olivo, pesco e actinidia) (Iglesias et al., 2000; Rosado et al., 2002; Rombolà et al., 2003a; 2003b; Sorrenti et al., 2010) è legato alla capacità della sospensione iniettata di migliorare la disponibilità di ferro nel suolo, mentre la sua persistenza è imputabile alla scarsa degradabilità e mobilità nel suolo che, a differenza dei chelati di ferro sintetici, permane alla profondità di applicazione (Rosado et al., 2002). In questo studio, l'efficacia delle iniezioni di vivianite è risultata più evidente nelle prime 2 stagioni dalla somministrazione, mentre, successivamente l'effetto è stato più contenuto. Esperienze precedenti, invece, riportano l'effetto persistente di un'unica iniezione di vivianite fino a 3-4 anni (Rosado et al., 2002). È da considerare, tuttavia, che la validità della tecnica presuppone la corretta messa a punto delle dosi in funzione della specie, evitando di incorrere in fenomeni di fito-

Tab. 3. Effetto dei trattamenti sulla concentrazione di macro e micro elementi nelle foglie (luglio, 2009)

TRATTAMENTO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	% s.s.					ppm			
Controllo	1,88	0,17	1,70 a	1,35	0,52	49,7 b	40,2 a	101,7	43,7 a
Fe-chelato	2,00	0,15	1,03 c	1,29	0,49	84,2 a	32,2 b	103,7	33,7 d
Vivianite	1,82	0,16	1,30 b	1,26	0,50	56,1 b	31,5 b	98,3	36,5 cd
Compost	1,96	0,16	1,51 ab	1,40	0,53	61,7 b	40,5 a	96,5	38,6 bc
Amaranto	1,97	0,19	1,43 b	1,42	0,53	50,5 b	42,3 a	94	41,9 ab
Amaranto + $FeSO_4$	1,96	0,13	1,34 b	1,37	0,54	47,3 b	43,3 a	95	39,8 abc
Significatività	ns	ns	***	ns	ns	***	***	ns	***

**** e ns = significatività per P > 0,001 e non significativo, rispettivamente.*

Tab. 4. Effetto dei trattamenti sulla produttività degli alberi nel triennio di sperimentazione

TRATTAMENTO	Produttività (kg albero^{-1})		
	2008	2009	2010
Controllo	10,0	20,4 b	11,4
Fe-chelato	12,9	26,5 a	14,7
Vivianite	12,1	21,0 b	11,7
Compost	10,1	21,1 b	13,9
Amaranto	-	24,4 ab	13,5
Amaranto + $FeSO_4$	-	23,6 ab	12,4
Significatività	ns	*	ns

** e ns = significatività per P > 0,05 e non significativo, rispettivamente.*

Tab. 5. Effetto dei trattamenti sul peso medio del frutto nel triennio di sperimentazione

TRATTAMENTO	Peso medio del frutto (g frutto^{-1})		
	2008	2009	2010
Controllo	207	224 a	273 abc
Fe-chelato	196	195 b	263 bc
Vivianite	206	203 ab	279 ab
Compost	193	221 a	287 a
Amaranto	-	195 b	260 cd
Amaranto + $FeSO_4$	-	192 b	244 d
Significatività	ns	***	***

**** e ns = significatività per P > 0,001 e non significativo, rispettivamente.*

Tab. 6. Effetto dei trattamenti sui principali parametri qualitativi dei frutti alla raccolta (agosto, 2009)

TRATTAMENTO	Consist. polpa	Residuo Secco Rifrattom.	Acidità del succo	pH del succo
	kg	Bx°	g l^{-1} ac. malico	
Controllo	5,33 ab	12,9 c	1,41 c	4,10 a
Fe-chelato	5,30 ab	14,2 a	1,82 a	3,78 cd
Vivianite	4,76 d	13,1 c	1,91 a	3,76 d
Compost	5,57 a	13,3 bc	1,78 ab	3,94 b
Amaranto	5,18 bc	14,1 ab	1,45 bc	3,99 ab
Amaranto + $FeSO_4$	4,96 cd	14,4 a	1,59 abc	3,92 bc
Significatività	***	**	*	***

,,*** = significatività per P > 0,05, 0,01 e 0,001, rispettivamente.*

tossicità. Inoltre, la modalità di applicazione assume un ruolo cruciale nella corretta interpretazione dell'impiego della vivianite (Sorrenti et al., 2005), poiché in virtù della sua scarsa mobilità nel suolo è consigliabile distribuire il dosaggio fissato in un volume di suolo ampio impiegando il palo iniettore, capace di distribuire la sospensione in senso radiale ed alla profondità caratterizzata dalla più elevata densità radicale.

L'apporto dell'ammendante compostato misto ha incrementato il contenuto di clorofilla delle foglie (Tab. 2) in particolare a partire dalla seconda stagione di sperimentazione (Foto 4), confermando le proprietà chelanti della sostanza organica (Cesco et al., 2000; Pinton et al., 1999) ed i risultati positivi già osservati su pero in esperienze precedenti (Sorrenti et al., 2005).

L'apporto dell'estratto di amaranto al suolo ha aumentato significativamente il contenuto di clorofilla fogliare rispetto alle piante di controllo, in misura più marcata quando arricchito con $FeSO_4$ (Tab. 2). I benefici indotti dall'estratto di *A. retroflexus* confermano i risultati ottenuti in ambiente controllato sulla stessa specie (Sorrenti et al., 2009) e sono probabilmente riconducibili all'azione esercitata dagli agenti chelanti naturali identificati nei tessuti della specie erbacea (Matocha e Pennington, 1982), in grado di chelare il Fe nel suolo aumentandone la disponibilità per le piante.

In generale, lo stato nutrizionale degli alberi ha evidenziato valori ritenuti ottimali per la cultivar Abate Fétel allevata nel comprensorio emiliano-romagnolo (Tab. 3). Tuttavia,

Tab. 7. Effetto dei trattamenti sulla concentrazione di macro e micro elementi nella polpa dei frutti alla raccolta (agosto, 2009)

TRATTAMENTO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	% s.s.					ppm			
Controllo	0,19	0,05	0,95 ab	0,08 b	0,043 a	18,9	3,4	6,52 a	7,68
Fe-chelato	0,19	0,05	0,82 c	0,07 b	0,037 b	17,0	2,7	4,64 c	6,63
Vivianite	0,18	0,06	0,86 bc	0,09 ab	0,040 ab	34,2	3,2	4,9 bc	6,79
Compost	0,20	0,06	0,96 a	0,07 b	0,044 a	20,3	3,6	5,75 ab	8,08
Amaranto	0,19	0,06	0,90 abc	0,06 b	0,040 ab	17,9	3,4	5,4 bc	6,86
Amaranto + $FeSO_4$	0,17	0,07	0,85 c	0,11 a	0,038 b	33,8	3,4	5,87 ab	7,28
Significatività	ns	ns	*	*	*	ns	ns	*	ns

** e ns = significatività per P > 0,05 e non significativo, rispettivamente.*

Tab. 8. Effetto dei trattamenti sul pH, biomassa microbica e concentrazione di Fe assimilabile del suolo (febbraio, 2009 e 2010).

	pH		Biomassa microbica		Fe assimilabile (DTPA)	
TRATTAMENTO	2009	2010	2009	2010	2009	2010
			µg C g suolo^{-1}		mg kg^{-1}	
Controllo	7,72	7,71	131 b	157 b	30,8 b	16,2 b
Fe-chelato	7,65	7,72	117 b	160 b	31,4 b	17,6 b
Vivianite	7,62	7,75	185 ab	145 b	40,5 a	19,0 b
Compost	7,83	7,69	312 a	199 a	34,2 ab	23,3 a
Amaranto	-	7,69	-	157 b	-	16,8 b
Amaranto + $FeSO_4$	-	7,76	-	151 b	-	17,7 b
Significatività	ns	ns	***	**	*	**

, **, *, ns = significatività per P > 0,05, 0,01, 0,001 e non significativo, rispettivamente.*

nel 2009, la concentrazione fogliare di K è risultata statisticamente ridotta in tutti i trattamenti ad eccezione delle parcelle ammendate con compost ed, in particolare, i valori più bassi sono stati riscontrati nelle foglie delle piante trattate con Fe-chelato (Tab. 3). L'apporto al suolo del chelato, invece, ha incrementato significativamente la concentrazione di Fe nelle foglie sia nel primo (dati non riportati) sia nel secondo anno di sperimentazione (Tab. 3), mentre quella di Mn nelle piante trattate con Fe-chelato e vivianite è risultata statisticamente ridotta rispetto a tutti gli altri trattamenti. È noto l'effetto inibente dell'agente chelante sull'assorbimento radicale del Mn (Wallace e Alexanders, 1973; Zaharieva, 1995) già riportato su piante di actinidia allevate in ambiente controllato (Rombolà et al., 2003a), in pieno campo (Sorrenti et al., 2010) e su soia (Wallace e Alexanders, 1973).

Le differenti strategie hanno condizionato la produttività degli alberi (Tab. 4) limitatamente alla stagione di maggiore carica produttiva (2009). Probabilmente, la moderata produttività degli alberi registrata nel primo e nel terzo anno di sperimentazione (11,3 e 12,9 kg/albero, rispettivamente) ha limitato le ripercussioni della clorosi ferrica sulle rese, mentre, il carico produttivo medio pari a 23 kg/albero, registrato nel 2009, ha contribuito ad accentuare l'efficacia del trattamento sulle performance produttive degli alberi. Nel dettaglio, le piante trattate con Fe-chelato hanno presentato la produttività significativamente più elevata rispetto agli altri trattamenti, senza tuttavia differenziarsi statisticamente dagli alberi fertirrigati con l'estratto di amaranto, i quali hanno presentato valori inter-

medi (Tab. 4). La somministrazione di compost e di vivianite, invece, non ha migliorato la resa degli alberi sempre simile alle piante di controllo (Tab. 4). Nell'ultima stagione di sperimentazione (2010), sebbene senza differenziarsi statisticamente, le piante di controllo hanno prodotto mediamente l'8%, il 16%, il 18% ed il 23% in meno rispetto alle piante trattate con estratto di amaranto arricchito con $FeSO_4$, estratto di amaranto, compost e Fe-chelato, rispettivamente (Tab. 4). Nel 2009, il peso medio del frutto ha evidenziato un andamento opposto rispetto alla produttività (Tab. 5); in generale, le piante caratterizzate dalla produttività più elevata hanno fornito i frutti di pezzatura minore, mentre nel 2010, il peso medio del frutto è stato incrementato dall'apporto di compost rispetto alle piante fertilizzate con Fe-chelato ed estratto di amaranto.

Nella stessa stagione la pezzatura dei frutti più contenuta è stata registrata nelle piante fertirrigate con estratto di amaranto addizionato con $FeSO_4$, che ad eccezione delle parcelle trattate con il solo estratto, è risultata statisticamente ridotta rispetto a tutte le altre strategie (Tab. 5).

Alla raccolta commerciale i frutti delle piante fertilizzate con compost hanno presentato una polpa significativamente più consistente rispetto a quelli delle parcelle trattate con l'estratto di amaranto e con vivianite (Tab. 6). Inoltre, la vivianite e l'estratto addizionato con $FeSO_4$, hanno ridotto la consistenza dei frutti rispetto alle piante di controllo e fertilizzate con Fe-chelato (Tab. 6). L'apporto di Fe sotto forma chelata e dell'estratto di amaranto ha aumentato il residuo secco rifrattometrico (RSR) delle pere alla raccolta (Tab. 6), confermando l'effetto della nutrizione ferrica sull'efficienza fotosintetica delle piante in grado di migliorare l'accumulo di fotosintetati. Precedenti indagini sulla stessa specie, confrontando frutti provenienti da piante clorotiche e non, non hanno, invece, evidenziato sostanziali alterazioni nei parametri qualitativi alla raccolta (consistenza, RSR, acidità titolabile, pH, acidi organici e zuccheri solubili) (Sorrenti et al., 2005). Tali osservazioni non coincidono con quanto descritto da Álvarez-Fernández et al., (2010), che indica tra le conseguenze della clorosi ferrica sulla qualità delle pere un rammollimento anticipato della polpa, un incremento del contenuto in solidi solubili abbinato alla progressiva riduzione del contenuto in acidi organici, indicando di fatto un anticipo dell'epoca di maturazione dei frutti delle piante Fe-deficienti.

La concentrazione di K e di Mg rinvenuta nella polpa dei frutti (2009) è risultata ridotta dall'apporto di Fe-chelato e dall'estratto di amaranto arricchito con $FeSO_4$ (Tab. 7). Le differenze di produttività registrate nel 2009 possono in parte giustificare lo stato nutrizionale degli alberi. Infatti, le piante con la più elevata produttività, hanno, probabilmente, comportato una maggiore traslocazione e diluizione degli elementi minerali verso i frutti a scapito delle foglie.

Mentre il pH del suolo non è stato modificato, solo l'impiego del compost ha indotto, in entrambe le stagioni di indagi-

ne, un incremento dell'attività microbica (0-15 cm di profondità) e della concentrazione di Fe assimilabile (estratto con DTPA) del suolo (10-30 cm di profondità), indicando il positivo effetto di stimolo del compost sulla fertilità biologica del suolo con riflessi positivi sulla disponibilità di Fe (Tab. 8). L'apporto di vivianite, invece, ha comportato un incremento della disponibilità di Fe assimilabile nel suolo esclusivamente nella stessa stagione della sua applicazione (Tab. 8), riflettendo l'efficacia della strategia sulla risposta vegetativa delle piante.

Conclusioni

Le molecole chimiche di sintesi (Fe-chelati) impiegate nella prevenzione della clorosi ferrica dei fruttiferi, sebbene offrano una comprovata efficacia, confermata anche nella presente sperimentazione, incidono pesantemente sui costi di produzione ed impongono una serie di riflessioni sull'impatto ambientale cui il loro uso comporta. I risultati ottenuti in un triennio di sperimentazione evidenziano l'efficacia potenziale legata ad alcune strategie sostenibili nella prevenzione della clorosi ferrica del pero assicurando livelli produttivi soddisfacenti abbinati ad elevati standard qualitativi del prodotto. L'impiego del compost coniuga i vantaggi agronomici con l'opportunità di smaltimento della frazione organica residua di alcuni processi agro-industriali. L'ammendante compostato misto impiegato nella sperimentazione è il risultato del processo di compostaggio di matrici organiche di diversa provenienza (scarti organici dei residui solidi urbani (RSU), materiale di potatura ecc.) che in tal modo vengono riciclate in agricoltura. Il compost viene validamente proposto quale strategia per ripristinare, incrementare e mantenere un buon livello di sostanza organica nel suolo che contribuendo a migliorarne la fertilità fisica, chimica e biologica, migliora l'ambiente di coltivazione per le piante. Ai fini pratici, anche in considerazione del costo modesto (25 € t^{-1}) si consiglia l'apporto annuale di compost anche in quantità più elevate di quelle impiegate nella prova, localizzando l'ammendante sulla fila ed interrandolo successivamente.

La convenienza nell'impiego della vivianite è legata alla sua reale efficacia duratura, presupponendo la necessità di ottimizzare la tecnica in funzione della specie. Si raccomanda di distribuire la vivianite in un volume di suolo ampio, impiegando strumenti (es. palo iniettore ad alta pressione), capaci di distribuire la sospensione in senso radiale ad una profondità compresa tra 20 e 40 cm, che rappresenta lo strato a più elevata densità radicale in particolare quando si impiegano portinnesti deboli (es. cotogno). Da ricordare, inoltre, che la sospensione di vivianite apporta anche elevate quantità di fosforo nel suolo aumentando la disponibilità di questo elemento per gli alberi.

Promettenti potenzialità sono emerse anche dall'impiego dell'estratto di amaranto, sopratutto quando arricchito con $FeSO_4$. L'amaranto è una specie erbacea spontanea, infestante, al momento non acquisibile sul mercato o quantomeno per le finalità proposte nella

presente sperimentazione.
Sebbene la metodica di preparazione e di stoccaggio del formulato naturale è risultata piuttosto semplice e la distribuzione dei quantitativi impiegati (18 g pianta^{-1} x 5 interventi anno^{-1}) facilmente gestibile, si rammenta che i risultati ottenuti dall'impiego dell'estratto di amaranto si riferiscono ad una prima esperienza in frutticoltura in condizioni di campo, necessitando di ulteriori validazioni.

Ringraziamenti
Gli autori ringraziano l'Azienda Agricola Alberto Asioli (Massa Lombarda, RA) per avere messo a disposizione il pereto nel quale si è svolta la prova.

NOTA: *Nelle tabelle all'interno di ogni colonna i valori contrassegnati da lettere diverse differiscono statisticamente tra loro; separazione delle medie mediante test LSD.*

Selezione e valutazione di portinnesti di pero dal vigore moderato e tolleranti la clorosi ferrica

Maurizio Quartieri, Bruno Marangoni
Dipartimento di Colture Arboree - Università di Bologna

Luigino Schiavon
Azienda Pilota e Dimostrativa 'Sasse Rami' - Veneto Agricoltura

Introduzione

In Italia la maggior parte degli impianti di pero è tuttora realizzata con la messa a dimora di alberi innestati su cotogno (*Cydonia oblonga* Mill) (Musacchi, 2006; SFR, 2008); tuttavia nel corso degli ultimi anni è cresciuto l'interesse dei produttori verso alberi innestati su portinnesti di pero (*Pyrus communis* L.), sia per assicurarsi un impianto di maggiore longevità, realizzabile e gestibile con un minor impiego di mezzi tecnici, sia per ovviare ai limiti agronomici evidenziati nel tempo dai cotogni, come la disaffinità d'innesto, la sensibilità alla clorosi ferrica e la produttività non sempre costante.

La disaffinità d'innesto è una problematica che interessa alcune importanti cultivar di pero (es. Abate Fétel, Kaiser e William) innestate su cotogno. La disaffinità, inoltre, può aggravare la suscettibilità alla clorosi ferrica; i processi necrotici che si sviluppano a livello del punto d'innesto, infatti, possono causare un insufficiente rifornimento di carboidrati alle radici e compromettere alcune delle risposte di tolleranza alla carenza di ferro (Breen, 1975).

In Italia buona parte della pericoltura è localizzata in aree con suoli alcalino-calcarei, caratterizzati da condizioni sfavo-

Fig. 1 - Albero della cv Abate Fétel innestata su pero Fox 9

Tab. 1. Parametri chimici e fisici dei suoli utilizzati nelle prove sperimentali.

Parametro analitico	Suolo di Ceregnano (RO)	Suolo di Cadriano (BO)
Sabbia (%)	17	20
Limo (%)	54	42
Argilla (%)	29	38
pH in acqua (1:2,5)	7,8	7,2
Calcare totale (%)	4,0	2,0
Calcare attivo (%)	1,0	1,7
Sostanza organica (%)	1,7	1,5
Azoto totale (‰)	1,4	1,1
Capacità di scambio (meq/100 g)	23,3	27,9
Sodio scambiabile (mg/kg)	30	421
Potassio scambiabile (mg/kg)	129	262
Calcio scambiabile (mg/kg)	4114	6260
Magnesio scambiabile (mg/kg)	250	325
Fosforo assimilabile (mg/kg)	30	47
Ferro assimilabile DTPA (mg/kg)	26	20

revoli all'assorbimento radicale del ferro, con conseguente insorgenza della clorosi ferrica negli alberi innestati su portinnesti di cotogno. Tra le fisiopatie che colpiscono il pero, la clorosi ferrica è certamente la più importante: può causare forti riduzioni della produzione e influenzare negativamente la qualità dei frutti (Tagliavini e Rombolà, 2001; Alvarez-Fernadez et al., 2010). Inoltre, riduce l'efficienza d'uso dell'acqua (Rombolà et al., 2004) e influenza la biologia di importanti agenti patogeni quali l'*Erwinia amylovora* responsabile del colpo di fuoco batterico, che in condizioni di ferro carenza è in grado di sottrarre il ferro alle piante producendo potenti siderofori (Expert, 1999; Di Marco et al., 2002).

Anche la concimazione azotata può esercitare un'azione negativa sulla nutrizione ferrica; nei suoli calcarei, infatti, l'assorbimento radicale dello ione nitrato (la forma ionica prevalente nei suoli alcalino-calcarei) è responsabile dell'alcalinizzazione della rizosfera e della riduzione dell'assorbimento radicale del ferro.

Sulla base di queste conoscenze risulta dunque importante determinare prima dell'impianto del pereto il contenuto in calcare del terreno, per conoscere il probabile grado di sviluppo della clorosi ferrica. La prevenzione di tale fisiopatia deve essere pianificata già prima dell'impianto, ad esempio attraverso l'apporto al suolo di sostanza organica (es. compost e letame) o di altri composti (es. la vivianite) in grado di formare complessi stabili con il ferro (Cesco et al., 2000; Iglesias et al., 2000; Rombolà et al., 1999). Un'altra possibilità d'intervento è il ricorso a portinnesti tolleranti la clorosi ferrica (Tagliavini e Rombolà, 2001), attraverso i quali superare definitivamente il problema.

La selezione di portinnesti di pero utilizzabili per impianti moderni è uno degli obiettivi dei programmi di miglioramento genetico, e le numerose sperimentazioni condotte negli ultimi anni hanno evidenziato la validità di diversi portinnesti di pero (Sansavini et al., 1997; Carrera et al., 2005; Johnson e Webster, 2005). Presso il Dipartimento di Colture Arboree (DCA) dell'Università di Bologna sono in corso studi con l'obiettivo di individuare cloni di pero nei quali la tolleranza alla clorosi ferrica è associata ad un'elevata efficienza produttiva e una bassa vigoria. La tolleranza del portinnesto alla clorosi ferrica è associata all'attività dell'enzima ferro chelato reduttasi (FCR), responsabile della riduzione a livello radicale del ferro da trivalente a bivalente, forma che viene assorbita dalla radice. In uno studio del 2001, condotto da Tagliavini e Rombolà, è stata dimostrata la diversa attività dell'en-

Tab. 2. Riepilogo delle combinazioni d'innesto presenti nei due siti sperimentali.

Portinnesti	Ceregnano (RO)			Cadriano (BO)	
Pero	Abate Fétel	Conference	William	Abate Fétel	William
A74	si	si	si	si	si
C19	si	si	si	si	si
C91	si	si	si	no	no
D46	si	si	si	si	si
D50	si	si	si	no	si
E82	si	no	si	no	no
E105	si	si	si	si	si
Fox 9	si	si	si	no	no
Farold 40	no	no	no	si	si
Cotogno					
BA29	si	si	si[1]	no	si[1]
Sydo	no	no	no	si	no
MC	si	si	no	si	no

[1] *Con innesto intermedio di Butirra Hardy.*

zima FCR nel pero e nel cotogno in condizioni di carenza di ferro. L'assenza di ferro nel mezzo di crescita ha indotto un incremento dell'attività enzimatica nel pero C91 (portinnesto clonale selezionato dal DCA), mentre ciò non è avvenuto nel cotogno MC.

Il programma di ricerca sui portinnesti di pero del DCA è stato avviato nel 1979 e nel 1996 sono stati licenziati due portinnesti clonali, denominati Fox 11 e Fox 16 (Bassi et al., 1996), interessanti per la tolleranza alla clorosi ferrica ma inferiori al cotogno per la produttività ed il controllo del vigore. A partire dal 1998, il lavoro di selezione e valutazione è proseguito in collaborazione con Veneto Agricoltura (Regione Veneto) e si è concentrato su alcune selezioni interessanti per impianti gestiti con un basso impiego di mezzi tecnici. Su queste selezioni è stata verificata la condizione sanitaria del materiale vegetale, sono stati definiti i protocolli di propagazione *in vitro* (Previati et al., 2000) e, infine, è stato valutato il loro comportamento in vivaio ed in campo, in combinazione con alcune delle cultivar più importanti. Il lavoro svolto in dieci anni di attività è culminato nel 2008 nel licenziamento di un nuovo portinnesto clonale di pero denominato Fox 9, per il quale è stata depositata anche la domanda di privativa comunitaria (Quartieri et al., 2008).

L'obiettivo di questo lavoro è stato quello di valutare in campo alcune delle selezioni più interessanti per la tolleranza alla clorosi ferrica, la produttività ed il controllo del vigore, descrivendo i risultati ottenuti nel corso di otto anni di sperimentazione.

Materiali e metodi

La sperimentazione è stata condotta in due frutteti: il primo è stato realizzato nel 2002 a Ceregnano (RO), presso l'Azienda Pilota e Dimostrativa 'Sasse Rami' di Veneto Agricoltura; il secondo **(Sito sperimentale P2)** è stato messo a dimora nel 2004, presso il Centro Didattico Sperimentale della Facoltà d'Agraria di Bologna (Cadriano, Bologna).

Le caratteristiche chimico-fisiche dei suoli sono riportate in tabella 1.

Il materiale vegetale messo a dimora era costituito da astoni delle cultivar Abate Fétel, Conference e William, innestate su otto cloni di pero ottenuti dal DCA di Bologna: A74, C19, C91, D46, D50, E82, E105 e Fox 9 (selezionato come E110), sul pero Farold®40 Daygon* (di seguito denominato Farold 40) e sui cotogni MC, Sydo® e BA29. In tabella 2 sono riepilogate le

Tab. 3. Effetto della combinazione d'innesto sul diametro del fusto degli alberi di Abate Fétel, William e Conference rilevato nel 2009 nei pereti di Ceregnano (RO) e di Cadriano (BO).

PI	Diametro fusto (cm/albero)				
	Abate Fétel		William		Conference
	Ceregnano	Cadriano	Ceregnano	Cadriano	Ceregnano
A74	9,6[1] b	7,1 b	8,6 abc	6,3 bc	11,2 b
C19	8,2 cd	6,2 c	6,9 d	5,1 d	9,5 cd
C91	7,4 d	-	7,5 cd	-	8,9 cd
D46	10,9 a	8,3 a	10,2 a	7,2 a	12,0 a
D50	11,4 a	-	10,3 a	6,8 ab	12,7 a
E82	7,5 d	-	7,2 cd	-	-
E105	7,8 d	6,0 c	7,1 cd	4,8 d	9,3 cd
Fox 9	8,9 c	-	8,3 bcd	-	10,0 c
Farold 40	-	7,9 a	-	6,4 bc	-
BA29	8,0 d	-	7,3 cd	5,9 c	8,3 d
Sydo	-	6,6 bc	-	-	-
MC	6,3 e	6,1 c	-	-	6,7 e
Significa.[2]	***	***	***	***	***

[1]*Valori seguiti da lettera uguale non sono statisticamente diversi (P=0,05; SNK test).*
[2] ****: significativo per P<0,001.*

combinazioni d'innesto presenti in ciascun frutteto, confrontate secondo un disegno sperimentale a blocchi randomizzati, con quattro (Ceregnano) e cinque (Cadriano) ripetizioni per ciascuna combinazione. L'unità sperimentale era composta di cinque piante, delle quali le tre centrali sono state utilizzate per i rilievi.

La forma d'allevamento adottata è stata il fusetto, con un sesto d'impianto di 3,5 m x 1,6 m (1786 alberi/ha) nel pereto di Ceregnano, e di 3,8 m x 1,5 m (1754 piante/ha) in quello di Cadriano. Il controllo delle erbe infestanti è avvenuto mediante diserbo chimico sulla fila, mentre l'interfila era inerbito e veniva regolarmente sfalciato. L'irrigazione è stata gestita in entrambi i frutteti attraverso un impianto localizzato, mentre la concimazione, in particolare quella azotata, dal quarto anno è stata differenziata in funzione del vigore del portinnesto.

Il comportamento di ciascuna combinazione d'innesto è stato valutato attraverso misure dell'attività vegetativa e produttiva, prendendo in considerazione i seguenti parametri: il diametro del fusto, il peso del legno asportato con la potatura, la produzione e il numero di frutti per albero, le caratteristiche organolettiche dei frutti (consistenza della polpa, solidi solubili, acidità titolabile). Un altro aspetto valutato è stata la suscettibilità alla clorosi ferrica delle diverse combinazioni d'innesto, mediante misure non distruttive dell'intensità della colorazione verde delle foglie, eseguite con il lettore portatile SPAD 502 (Minolta Corp.).

I dati raccolti in campo ed in laboratorio sono stati sottoposti ad analisi della varianza, ricorrendo al test SNK (P=0,05) per la separazione delle medie.

Risultati

Effetto del portinnesto sulla vigoria dell'albero

Il diametro del fusto è stato condizionato in modo significativo dal portinnesto in entrambi i siti sperimentali e per tutte le cultivar in prova (Tab. 3). In Abate Fétel, nella prova di Ceregnano (RO) i peri D46 e D50 sono risultati i più vigorosi, seguiti da A74 e Fox 9, mentre nel frutteto di Cadriano (BO) è risultato molto vigoroso anche Farold 40.

Il diametro degli alberi innestati su C19, C91, E82 ed E105 è risultato inferiore e simile a quello misurato negli alberi innestati su cotogno (Tab.3).

Le selezioni di pero D46 e D50 hanno confermato il loro elevato vigore anche in combinazione con la cv William in entrambi i frutteti, mentre i portinnesti C19, C91, E82 ed E105 si sono distinti per un vigore decisamente più basso e simile, ma in taluni casi inferiore, a quello del cotogno BA29. Gli alberi innestati con A74, Farold 40 e Fox 9, infine, hanno manifestato un vigore inter-

Tab. 4. Effetto del portinnesto sulla produttività degli alberi di Abate Fétel rilevata nei siti sperimentali di Ceregnano (RO) e di Cadriano (BO).

PI	Produzione cumulata (kg/albero)		Peso del frutto (g)	
	Ceregnano (2004-09)	Cadriano (2006-09)	Ceregnano (media 2004-09)	Cadriano (media 2006-09)
A74	57,4[1] ab	25,8 b	230	237 ab
C19	49,1 bc	25,8 b	222	219 bc
C91	59,1 ab	-	231	-
D46	52,3 bc	21,4 b	207	246 ab
D50	51,2 bc	-	217	-
E82	46,5 bc	-	216	-
E105	46,9 bc	17,3 b	217	202 c
Fox 9	75,2 a	-	218	-
Farold 40	-	21,1 b	-	241 ab
BA29	55,9 ab	-	232	-
Sydo	-	39,5 a	-	266 a
MC	30,5 c	40,6 a	208	241 ab
Signific.[2]	***	***	ns	***

[1]Valori seguiti da lettera uguale non sono statisticamente diversi (P=0,05; SNK test).
*[2]ns e ***: non significativo e significativo per P< 0,001.*

Tab. 5. Effetto del portinnesto sulla produttività degli alberi di William rilevata nei siti sperimentali di Ceregnano (RO) e di Cadriano (BO).

PI	Produzione cumulata (kg/albero)		Peso del frutto (g)	
	Ceregnano (2004-09)	Cadriano (2006-09)	Ceregnano (media 2004-09)	Cadriano (media 2006-09)
A74	82,0[1] b	31,7 ab	177 bc	180 ab
C19	83,1 b	19,5 cd	186 abc	179 ab
C91	86,0 b	-	194 ab	-
D46	81,2 b	29,1 abc	173 c	188 ab
D50	79,6 b	24,3 bcd	184 abc	192 a
E82	87,1 b	-	170 c	-
E105	73,9 b	16,9 d	177 bc	150 b
Fox 9	120,1 a	-	193 ab	-
Farold 40	-	30,8 ab	-	188 ab
BA29	97,4 b	37,9 a	199 a	204 a
Signific.[2]	***	***	***	*

[1]Valori seguiti da lettera uguale non sono statisticamente diversi (P=0,05; SNK test).
[2] e ***: significativo per P< 0,05 e per P< 0,001.*

medio (Tab. 3).

Per quanto riguarda la cv Conference, presente solo nel sito di Ceregnano, i portinnesti più vigorosi sono risultati D46 e D50, seguiti dai cloni A74 e Fox 9; i restanti peri presentavano un diametro statisticamente simile al cotogno BA29, mentre il cotogno MC è risultato il portinnesto più debole (Tab. 3).

I dati relativi al legno asportato con la potatura invernale hanno evidenziato in tutte le cultivar un andamento simile a quanto descritto per il diametro del fusto (dati non riportati).

Effetto del portinnesto sulla produzione

Per quanto riguarda la produzione cumulata, gli alberi di Abate Fétel innestati su Fox 9 sono risultati i più produttivi nel pereto di Ceregnano (circa 75 kg/albero). Gli altri cloni di pero si sono distinti per produzioni inferiori e simili a quella rilevata in BA29, mentre il cotogno MC (30 kg/albero) è risultato il meno produttivo in assoluto (Tab. 4).

Nella prova di Cadriano, invece, i cotogni Sydo e MC sono risultati nettamente più produttivi di tutti i franchi (+76% in media, Tab. 4).

Il peso del frutto non è stato modificato in modo significativo dal portinnesto nella prova di Ceregnano, mentre in quella di Cadriano è stato incrementato dal cotogno Sydo (266 g), mentre per MC sono stati riscontrati valori simili a quelli dei peri, ad esclusione del clone E105 che ha prodotto i frutti più piccoli (Tab. 4).

I dati rilevati a Ceregnano indicano che il pero Fox 9 è il

Tab. 6. Effetto della combinazione d'innesto sulla produzione cumulata (2004-2009) e sul peso del frutto (media dati 2004-2009) di Conference, rilevati nel pereto di Ceregnano (RO).

Portinnesto	Produzione (kg/albero)	Peso del frutto (g)
A74	68,3[1] ab	148 abc
C19	53,0 ab	141 bc
C91	56,9 ab	143 abc
D46	69,1 ab	140 c
D50	61,0 ab	138 c
E105	71,6 ab	153 ab
Fox 9	90,1 a	155 a
BA29	59,8 ab	155 a
MC	48,7 b	149 abc
Significatività[2]	*	*

[1]Valori seguiti da lettera uguale non sono statisticamente diversi (P=0,05; SNK test).
*[2] * : significativo per P< 0,05.*

migliore portinnesto per la cv William, con una produzione cumulata di 120 kg/albero (pari a 20 kg/anno), superiore del 20-30% a quella degli altri portinnesti, tutti simili tra loro (Tab. 5). Nel frutteto di Cadriano, invece, il portinnesto più produttivo è risultato il cotogno BA29, leggermente migliore degli altri peri ad esclusione di C19 e E105, risultati i meno produttivi (Tab. 5).

Il peso del frutto in generale è risultato più alto in BA29, mentre tra i peri è stato penalizzato soprattutto dai cloni D46, E82 e E105 (Tab. 5).

Per la cv Conference, la produzione cumulata 2004-2009 è risultata più alta negli alberi innestati su Fox 9, con un valore quasi doppio di quello rilevato in MC e superiore del 30% nei restanti portinnesti (Tab. 6). Il peso del frutto (dato medio dell'intero periodo produttivo), è risultato più alto negli alberi innestati su Fox 9 e BA29 (155 g), mentre i peri D50, D46 e C19 (in media 140 g) si sono distinti per aver ridotto la pezzatura (Tab. 6).

Tab. 7. Effetto del portinnesto sulle caratteristiche organolettiche dei frutti di Abate Fétel raccolti nei siti sperimentali di Ceregnano (RO) e di Cadriano (BO).

Portinnesto	Durezza (kg)		Solidi solubili (°brix)		Acidità titolabile (g/l acido malico)	
	Ceregnano	Cadriano	Ceregnano	Cadriano	Ceregnano	Cadriano
A74	4,74[1] ab	2,84 bc	13,9 ab	14,8 abc	2,05	1,84 ab
C19	4,50 bc	2,89 b	14,1 ab	15,8 a	1,79	1,73 ab
C91	4,52 bc	-	14,6 ab	-	1,80	-
D46	4,92 a	2,99 a	13,5 b	13,9 c	1,98	1,78 ab
D50	4,94 a	-	13,7 ab	-	2,02	-
E82	4,38 c	-	14,8 a	-	1,76	-
E105	4,64 abc	2,80 bc	14,7 ab	15,5 ab	1,88	1,32 b
Fox 9	4,80 ab	-	14,6 ab	-	2,13	-
Farold 40	-	2,97 a	-	14,3 bc	-	1,82 ab
BA29	4,49 bc	-	14,1 ab	-	1,89	-
Sydo	-	2,79 c	-	15,2 ab	-	1,89 a
MC	4,67 abc	2,84 bc	14,3 ab	15,1 ab	1,75	1,71 ab
Significatività[2]	***	***	*	**	ns	*

[1]Valori seguiti da lettera uguale non sono statisticamente diversi (P=0,05; SNK test).
*[2]ns, *, **e ***: non significativo e significativo per P<0,05, per P<0,01 e P< 0,001.*

Effetto del portinnesto sulle caratteristiche organolettiche dei frutti

Nel presente lavoro sono riportati solo i risultati delle analisi dei frutti di Abate Fétel.

Le analisi condotte nel triennio 2006-2008 hanno evidenziato l'influenza del portinnesto su tutti i parametri rilevati (Tab. 7). I frutti raccolti dagli alberi innestati su D46, D50 e Farold 40 presentavano una maggiore consistenza della polpa, mentre nei cotogni e nei peri meno vigorosi (C19, C91, E82 e E105) sono stati misurati i valori più bassi di durezza (Tab. 7). In generale, i cloni di pero più vigorosi hanno prodotto frutti con un contenuto di zuccheri inferiore ai restanti portinnesti, mentre l'acidità è stata significativamente ridotta dal clone E105 ma solamente nel sito di Cadriano (Tab. 7).

Effetto del portinnesto sulla suscettibilità alla clorosi ferrica

La suscettibilità alla clorosi ferrica delle diverse combinazioni d'innesto è risultata minore (colorazione verde delle foglie più intensa) nei peri rispetto ai cotogni, con differenze significative nel 2007 e nel 2009 in entrambi i siti sperimentali. All'interno di ciascuna specie (*Pyrus* e *Cydonia*), infine, sono emerse differenze tra i portinnesti: i soggetti meno vigorosi (es. pero C19 e cotogno MC) a volte hanno evidenziato valori inferiori ai cloni più vigorosi della stessa specie (Tab. 8).

Conclusioni

Il lavoro di selezione e di valutazione agronomica dei portinnesti di pero svolto in questi anni dal Dipartimento di Colture Arboree di Bologna, anche con la collaborazione di Veneto Agricoltura, ha prodotto risultati interessanti per alcune selezioni clonali di pero. D46 e D50 si sono distinti per una buona prestazione produttiva, accompagnata tuttavia da un eccessivo vigore trasmesso alla cultivar, mentre E105 non ha dato sufficienti garanzie dal punto di vista produttivo e, quindi, difficilmente incontrerebbero l'interesse dei produttori. Un ottimo controllo del vigore è stato fornito dai cloni di pero C19, C91 e E82, in grado di produrre alberi di

Tab. 8. Effetto del portinnesto sull'intensità di colorazione verde delle foglie di Abate Fétel misurata nei siti sperimentali di Ceregnano (RO) e di Cadriano (BO).

Portinnesto	Intensità di colorazione verde delle foglie (unità SPAD)					
	2007		2008		2009	
	Ceregnano	Cadriano	Ceregnano	Cadriano	Ceregnano	Cadriano
A74	36,8[1] a	19,3 ab	27,0	25,9	35,8 a	21,7 a
C19	35,5 a	18,5 b	29,0	26,1	28,1 b	23,1 a
C91	36,6 a	-	27,1	-	31,0 a	-
D46	33,9 a	19,7 ab	24,4	24,9	35,5 a	23,7 a
D50	34,3 a	-	27,0	-	32,3 a	-
E82	34,4 a	-	26,0	-	30,3 a	-
E105	33,1 a	21,5 a	27,0	27,3	33,4 a	24,5 a
Fox 9	35,7 a	-	24,3	-	32,9 a	-
Farold 40	-	18,7 b	-	24,3	-	21,3 ab
BA 29	33,2 a	-	27,0	-	34,5 a	-
Sydo	-	19,5 ab	-	25,8	-	18,7 b
MC	23,9 b	20,2 ab	28,2	26,2	28,0 b	21,3 ab
Significatività[2]	***	*	ns	ns	*	***

[1]*Valori seguiti da lettera uguale non sono statisticamente diversi (P=0,05; SNK test).*
[2]*ns, * e ***: non significativo e significativo per P<0,05 e P< 0,001.*

dimensioni simili al cotogno BA29. La loro produttività è risultata buona, soprattutto per la cv Abate Fétel innestata con C91, ma hanno penalizzato la pezzatura dei frutti.

Il portinnesto clonale Fox 9 è risultato certamente il più interessante per l'ottimo equilibrio vegeto-produttivo indotto su tutte le cultivar in prova. Infatti, pur mostrando un vigore superiore a quello del cotogno BA29, si è distinto per l'ottima fruttificazione, costante negli anni e con frutti di buona pezzatura. Grazie ai risultati ottenuti, nel 2008 questo clone è stato licenziato come nuovo portinnesto clonale del pero (Quartieri et al., 2008).

In conclusione, i risultati descritti nel presente lavoro hanno confermato la possibilità di ottenere dei validi portinnesti clonali di pero, alternativi all'impiego dei cotogni soprattutto nelle zone caratterizzate da condizioni pedologiche limitanti (suoli calcarei o con pH elevato). In assenza di tali limiti agronomici, questi cloni offrono comunque il vantaggio di assicurare una maggiore longevità delle piante, una riduzione dei costi d'impianto e di gestione, e sono quindi interessanti per impianti gestiti con un basso impiego di mezzi tecnici.

Fig. 2 - Frutti di Abate Fétel innestata su pero Fox 9

Fig. 3 - Frutti di Conference innestata su pero C91

Tecniche irrigue innovative del pero finalizzate al risparmio idrico

Stefano Anconelli
Canale Emiliano Romagnolo

Acqua e agricoltura

L'acqua è un bene prezioso la cui carenza comincia a manifestarsi sempre più frequentemente anche nei Paesi più dotati di riserve idriche, sia per l'incremento della domanda d'acqua potabile, industriale ed irrigua, sia per i problemi derivanti dalla sempre più pronunciata irregolarità delle piogge e dal contemporaneo aumento delle temperature provocate dal cambiamento climatico in corso. Anche in Italia l'agricoltura consuma oltre il 60% dell'ammontare dell'acqua complessivamente attinta dai fiumi e dalle falde, e quindi entra spesso in competizione per l'uso della risorsa con gli altri settori idroesigenti.

Pero e irrigazione

Sul pero l'irrigazione è ormai molto diffusa, perché determina una rapida entrata in produzione, omogenee ed elevate pezzature dei frutti ed il controllo dell'alternanza di produzione; in Emilia-Romagna viene irrigato circa il 70% dei 26.000 ettari presenti, con un consumo complessivo valutato in oltre 40 milioni di metri cubi d'acqua.
Le ragioni del deciso incremento delle superfici a pero irrigate sono da ricondursi alla rapida trasformazione della pericoltura da tradizionale ad industriale, che ha implicato una più rilevante dipendenza dall'irrigazione del comparto.
L'impiego di portinnesti poco vigorosi, assieme all'incremento della densità delle piante ed alla diffusione dell'inerbimento interfilare hanno portato ad un minore sviluppo ed efficienza degli apparati radicali e ad un deciso incremento della superficie fogliare traspirante. Tutto ciò ha reso le piante meno capaci di sfruttare le riserve idriche naturali del terreno e quindi più dipendenti dagli apporti artificiali d'acqua.
L'irrigazione del pero è ormai diventata una tecnica imprescindibile per l'ottenimento di buoni risultati quanti-qualitativi e per la sostenibilità economica delle aziende frutticole; per contro le sempre più pressanti necessità di risparmio idrico devono assolutamente indirizzare l'irrigazione verso un uso molto attento, oculato e di elevata efficienza dell'acqua distribuita.

Gestione efficiente dell'acqua

Per ottenere un concreto miglioramento nell'uso dell'acqua, si deve puntare su un insieme di strategie ben integrate tra loro, a partire dall'eliminazione completa delle infestanti e dell'inerbimento sottofila, capace di ridurre in maniera consistente l'evaporazione: prove condotte dal Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo hanno reso evidente la forte competizione per l'acqua determinata dal cotico erboso nei confronti del pero, con decrementi di resa, dovuti all'inerbimento in coltura asciutta, del 25% sulla cv. Conference e del 12% su William.
Le disponibilità irrigue presenti in azienda devono anche indirizzare la scelta verso varietà e portinnesti capaci di ridurre le necessità idriche del pereto: in particolare la resistenza alla siccità dei portinnesti e la loro capacità di esplorare gli strati più profondi ed umidi del terreno, riveste grande importanza per il contenimento delle necessità idriche della specie. Alcune osservazioni sperimentali condotte dal CER hanno messo in evidenza che il pero è in grado di avvantaggiarsi degli apporti di falda fino a profondità di 1,5 metri, ma questo è più evidente con i portinnesti vigorosi, capaci di conferire un'alta vigoria ed un'eleva-

ta resistenza alla siccità (franchi comuni e cloni derivati, piante autoradicate), rispetto ai cotogni BA29, EM A, EM C e Sydo®, meno idonei ad una frutticoltura indirizzata al contenimento dei consumi idrici.

Strategie di gestione delle irrigazioni

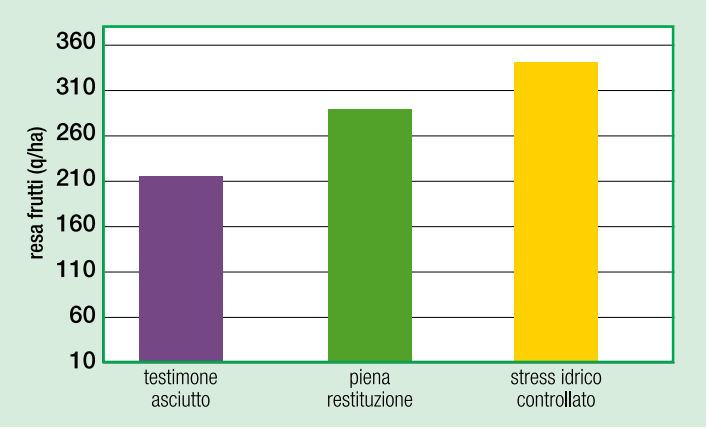
Per una corretta gestione delle irrigazioni, è opportuno seguire il bilancio idrico nel terreno, su base agroclimatica, per stabilire il migliore momento di intervento irriguo e i volumi di adacquata. Il Consorzio per il Canale Emiliano-Romagnolo ha realizzato un Servizio di assistenza alle irrigazioni denominato IRRINET (accessibile dal sito www.consorziocer.it), che tutte le aziende agricole emiliano-romagnole possono facilmente utilizzare, senza doversi singolarmente preoccupare del reperimento di dati meteorologici e degli altri parametri di complicata individuazione; l'uso di tale modello di bilancio idrico ha permesso un deciso miglioramento nell'impiego dell'acqua, rendendo le decisioni irrigue più precise. La coltura più irrigata secondo le indicazioni di IRRINET, è proprio il pero: segnale questo dell'importanza dell'irrigazione su questa specie da frutto.

Lo stress idrico controllato

Ulteriori possibilità di risparmio idrico sono state messe a punto con la sperimentazione, che ha individuato forme ancora più efficienti d'uso dell'acqua basate sul miglioramento delle conoscenze della fisiologia della pianta. Si è così sviluppata la tecnica dello stress idrico controllato (SIC o RDI, *Regulated Deficit Irrigation*), che consiste nel somministrare alle colture arboree l'acqua in maniera differenziata nel corso della stagione vegetativa, inducendo deboli stati di stress idrico in quelle fasi in cui gli apporti idrici e nutrizionali sono indirizzati soprattutto ad uno sviluppo vegetativo della pianta, dando viceversa una piena restituzione dei consumi idrici nelle fasi in cui acqua e metaboliti sono indirizzati ai frutti. Lo scopo rimane quello di risparmiare acqua, ottenere un elevato standard di resa e qualità dei frutti, contenendo viceversa lo sviluppo vegetativo delle piante. Per il pero si tratta in pratica di effettuare le irrigazioni senza limitazioni, in modo da mantenere un'umidità pari al 70-80 % dell'Acqua Disponibile nel terreno, nelle fasi vantaggiose alla fruttificazione, ovvero in fioritura e nella fase di rapido accrescimento dei frutti, che coincide col periodo intercorrente dai 60 giorni dopo la fioritura sino alla raccolta. Ci si limita invece ad irrigazioni di soccorso, solo se si scende sotto al 20-25% dell'A.D., nelle restanti fasi, maggiormente rivolte alla crescita degli organi legnosi della pianta, ed in post-raccolta.

In un'esperienza pluriennale su pero "Conference" in Emilia-Romagna sono state confrontate con un test asciutto, quattro tesi irrigue; due irrigate durante tutto il ciclo produttivo (50 e 100% ETM), e due a Stress Idrico Controllato (SIC). La gestione a SIC con restituzione del 100% dell'ETM, limitata al periodo intercorrente dai 60 giorni dopo la fioritura sino alla raccolta, è risultata produttivamente ed economicamente migliore rispetto a quella a pieno soddisfacimento idrico della coltura (Fig. 1),

Fig. 1 - Pero Conference/BA29. Incrementi di resa indotti dallo stress idrico controllato, rispetto al test non irrigato ed all'irrigazione tradizionale a pieno soddisfacimento idrico della coltura (Mannini e Anconelli, 2002)



con un incremento di resa e PLV del 17% rispetto alla piena restituzione dell'ETM, ottenuto con un risparmio idrico del 28%.

La spiegazione di questi risultati va ricercata negli indici biometrici rilevati sull'esperienza: il regime irriguo SIC100%, rispetto alla piena restituzione dei consumi, ha lievemente contenuto la circonferenza del fusto, il volume della chioma ed il peso del legno di potatura, ottenendo per contro una maggiore induzione a fiore delle piante con un conseguente maggior numero di frutti/pianta. Nell'ambito del progetto di filiera del pero è stata condotta una sperimentazione analoga **(Sito sperimentale I2)** presso l'Az. Lodi, ad Aguscello nel ferrarese, sulla cv. Abate, più tardiva, con un portinnesto più vigoroso quale il Farrold® 40. Sono stati messi a confronto, in un blocco randomizzato con quattro ripetizioni:

- **Test - Testimone non irrigato**
- **50%RDI** - Irrigazione a goccia, con restituzione del 50% ETm, con stress idrico controllato in F2 (dalla piena fioritura fino a 60 gg. dopo) ed in F4 (post-raccolta).
- **50%ETm** - Irrigazione a goccia, con restituzione del 50% ETm per l'intero ciclo colturale ed eventualmente in post-raccolta.
- **100%RDI** - Irrigazione a goccia, con restituzione del 100% ETm, con stress idrico controllato in F2 (dalla piena fioritura fino a 60 gg. dopo) ed in F4 (post-raccolta).
- **100%ETm** - Irrigazione a goccia, con restituzione del 100% ETm per l'intero ciclo colturale ed eventualmente in post-raccolta.

Le irrigazioni sono state effettuate a goccia, secondo un bilancio idrico giornaliero, impiegando ali gocciolanti autocompensanti, con punti goccia da 2 e da 4 l/h, per differenziare i volumi delle tesi a 50 e 100% ETm a parità di orario, ogni 40 cm, corrispondenti rispettivamente ad una pluviometria di 1.3 e 2.6 mm/h; sono stati inoltre previsti opportuni by-pass per non irrigare le tesi a stress idrico controllato nelle fasi in cui non era prevista l'irrigazione.

Risultati cumulati del triennio 2007-09

La prova si è svolta nel triennio 2007-09, caratterizzato da annate con andamenti meteorologici diversi: nel 2007 e 2009 la stagione è stata sostanzialmente molto calda e asciutta, mentre nel 2008, pur in presenza di una forte domanda evapotraspirativa, si sono registrate abbondanti precipitazioni proprio in concomitanza delle fasi di applicazione dell'RDI, riducendone l'efficacia.

Le piante inoltre hanno risentito di una certa alternanza di produzione tra le annate, con una scarsità di resa, in particolare nel 2008, indipendentemente dalle tesi di irrigazione.

Nel complesso del triennio la riduzione del volume irriguo stagionale rispetto alla piena restituzione dell'Etm è stato rispettivamente del 20% e del 60% per le tesi 100%RDI e 50%RDI, e ovviamente del 50% per la tesi al 50%Etm.

Risultati produttivi

(tabella 1)

L'irrigazione, prendendo il valore medio delle tesi irrigue, ha determinato un incremento di produzione commerciale del 35% rispetto al testimone asciutto, nella media del trien-

Tab.1 - Az. Lodi: risultati produttivi ed efficienza d'uso dell'acqua in funzione dei diversi regimi irrigui medie del triennio 2007-09

TESI	resa totale (q/ha)	comm. (%)	resa comm. (q/ha)	piogge + irrigazioni (mm)	W.U.E. (g/l)	W.U.E. comm. (g/l)	I.W.U.E. (g/l)	I.W.U.E. comm. (g/l)	peso medio (g)	numero frutti/ pianta
Test	186,09	81,02	153,42 b	242,17	7,94 A	6,62 A			190,1	56,9
50% RDI	219,99	86,96	190,39 ab	416,92	5,35 B	4,67 AB	1,92	2,14	206,5	62,6
50% Etm	239,21	87,45	210,49 a	457,92	5,33 B	4,71 AB	2,27	2,46	211,4	65,9
100%RDI	233,59	87,08	204,06 a	591,67	4,00 B	3,54 B	1,24	1,35	210,1	66,4
100% Etm	252,75	85,65	221,71 a	673,67	3,77 B	3,31 B	1,33	1,31	207,8	69,0

lettere minuscole diverse: d.m.s. a p<0.10 - lettere maiuscole diverse: d.m.s. a p<0.01

nio, significativo a p<0.10. Le minori rese del testimone sono dovute ad un minor numero di frutti per pianta, di peso medio inferiore, anche se con differenze statisticamente non significative.
Non si sono registrate differenze significative tra la tesi irrigata senza limitazioni e le tesi 100% RDI e 50% Etm, mentre l'ulteriore riduzione dei volumi indotta dall'applicazione dello stress idrico controllato al 50% dei consumi, ha comportato un eccessivo calo di resa, non diverso dal testimone asciutto.
In termini di *Water Use Efficiency* (efficienza d'uso dell'acqua espressa in grammi di frutti prodotti per litro di acqua, piogge più irrigazioni), nella media del triennio si osserva come la WUE più elevata sia stata quella del testimone asciutto, con una produzione media di 186 q.li con il solo apporto di 242 mm corrispondenti alle piogge annuali medie del triennio: tale rapporto è superiore (in misura significativa a p<0.01) a tutte le tesi irrigue, tra le quali ovviamente prevalgono quelle irrigate con volumi corrispondenti al 50% dei consumi.
Considerando invece la WUE relativa alla sola produzione commerciale (grammi di frutti >60mm prodotti per litro di acqua, piogge più irrigazioni), le tesi irrigate al 50% non si sono differenziate statisticamente dal testimone asciutto, che invece è risultato statisticamente superiore alle tesi irrigate al 100% dei consumi (p<0.01).
Se consideriamo infine solo la Irrigation Water Use Efficiency, IWUE (ovvero l'incremento di resa rispetto al test, per unità di volume irriguo, espressa in grammi/litro), dai dati medi del triennio si vede che l'applicazione dello SIC non ha migliorato l'efficienza irrigua rispetto alle tesi irrigate per l'intera stagione; la tesi più efficiente è risultata quella con restituzione del 50% dei consumi.

Tab.2 - Az. Lodi: ripartizione percentuale per classi di calibro in funzione dei diversi regimi irrigui - medie del triennio 2007-09

TESI	< 60 (%)	60-65 (%)	65-70 (%)	70-75 (%)	75-80 (%)	80-85 (%)	>85 (%)	diam. frutto (mm)
Test	18,98	19,02	21,94	24,43	9,97	4,69	0,96 b	67,314
50% RDI	13,04	17,61	24,08	27,16	11,11	5,72	1,29 b	68,606
50% Etm	12,55	17,06	22,00	28,28	13,74	5,74	0,63 b	68,870
100%RDI	12,92	17,95	22,40	25,10	13,09	7,27	1,28 b	68,929
100% Etm	14,35	14,94	21,83	23,72	14,56	7,50	3,10 a	69,425

lettere minuscole diverse: d.m.s. a p<0.10 - lettere maiuscole diverse: d.m.s. a p<0.01

Tab.3 - Az. Lodi: analisi qualitative in funzione dei diversi regimi irrigui medie del triennio 2007-09

TESI	durezza (Kg/cm)	R.S.R. (°Bx)	pH	acidità (ml NaOH N/10)	z/a
Test	5,35	16,72 A	4,46 bc	3,16 a	5,62
50% RDI	5,34	14,89 B	4,52 ab	2,87 ab	5,56
50% Etm	5,36	14,52 B	4,58 a	2,59 b	6,18
100%RDI	5,54	14,70 B	4,41 c	2,97 a	5,32
100% Etm	5,38	14,36 B	4,51 ab	2,92 a	5,44

lettere minuscole diverse: d.m.s. a p<0.10 - lettere maiuscole diverse: d.m.s. a p<0.01

Ripartizione percentuale per classi di calibro dei frutti

(tabella 2)
Non si sono registrate differenze significative tra le tesi, anche se tendenzialmente si è osservato uno spostamento verso le classi di calibro superiori nelle tesi irrigue rispetto al testimone asciutto, che invece ha percentuali più elevate di frutti nei calibri inferiori a 65 mm.
Al contrario la tesi 100%Etm ha presentato una più elevata percentuale di frutti superiori a 85 mm (significativa a p<0.05).

Risultati qualitativi

(tabella 3)
Dalle analisi qualitative effettuate annualmente su un campione di 30 frutti per parcella, è risultato un leggero calo del tenore zuccherino determinato dall'irrigazione, con una riduzione di °brix del 12% (significativa a p<0.01), valutando la media delle tesi irrigate rispetto al test; non si sono registrate differenze significative tra i diversi regimi irrigui, anche se il brix è risultato tendenzialmente superiore nelle tesi

a SIC rispetto a quelle irrigate per l'intera stagione.
Gli altri parametri concernenti la qualità dei frutti non hanno presentato variazioni interessanti: la tesi 50% Etm ha fatto rilevare il pH più elevato ($p<0.10$) e la più bassa acidità ($p<0.10$).

Risultati biometrici
(tabella 4)
Lo stress idrico controllato ha determinato un discreto contenimento della vigoria delle piante, in particolare nella tesi 50%RDI, che ha presentato un diametro del fusto, un volume della chioma e un residuo di potatura non diversi dal testimone asciutto, e statisticamente inferiori alle tesi irrigate senza limitazioni ($p<0.01$).
Anche la tesi 100% RDI presenta una tendenziale minor vigoria rispetto alla tesi a piena restituzione, anche se le differenze non sono risultate significative.
Al termine del triennio di sperimentazione è emerso che l'applicazione dello stress idrico controllato ha consentito di ottenere, anche su una cv. tardiva come Abate, un risparmio dei volumi di irrigazione del 20%, senza alcun decremento di resa e pezzatura dei frutti, rispetto alla piena restituzione dei consumi stimati, con una tendenziale riduzione della vigoria delle piante.
L'ulteriore riduzione dei volumi indotta dall'applicazione dello stress idrico controllato al 50% dei consumi (-60% di volume stagionale) ha comportato una riduzione della vigoria ancora più marcata, ma contemporaneamente un eccessivo calo di resa, intorno al 15%, da risultare antieconomica.
Risultati di resa analoghi alla piena restituzione dell'evapotraspirazione sono tuttavia stati ottenuti anche applicando una riduzione dei consumi del 50% per l'intera stagione irrigua: questo a dimostrazione di una sovrastima del fabbisogni irrigui da parte del modello di bilancio idrico, legata probabilmente a coefficienti colturali troppo elevati, con punte di 1.0 per gran parte del periodo estivo.
I risultati ottenuti suggerirebbero pertanto di ridurre i coefficienti colturali del pero inerbito, con valori massimi prudenziali non superiori a 0.8 nei mesi di luglio e agosto.

Scelta e gestione del metodo irriguo

Per ridurre i prelievi d'acqua non produttivi, infine, occorre sostituire i metodi irrigui scarsamente efficienti. Sia la microirrigazione (goccia o spruzzo) che l'aspersione sono metodi idonei all'irrigazione del pero, ambedue dotati di ottime caratteristiche di efficienza purché impiegati nella maniera corretta.
Sotto il profilo produttivo, i numerosi confronti sperimentali tra la goccia e l'aspersione, effettuati in Emilia-Romagna dal Consorzio per il CER, non hanno mostrato una prevalenza di un metodo rispetto all'altro.
Il pero, come le altre specie arboree, è tuttavia tra le colture sulle quali l'irrigazione a goccia trova la migliore applicazione, grazie anche all'avvento delle ali gocciolanti integrali comuni ed autocompensanti, ottimali per gli impianti a media ed alta densità.
Un ulteriore incremento di efficienza irrigua è legato alla possibilità di interrare le ali gocciolanti (SDI, sub-surface drip irrigation), che in sintesi consente:

Tab.4 - Az. Lodi: ripartizione percentuale per classi di calibro in funzione dei diversi regimi irrigui - medie del triennio 2007-09

TESI	Circonfer. tronco (cm) fine F2	Circonfer. tronco (cm) fine F2	incremento % tronco		volume chioma (mc)	incremento chioma (%)	peso di potatura (kg/pianta)	numero fiori /m (mm)
			nella fase F2	in tutta la stagione				
Test	25,58 B	25,92 BC	3,40	4,42	2,130 D	0,18	2,229 C	111,8
50% RDI	25,58 B	25,85 C	4,57	5,57	2,361 CD	4,72	2,665 BC	100,3
50% Etm	27,46 A	28,06 A	3,35	5,47	2,525 BC	6,48	3,249 A	95,9
100%RDI	27,23 AB	27,90 AB	4,03	6,81	2,851 AB	9,50	2,912 AB	88,5
100% Etm	28,21 A	28,69 A	4,55	6,40	2,881 A	8,72	3,136 AB	82,4

lettere minuscole diverse: d.m.s. a $p<0.10$ - lettere maiuscole diverse: d.m.s. a $p<0.01$

- un ulteriore risparmio idrico della microirrigazione, grazie alla completa eliminazione dell'evaporazione (circa 20% dell'evapotraspirazione),
- una riduzione nell'uso dei fertilizzanti,
- una riduzione dei rilasci di nutrienti in falda e nelle acque superficiali,
- il riutilizzo di acque reflue,
- una riduzione nell'uso dei diserbanti,
- agevoli lavorazioni meccaniche rinettanti nel biologico.

In recenti esperienze sperimentali effettuate dal CER su pero, è stato evidenziato che la posa ideale delle tubazioni gocciolanti per garantire un ottimo umettamento deve essere compresa tra i 40 e i 50 cm di distanza dal filare ed a 25-30 cm di profondità (figura 2). Il rischio di occlusione dei fori dei gocciolatori da parte del capillizio radicale sembrerebbe invece molto limitato, se si adottano interventi irrigui frequenti e con bassi volumi.

Un ultimo affinamento della subirrigazione mediante ali gocciolanti interrate, è rappresentato dalla cosiddetta *"Areated Drip Irrigation"* (ADI), che consiste nell'immissione di microbolle d'aria nelle ali gocciolanti durante l'irrigazione, per migliorare la capacità produttiva, in particolare nei terreni a tessitura fine, tendenti alla compattazione e al ristagno idrico, che provocano stati di anossia pericolosi per la respirazione e per l'attività metabolica radicale delle piante, nonché per l'attività dei microrganismi aerobici presenti nel suolo. Questo è reso possibile mediante l'impiego di un particolare iniettore, l'AirJection Mazzei, appositamente progettato per immettere un ammontare specifico d'aria in forma di microbolle direttamente al suolo, attraverso l'acqua trasportata dalle tubazioni disperdenti di un impianto microirriguo sotterraneo: si tratta in pratica di un tubo Venturi, realizzato, nella sua ultima evoluzione, in materiale plastico, di ridotte dimensioni (10-15 cm), che può essere installato alla testata di ciascuna ala gocciolante, in grado di aspirare l'aria e immetterla in linea, in misura proporzionale al differenziale di pressione che si crea prima e dopo la strozzatura predisposta all'interno dell'iniettore (figura 3)

Figura 2: particolare di un'ala gocciolante interrata per la subirrigazione del pero

Tale tecnica è stata sperimentata nel "progetto di filiera pero", nel triennio 2007-09, su un frutteto impiantato nel febbraio 2001 **(Sito sperimentale I1)** presso l'Az. "Marsili" del CER a Ronchi di Budrio (BO) con la combinazione William/BA29 a 4,0 x 1,0 m. Sono state messe a confronto:

- testimone asciutto (Test),

Figura 3a: irrigazione con ali interrate e areate, pozzetti per il contatore e l'iniettore Mazzei

- irrigazione a goccia convenzionale (CDI), con l'impiego di acqua comune distribuita mediante ali gocciolanti posate sulla superficie del terreno,
- irrigazione a goccia interrata con acqua areata (ADI),
- irrigazione a goccia interrata con acqua areata, con ali gocciolanti in grado di cedere nel tempo frazioni di diserbante in modo da evitare l'intrusione del capillizio radicale nei gocciolatori (ADI-rootguard).

Risultati cumulati del triennio 2007-09

L'andamento meteorologico è stato caratterizzato da due annate, il 2007 e il 2009, sostanzialmente molto calde e asciutte, mentre nel 2008 si sono registrate abbondanti precipitazioni per l'intero periodo primaverile, fino a tutto il mese di giugno, che hanno in parte mascherato i risultati biometrici e produttivi tra i diversi sistemi irrigui a confronto.

Risultati produttivi (tabella 5)
L'irrigazione, prendendo il valore medio delle tesi irrigue, nella media del triennio non ha determinato alcun incremento di resa rispetto al testimone asciutto, per quanto riguarda la produzione totale di frutti.

Figura 3b: particolare del pozzetto con l'iniettore Mazzei

Il test e la tesi ADI hanno presentato tuttavia una maggiore percentuale di scarto (frutti con calibro minore di 60 mm), anche se in misura non significativa: ne è conseguita pertanto una minore resa di prodotto commerciale (significativa a $p<0.10$) rispetto alle tesi irrigate fuori terra e mediante ADI con l'impiego dell'ala root-guard, che non si sono invece differenziate tra loro.
Se analizziamo la *Water Use Efficiency* (efficienza d'uso dell'acqua espressa in grammi di frutti prodotti per litro d'acqua, piogge più irrigazioni fino alla raccolta), ne consegue

Tab.5 - Az. Marsili: risultati produttivi ed efficienza d'uso dell'acqua in funzione dei diversi sistemi irrigui medie del triennio 2007-09

TESI	Resa totale (q/ha)	commerciale (%)	commerciale (q/ha)	fino alla raccolta		peso medio (g)	numero frutti/ pianta
				nella fase F2	in tutta la stagione		
Test	252,06	84,14	209,11 ab	148,0	20,87 A	148,18 b	69,68
irrigato fuori terra	256,88	92,03	235,77 a	268,0	10,19 B	164,04 a	63,93
interrato a 40 cm areato ADI	226,90	84,01	190,94 b	268,0	8,77 B	149,39 b	61,71
interrato a 40 cm rootguard	266,60	88,10	233,20 a	268,0	10,52 B	156,41 ab	70,17

lettere minuscole diverse: d.m.s. a $p<0.10$ - lettere maiuscole diverse: d.m.s. a $p<0.01$

che il testimone asciutto, con una produzione areica media superiore ai 250 q/ha ottenuta con il solo apporto idrico di poco meno di 150 mm corrispondenti alle piogge, ha presentato un rapporto praticamente doppio (significativo a p<0.01) rispetto a tutte le tesi irrigue confronto, che non si sono differenziate tra loro. Le maggiori rese delle tesi irrigate fuori terra e ADI-rootguard sono imputabili ad un più elevato peso medio dei frutti (significativo a p<0.10), mentre il numero di frutti per pianta, pur con qualche oscillazione tra i trattamenti a confronto, non ha presentato variazioni significative.

Ripartizione percentuale per classi di calibro dei frutti
(tabella 6)
In generale non si sono registrate differenze sostanziali tra le tesi a confronto, anche se si rileva una % di sottomisura maggiore nel test e nella tesi ADI (n.s.) mentre, al contrario, le tesi irrigate fuori terra e ADI-rootguard presentano % più elevate di frutti di calibro 70-75 mm, (significativo a p<0.10) intorno al 25% dell'intera produzione.
Risultati biometrici (tabella 7)
Dall'elaborazione complessiva non sono risultate differenze statisticamente significative anche per quanto riguarda la vigoria delle piante.
Il testimone non irrigato conferma tuttavia una maggiore vigoria rispetto alla media delle tesi irrigate, analizzando complessivamente diametro del fusto, volume della chioma e residuo di potatura: evidentemente si è avvantaggiato di più delle precipitazioni primaverili, coincidenti con il periodo di maggior sviluppo vegetativo delle piante, anche in relazione al minor carico di frutti nel prosieguo della stagione, in seguito ai mancati apporti irrigui.
Complessivamente i risultati del triennio non hanno evidenziato incrementi di resa e vigoria delle piante legate all'irrigazione, indipendentemente dai sistemi irrigui a confronto; in queste condizioni non sono di conseguenza emersi neanche i potenziali vantaggi attesi dall'applicazione dell'Areate drip irrigation, a confronto con l'irrigazione a goccia tradizionale fuori terra: evidentemente, nelle condizioni climatiche sub-umide della pianura emiliano-romagnola, è risultato ininfluente l'ulteriore incremento di efficienza irrigua legato all'interramento dell'ala gocciolante rispetto alla goccia tradizionale, che garantisce già di per se una efficienza di applicazione dell'acqua irrigua superiore al 95%.
Il tipo di terreno dove si è svolta la prova, di medio impasto, non ha presentato nel triennio particolari problemi di asfissia, tali da rendere strategico il ricorso all'immissione d'aria nelle ali gocciolanti interrate: l'applicazione di tale soluzione innovativa è pertanto risultata

Tab.6 - Az. Marsili: ripartizione percentuale per classi di calibro in funzione dei diversi regimi irrigui - medie del triennio 2007-09

TESI	< 60 (%)	60-65 (%)	65-70 (%)	70-75 (%)	75-80 (%)	80-85 (%)	>85 (%)	diam. frutto (mm)
Test	15,86	27,62	33,52	18,92 b	3,57	0,41	0,09	65,52
irrigato fuori terra	7,97	25,34	32,49	27,77 a	4,98	1,26	0,19	67,35
interr. a 40 cm areato ADI	15,99	26,09	31,38	18,02 b	6,67	1,85	0,00	66,04
interr. a 40 cm rootguard	11,90	23,70	31,24	24,53 ab	6,14	2,09	0,40	67,07

lettere minuscole diverse: d.m.s. a p<0.10 - lettere maiuscole diverse: d.m.s. a p<0.01

Tab.7 - Az. Marsili: risultati biometrici in funzione dei diversi regimi irrigui medie del triennio 2007-09

TESI	circ. fusto (cm)	incr. (%) nell'anno	volume chioma (mc)	incr. (%) nell'anno	peso potatura (kg/pianta)
Test	23,44	6,00 a	1,06	9,20	2,18
irrigato fuori terra	22,33	3,01 b	1,03	9,85	2,00
interr. a 40 cm areato	23,38	5,34 a	1,04	8,34	2,14
interr. a 40 cm rootguard areato	23,31	5,79 a	0,93	3,72	1,99

lettere minuscole diverse: d.m.s. a p<0.10 - lettere maiuscole diverse: d.m.s. a p<0.01

superflua, e potrebbe essere vantaggiosa solo in caso di terreni particolarmente pesanti e con tendenza a ristagni.
Dal punto di vista tecnologico, l'impianto di subirrigazione ha mantenuto intatte le caratteristiche a nuovo delle ali gocciolanti, dopo nove anni dalla posa, in particolare di quelle con il sistema root-guard, a conferma della validità impiantistica della subirrigazione capillare.
Il suo impiego può trovare pertanto una buona applicazione nella frutticoltura biologica, nel caso in cui si vuole eliminare l'inerbimento sotto il filare e, non potendo ricorrere ai diserbi sottofila, si è costretti a lavorare il terreno sotto le piante: in questo caso l'ala interrata non comporta alcun intralcio, mentre lo sarebbe nel caso della posa fuori terra.

La problematica del riscaldo superficiale delle pere

Paolo Bertolini, Annibale Folchi
CRIOF, Dipartimento di Protezione e Valorizzazione Agroalimentare - Università di Bologna

Il Riscaldo superficiale è una fisiopatia da freddo che colpisce le mele e le pere in conservazione. In assenza di tecniche di prevenzione, la malattia può determinare scarti che possono interessare il 60-70% dei frutti, compromettendo la commercializzazione di interi lotti di prodotto. La individuazione negli anni '60 di sostanze antiriscaldo molto efficaci, quali la difenilammina e la etossichina, hanno consentito una efficace prevenzione della alterazione. Di recente con la revoca alla immissione in commercio delle due sostanze attive citate, la problematica relativa alla prevenzione della fisiopatia è ritornata alla ribalta. Il vuoto determinatosi nei mezzi fitoiatrici postraccolta e la incertezza sulle strategie alternative da adottare, ha determinato notevole preoccupazione fra gli operatori del settore, suscitando discussioni ed anche interventi sulla stampa del specializzata.

La malattia

Con il termine Riscaldo Superficiale (RS) si intende un complesso di sintomi a carico della buccia delle pomacee caratterizzato da un imbrunimento dei relativi tessuti (epidermide ed ipoderma) seguito da necrotizzazione e collasso, con conseguente formazione di depressioni, negli stadi più avanzati della malattia (Foto 1). La polpa sottostante non presenta alterazioni di sorta e, pur in presenza di un notevole deprezzamento commerciale, non sono evidenziabili anomalie di sapore. La manifestazione del RS e la conseguente necrosi dei tessuti colpiti, favorisce l'insorgenza del marciume lenticellare anche a carico di quelle parte delle lenticelle che altrimenti non sarebbero penetrabili dal patogeno. Il RS non va confuso con il Riscaldo molle delle pere Abate Fetèl che è caratterizzato da un imbrunimento della buccia e rammollimento dei tessuti sottostanti fino ad una profondità di 2-3 mm (Foto 2). Questa fisiopatia associata alla conservazione in Atmosfera controllata è determinata da una intolleranza di questa cultivar ai bassi tenori di O_2 e/o all'elevata CO_2. Le pere più

Foto 1: Riscaldo superficiale

Foto 2: Riscaldo molle

suscettibili al RS, nell'ambito delle principali cultivar coltivate in Italia, sono Conference e Abate Fetèl mentre risultano del tutto esenti Decana del Comizio e Kaiser. Fra i fattori predisponesti la malattia ricordiamo:

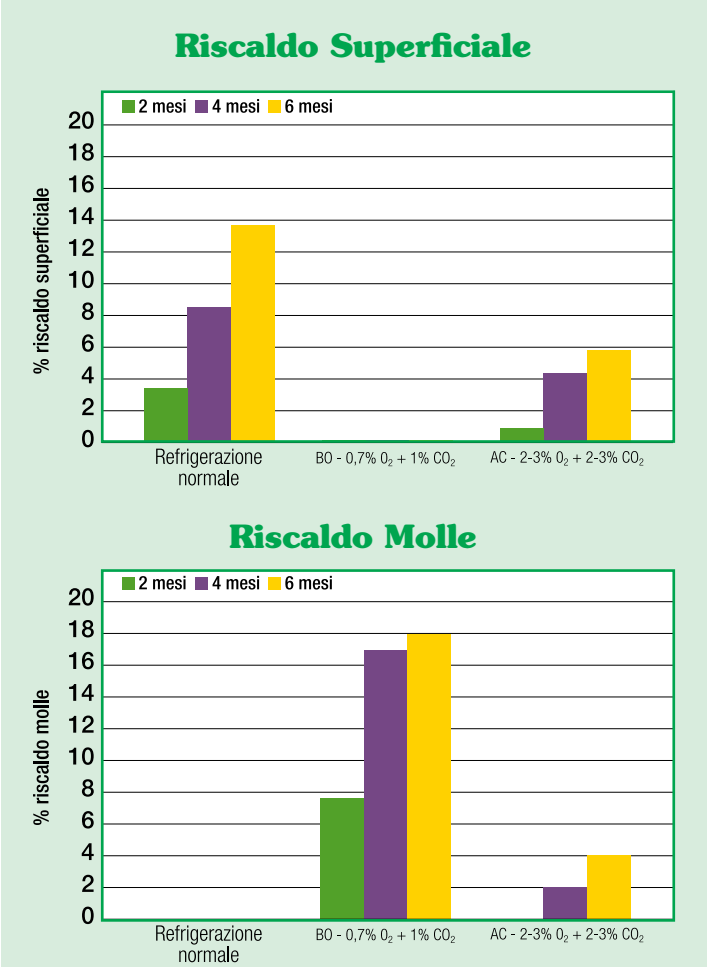
- il clima caldo siccitoso nelle sei settimane precedenti la raccolta. Riducono invece la suscettibilità al RS le temperature notturne inferiori a 10°C, per almeno 150 ore.
- la raccolta precoce
- le concimazioni ricche di azoto
- la presenza di etilene
- la umidità relativa elevata
- la conservazione prolungata

La malattia è una fisiopatia da raffreddamento che si evidenzia dopo 2-3 mesi di conservazione a causa della formazione, indotta dallo stress metabolico, di un composto etereo alfa farnesene. La sua sintesi è catalizzata da etilene ed è seguita da una successiva ossidazione dell'alfa farnesene con formazione di composti estremamente tossici per la cellula vegetale. La morte delle cellule epidermiche ed il conseguente imbrunimento delle stesse, costituisce lo stadio evolutivo finale malattia.

La prevenzione nella era post Etossichina

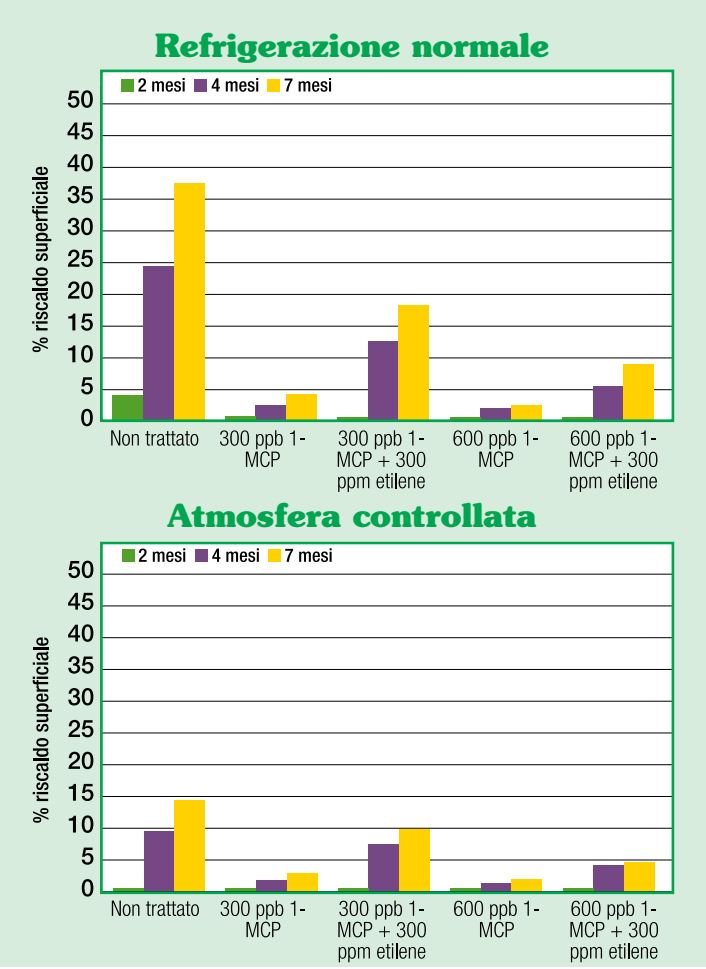
Come indicato in apertura, l'impossibilità di impiegare l'Etossichina ha riproposto con impellenza la ricerca di mezzi alternativi per la prevenzione del RS delle pere, pena la incidenza di scarti economicamente insostenibili o la riduzione dei periodi di conservazione con conseguente saturazione dell'offerta di pere. Non disponendo più di un principio attivo del tutto efficace, la prevenzione può essere ottenuta dal concorso di più mezzi che integrandosi fra loro consentano di ottenere il contenimento della malattia a livelli commercialmente accettabili. La coltivazione di pere non suscettibili al RS come ad esempio Decana del Comizio e Kaiser potrebbe costituire la soluzione ideale, ma, come noto, problemi produttivi ed orientamenti del mercato hanno progressivamente ridotto l'interesse verso queste cultivars. Lo stato di maturazione pur non essendo un fattore risolutivo, nell'ambito delle pere

Fig. 1 - Incidenza del riscaldo superficiale (%) e riscaldo molle (%) in pere Abate Fêtel conservate a -1 °C in Refrigerazione Normale, Basso Ossigeno e Atmosfera Controllata tradizionale (media di 2 anni).



suscettibili al RS, tuttavia una raccolta effettuata rispettando gli indici consigliati dai disciplinari di produzione consente di ridurre fortemente il RS dopo conservazione. La tendenza ad anticipare la finestra di raccolta per problemi legati al reperimento di manodopera e al timore di eventi meteorici sfavorevoli (ad es. grandine), hanno notevolmente esacerbato il problema. Fra i mezzi alternativi proposti, per le produzioni biologiche, ricordiamo anche l'acqua calda che tuttavia sulle pere ha limitate possibilità applicative stante la estrema sensibilità a temperature superiori a 30-40°C. Negli Stati Uniti, sempre su produzioni biologiche (organic production), ha trovato una certa diffusione la pratica di avvolgere i singoli frutti con fogli sottili di carta (simili a quelli utilizzati sugli agrumi) impregnati di olii che assorbono l'alfa farnesene, la cui ossidazione come, sopra detto, porta alla formazione di composti tossici. Trattasi di un mezzo il cui impiego, per effetto dei costi di esecuzione, è limitato produzioni a particolari. Fra le strategie che hanno trovato applicazioni a livello commerciale occorre evidenziare la conservazione in Atmosfera Controllata (AC) a basso ossigeno. La tecnica mira a impedire o limitare la ossidazione dell'alfa farnesene impedendo la comparsa della malattia. Composizioni gassose con una concentrazione di ossigeno inferiore al 2% e con 1% di anidride carbonica consentono di prevenire efficacemente il RS su pere Conference per 7-8 mesi di conservazione. Occorre precisare che le pere Conference, così conservate, maturano normalmente durante la shelf life ma in esse permane la colorazione verde. In base alle sperimentazione fino ad ora condotte presso il CRIOF, il basso ossigeno non risulta utilizzabile su pere Abate Fetèl a causa della nota suscettibilità al Riscaldo molle, durante la conservazione con queste composizioni gassose (Fig. 1). La AC dinamica potrebbe consentire di migliorare ulteriormente l'applicazione di questa tecnica consentendone l'estensione anche a cultivar che oggi ne sono escluse per la loro elevata sensibilità ai danni da ipossia (cuore bruno,

Fig. 2 - Influenza del trattamento con 1- MCP più Etilene sul Riscaldo Superficiale di pere Conference conservate a -1 °C in Refrigerazione Normale e Atmosfera Controllata con 2,0 - 2,5 di O_2 + 1,0 - 1,2% di CO_2 (media di 2 anni)



cavità). La rimozione dell'etilene dalle celle di conservazione tramite assorbitori o mediante ventilazione con aria esterna nei mesi invernali, ha evidenziato una sensibile riduzione del RS. L'etilene svolge un ruolo determinante nello sviluppo della malattia fungendo da catalizzatore.

Tuttavia la difficoltà di mantenere l'etilene a concentrazioni inferiori a 2 ppm, soprattutto in presenza di lotti di frutti aventi gradi di maturazione più avanzati, non hanno consentito l'applicazione di questa tecnica a livello industriale.

La individuazione, alcuni anni fa, di 1-metilciclopropene (1-MCP), avente una azione etilene bloccante, ha consentito di rivedere le strategie di prevenzione del RS e nel contempo di sfruttare l'azione di questo composto per rallentare i processi di maturazione di alcuni frutti.

Una parte consistente delle mele è oggi trattata nelle celle di conservazione con 1-MCP che, agendo allo stato di gas, diffonde rapidamente fra i frutti. La applicazione su pere di 1-MCP non ha sortito i risultati sperati in quanto pur consentendo di prevenire efficacemente il RS in refrigerazione normale così come con basso ossigeno, ha determinato una inibizione completa della maturazione, tanto che i frutti sono risultati duri come alla raccolta.

Nell'ambito del progetto "Filiera pero", al fine di attenuare il blocco della maturazione, su pere Conference, abbiamo valutato anche l'abbinamento di 1- MCP con etilene sia in Refrigerazione Normale che in Atmosfera Controllata (Fig. 2). In Atmosfera Controllata il trattamento con 600 ppb di 1-MCP e 600 ppm di etilene ha determinato una riduzione del RS a valori commercialmente accettabili ed i frutti sono risultati inteneriti normalmente pur mantenendo una colorazione verde. Nei frutti trattati con solo 1-MCP, ad una efficace prevenzione del RS è risultato abbinato un blocco della maturazione.

Le possibilità applicative delle strategie alternative

Non sempre le tecnologie che risultano efficaci su piccola scala, nei laboratori di ricerca, trovano un riscontro nella applicazione su celle industriali. Nel caso specifico sia la utilizzazione di 1-MCP a basse dosi (< 100 ppb), per limitare il blocco della maturazione, che l'abbinamento di 1-MCP a 600 ppb con 600 ppm di etilene in AC, hanno evidenziato, in ambienti di grandi dimensioni, notevoli problemi nel mantenimento delle concentrazioni desiderate dei gas ed in particolare dell'etilene.

Pertanto ulteriori affinamenti della tecnica si rendono necessari prima della diffusione a livello operativo.

Per quanto concerne la prevenzione del RS su pera Conference il Basso Ossigeno, a valori inferiori al 2%, risulta essere già oggi una valida alternativa alla Etossichina, ma occorre prestare attenzione al grado di maturazione alla raccolta che, come detto, può aumentare considerevolmente la suscettibilità al RS, soprattutto in annate caratterizzate da temperature notturne pre raccolta. particolarmente elevate.

L'approfondimento delle ricerche sull'impiego della AC dinamica con bassissimo ossigeno potrà dare un sostanziale contributo alla prevenzione del RS anche su pere.

Qualità sensoriale e giudizio dei consumatori

Edoardo Gatti, Manuela Serena Drago, Stefano Predieri
Istituto di Biometeorologia, IBIMET-CNR, Bologna
Luca Mari
CSO, Centro Servizi Ortofrutticoli - Ferrara

Le ricerche sulla qualità dei prodotti tipici stanno acquisendo sempre maggiore importanza, a causa della grande competizione sul mercato tra prodotti che puntano esclusivamente sul fattore "prezzo conveniente" e quelli che si rivolgono ad un consumatore in grado di scegliere ed apprezzare la qualità superiore. L'attività congiunta di IBIMET-CNR e CSO nell'ambito del progetto di filiera "Pera dell'Emilia Romagna", ha affrontato questa problematica, monitorando per tre anni (2007-2009) la qualità della produzione della pera regionale che maggiormente punta ad un'eccellenza qualitativa: Abate Fetel, che rappresenta anche la cultivar più coltivata in Emilia Romagna (40%, Fonte CSO). Un prodotto valido ed omogeneo, ben gestito in post-raccolta, può garantire una redditività adeguata ai produttori. Proprio per questo si è scelto di rivolgere gli obbiettivi della ricerca alla determinazione di parametri in grado di meglio definire la produzione di "Alta Qualità".

La prima fase del progetto si è quindi sviluppata selezionando Aziende in grado di fornire Abate Fetel conforme agli standard IGP. L'attività si è svolta in collaborazione con il CSO e con il Consorzio della Pera IGP dell'Emilia Romagna, all'interno di un'Azione denominata "Monitoraggio della qualità sensoriale".

La pera Abate Fetel si presenta come frutto tradizionale, ben conosciuto ed apprezzato dai consumatori; proprio per questo i consumatori sono da considerare alleati nello sviluppo delle politiche legate alla qualità e giudici in grado di riconoserla ed apprezzarla. Vari effetti specifici legati all'influenza della gestione agronomica sulla qualità dei frutti sono noti, e riguardano sia aspetti intrinseci, che sensoriali ed edonistici. (Predieri et al., 2005; Gatti et al., 2008; Predieri e Gatti, 2008; Predieri et al., 2008a, b; Gatti et al., 2009). Il livello qualitativo raggiunto dai frutti di Abate Fetel non risulta attribuibile a singoli fattori (es. portinnesto; data di raccolta), ma ad una gestione del sistema produttivo che rispetti l'equilibrio Quantità/Qualità.

Lo studio della qualità è quindi partito dalla conoscenza e valutazione dei fattori pre-raccolta, delle caratteristiche dei sistemi produttivi e dell'effetto delle scelte agronomiche, aspetti che hanno una fondamentale importanza nel definire le caratteristiche del prodotto (Mattheis e Fellman, 1999). Il progetto ha poi integrato le caratteristiche chimico-fisiche rilevabili in laboratorio con l'analisi sensoriale (panel test) e la "Consumer science" (test con consumatori) allo scopo di definire la qualità in valori il più possibile oggettivi sia per le esigenze di filiera sia per la soddisfazione del consumatore. Spostare l'ottica dell'apprezzamento qualitativo dall'azienda al consumatore (approccio "Fork-to-Farm") consente di apprezzare l'effetto dei vari fattori al momento della scelta d'acquisto e del consumo. La qualità indicata dal consumatore è misurabile operando con le metodologie della Consumer science. I risultati qui presentati si basano su consumer test effettuati con la scala edonistica 1-9 (estremamente sgradito-estremamente gradito) (Lawless e Heymann, 1998), internazionalmente riconosciuta ed applicata per lo studio delle preferenze sulla frutta in progetti europei quali ISAFRUIT (Predieri et al, 2008; Predieri et al, 2009).

Per le finalità applicative è utile tradurre il risultato numerico

Tab. 1

Voto	Livello qualitativo	Accettabilità
>7	eccellente	>95%
6,5	buono	85%
6,0	soglia di attenzione	80%
5,5	discutibile	75%
5,0	insufficiente	70%
<5	inaccettabile	<70%

in termini utilizzabili dalla filiera, associati a soglie di accettabilità così come indicato nella tabella 1. L'utilizzo di questa semplice scala ha permesso di valutare in termini di "qualità percepita dal consumatore" alcuni aspetti basilari delle scelte di filiera ed analizzare le loro interazioni.

Effetto dell'epoca di raccolta e del calibro del frutto

Come detto, lo studio della qualità del prodotto percepita dal consumatore è stato sviluppato tenendo in considerazione i fattori agronomici e le tempistiche di distribuzione commerciale che maggiormente condizionano le caratteristiche intrinseche del frutto e quindi il suo apprezzamento. Nel secondo e terzo anno del progetto (produzioni 2008 e 2009) si è in particolare operato analizzando le differenze indotte sul prodotto dall'anticipo o dal ritardo della raccolta. Nell'ambito di ogni lotto si è differenziato il prodotto in base al calibro commerciale (65-70 mm; 70-75 mm, 75-80 mm) studiando le proprietà di frutti in due periodi di distribuzione (fine Novembre e inizio Febbraio). Le fasi relative a raccolta, selezione e conservazione dei frutti sono state condotte con la preziosa collaborazione del Centro Servizi Ortofrutticoli (CSO). Si è quindi operato sulla produzione di un'azienda certificata appartenente al Consorzio, identificata e studiata nel primo anno del progetto, e valutata in grado di fornire frutti di Abate Fetel pienamente confacenti al disciplinare di produzione certificata IGP. Le analisi qualitative realizzate sulla produzione del 2008 hanno evidenziato che l'ampia finestra di raccolta (1-18 settembre 2008), rappresentativa delle dinamiche produttive più diffuse in Regione, ha fornito produzioni qualitativamente di eccellenza. In questo ambito tuttavia l'epoca di raccolta e la dimensione dei frutti sono risultati importanti nel definire la qualità percepita. Nello specifico la raccolta più ritardata ha indotto maggiori livelli di dolcezza ed aromaticità nei frutti dei calibri inferiori a 75 mm. Anche il calibro ha evidenziato un'influenza sul gradimento, mediamente i frutti di maggiori dimensioni sono infatti risultati più graditi. Alla luce di queste evidenze la produzione 2009 è stata indagata allo scopo di approfondire e definire ulteriormente le influenze della data di raccolta e del calibro sulla qualità del prodotto.

La finestra di raccolta è stata ampliata (22 Agosto-20 Settembre) stabilendo un calendario con due raccolte anticipate, una "standard" (10 Settembre) ed una posticipata; programmate a cadenza di 10 giorni. Anche nel 2009 la produzione è stata suddivisa in tre classi di calibro secondo la classificazione commerciale. I frutti sono stati conservati in condizioni normali (1°C; 90-95 U.R.), in atmosfera non modificata. Per la definizione delle proprietà intrinseche del prodotto ed a supporto delle analisi sensoriali sono misurati i parametri tecnologici subito dopo la raccolta e nei periodi di distribuzione (fine Novembre e inizio Febbraio) sia all'uscita dalla cella frigorifera che alla shelf-life di consumo. I frutti di calibro oltre 75 mm sono stati ulteriormente separati in due classi, a seconda che il loro peso fosse superiore o inferiore a 350 grammi, ed analizzati alla shelf life di 6 giorni. Coerentemente alla suddivisione in categorie di calibro e peso effettuata nelle analisi tecnologiche, si sono predisposti ed eseguiti panel test con assaggiatori esperti.

Contestualmente ai panel test ed alle analisi chimico-fisiche sono stati effettuati consumer test per valutare l'apprezzamento dei consumatori. I consumer test sono stati effettuati il alla fine di Novembre 2009 ed all'inizio di Febbraio 2010 presso il Centro Commerciale "Centro Nova", Villanova

di Castenaso (BO), grazie alla collaborazione con Coop Adriatica che ha reso disponibili spazi per la somministrazione del test all'interno dalla galleria commerciali.
Ad ogni test hanno partecipato 240 persone non preventivamente contattate. Ad ogni consumatore è stato richiesto di valutare quattro campioni, corrispondenti ai quattro calibri o a quattro epoche di raccolta. Le valutazioni di gradimento sono state espresse

Fig. 1 - Giudizi dei consumatori registrati nel consumer test effettuato nel novembre 2009 con assaggi proposti a 240 consumatori

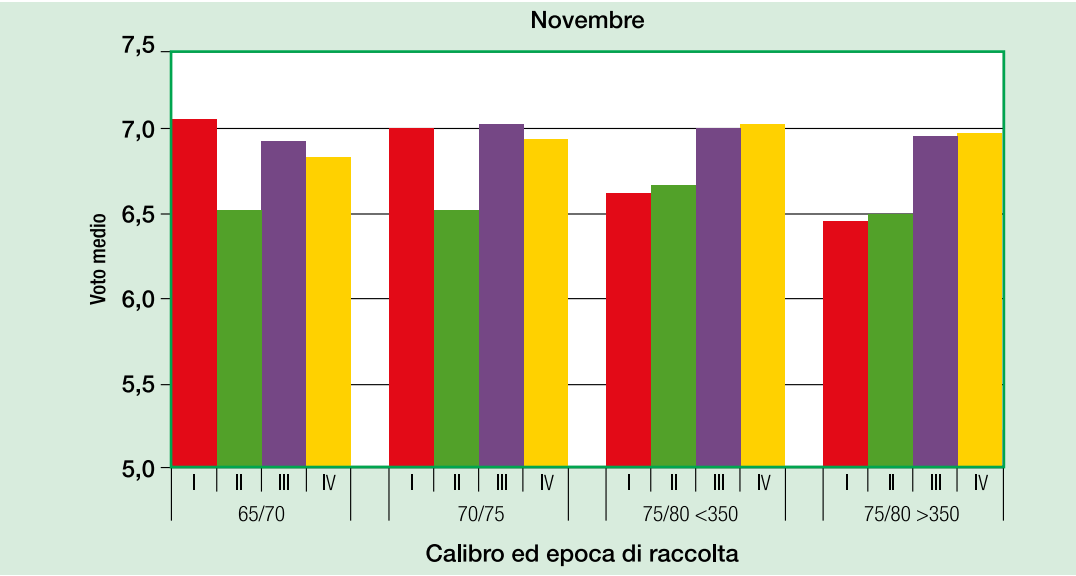
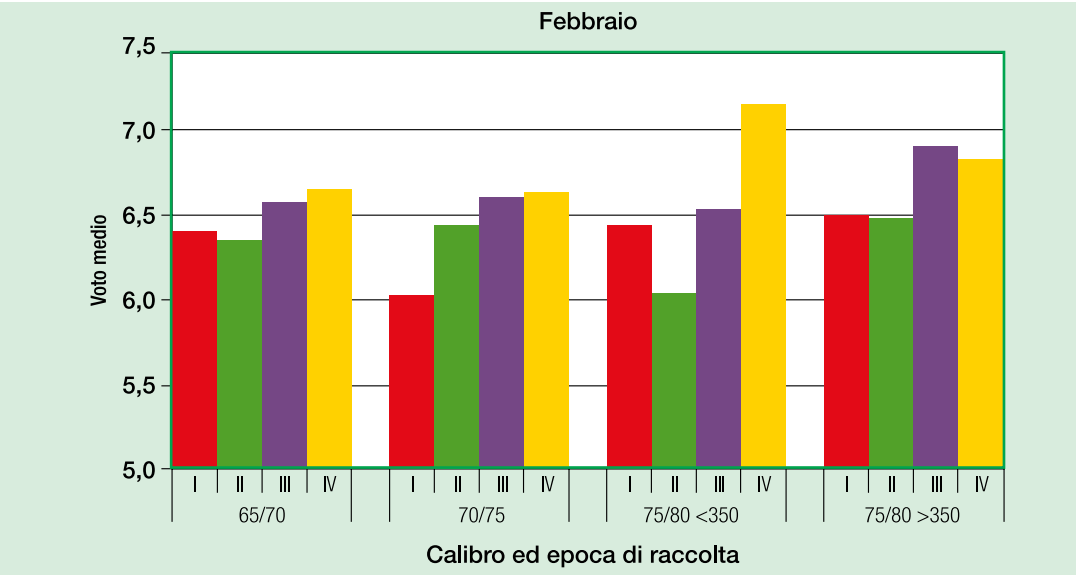


Fig. 2 - Giudizi dei consumatori registrati nel consumer test effettuato nel febbraio 2010 con assaggi proposti a 240 consumatori



tramite un voto da 1 (estremamente sgradito) a 9 (massimo gradimento). Nel consumer test di novembre (Fig. 1) i frutti di tutte le tesi ottengono voti di gradimento (voto medio 6.8, tra buono ed eccellente) ampiamente al di sopra della soglia di attenzione definita dal voto 6. L'epoca di raccolta appare influenzare il gradimento. In particolare i frutti della raccolta standard e di quella posticipata si avvicinano e superano la soglia di eccellenza (voto medio 7) in tutti i calibri e le categorie di peso considerate, confermando i risultati del panel test. Per quanto riguarda la prima raccolta anticipata, si registra un'eccellente valutazione per frutti di calibro 65-70 e 70-75, il calibro 75-80 ottiene invece una valutazione inferiore.

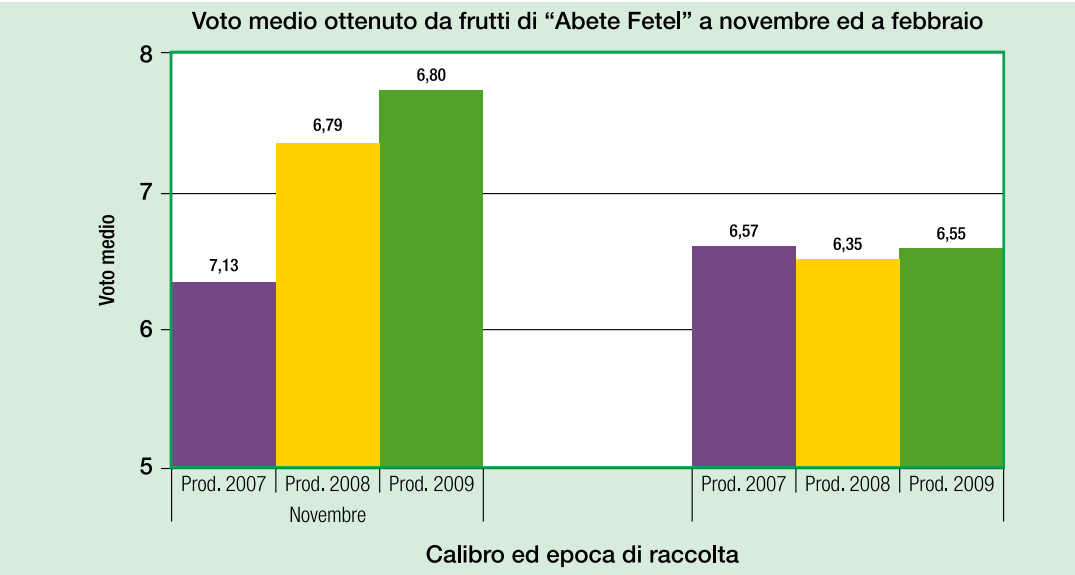
I frutti della seconda raccolta anticipata, ottengono la valutazione media più bassa (voto medio 6.6) rispetto alle altre classi, senza che si registrino differenze attribuibili alla dimensione del frutto.

Nel test sui consumatori svolto all'inizio di febbraio (Fig. 2). si osserva una generale riduzione del gradimento (voto medio 6.5). In questo periodo di conferimento i frutti della raccolta standard e di quella posticipata ottengono una valutazione tra il "buono" e l'"eccellente" in ogni categoria di calibro e peso, il medesimo risultato era scaturito, in particolare per i frutti di calibro più elevato, anche nei panel test. Le due raccolte anticipate fanno registrare un gradimento inferiore rispetto alle altre. Se tuttavia per i frutti "grossi" (calibro 75-80 con peso oltre i 350 grammi) i giudizi si mantengono sufficientemente positivi, nelle categorie di calibro e peso inferiori alcune valutazioni si avvicinano alla soglia di attenzione.

Effetto del periodo di distribuzione commerciale

Nel corso dei tre anni analizzati "Abate Fetel" Igp ha dimostrato, per l'intero periodo di distribuzione considerato (Novembre-Febbraio), di essere prodotto di elevata qualità. Nella figura 3 sono presentati riassunti i voti medi di gradimento delle produzioni dei tre anni del progetto nelle due epoche di valutazione. Ogni anno si osserva una flessione nella valutazione dei consumatori con il procedere della stagione, con cali di apprezzamento tra il 4 e l'8% (Fig 3). Se a fine Novembre infatti il giudizio corrisponde costantemente a un livello considerato di eccellenza, a fine inizio Febbraio la valutazione

Fig. 3 - Media dei giudizi dei consumatori registrati nei consumer test effettuati nei tre anni (2007-09 in Novembre e Febbraio)



media dei frutti pur risultando comunque elevata, fa registrare un calo di apprezzamento. Questa evidenza, integrata anche dalle sopracitate valutazioni qualitative in funzione di data di raccolta, calibro e peso, può essere un ausilio per l'ottimizzazione del conferimento del prodotto, così da mantenere un livello qualitativo elevato e costante nel corso di tutto il periodo distributivo.

Influenza del grado zuccherino

Relativamente alle caratteristiche intrinseche del frutto che maggiormente influenzano il gradimento della pera è stato evidenziato (Gatti e Predieri, 2009) che la dolcezza percepita e quindi il contenuto zuccherino svolge un ruolo fondamentale. A questo proposito, nel terzo e ultimo anno del progetto sono state condotte indagini relativamente al contenuto di zuccheri e degli acidi nei frutti delle diverse raccolte (Tab. 2). Il contenuto totale di zuccheri aumenta dalla prima alla terza epoca di raccolta (epoca standard) per poi subire un calo in quella tardiva. Nello specifico si evidenzia che il fruttosio ed il sorbitolo, che alla prima raccolta assieme rappresentano circa il 77% del totale degli zuccheri, tendono a ridursi progressivamente fino 72%, mentre il saccarosio nello stesso periodo raddoppia ed all'ultima raccolta è l'8% del totale. Questa approfondita analisi evidenziando un'evoluzione quali-quantitativa degli zuccheri oltre a confermare la correttezza della data di raccolta sottolinea ulteriormente l'importanza un'attenta gestione del prodotto nel post-raccolta per il raggiungimento di parametri qualitativi elevati al conferimento.

Influenza della maturazione del frutto

Attualmente l'attività di ricerca prosegue sulla produzione di pere "Abate Fetel" 2010. Le analisi di laboratorio sono state associate ad analisi non distruttive effettuate con lo strumento "DA-meter", (messo a disposizione dalla ditta produttrice, T.R. Turoni Srl, Forlì), la cui funzionalità è stata già sperimentata su altre specie frutticole. Il DA-Meter (Fig. 4) misurando in modo non invasivo la quantità di clorofilla presente nella polpa di un frutto fornisce un indice dello stato di maturazione del frutto stesso: la quantità di clorofilla è infatti inversamente proporzionale al grado di maturazione. La verifica della possibile applicazione del DA-Meter anche per il pero è scaturita dalla considerazione poter offrire alla filiera un'ulteriore opportunità di monitoraggio rapido e non distruttivo di un importante parametro qualitativo delle produzioni.

Conclusioni

I tre anni di ricerca evidenziano l'elevato livello qualitativo di "Abate Fetel" raggiungibile in aziende rappresentative, e come questa eccellenza sia chiaramente percepita dai consumatori. Ulteriori indagini sul territorio dovrebbero essere indirizzate a verificare che la maggior parte delle Aziende IGP sia in grado di produrre frutti con analoghe caratteristiche.

L'aspetto innovativo e applicativo realizzato dall'Azione denominata "Monitoraggio della qualità sensoriale" nell'ambito del progetto di filiera "Pera dell'Emilia Romagna" è la verifica che la "Qualità" è misurabile con analisi di laboratorio, validate dall'apprezzamento da parte dei consumatori. In questi termini è importante segnalare ulteriormente come i risultati siano riferiti a produzioni rappresentative delle dinami-

Tab. 1 - Acidi titolabili e zuccheri alla raccolta. Le quantità di zuccheri e acidi sono espresse in percentuale del peso. A medie diverse corrispondono lettere diverse (p=0,05; n.s.= differenze non significative).

Raccolta	Acido malico	Acido citrico	Acido chimico	Totale acidi	Sorbitolo	Glucosio	Inositolo	Saccarosio	Fruttosio	Totale zuccheri
22-08 (I)	0,570 n.s.	0,004 ab	0,045 a	0,62 a	3,33 b	2,48 c	0,020 b	0,559 c	6,90 b	13,1 c
01-09 (II)	0,571 n.s.	0,005 a	0,045 a	0,61 a	3,43 a	2,90 ab	0,022 a	0,627 c	6,83 b	13,8 b
10-09 (III)	0,540 n.s.	0,004 b	0,029 b	0,57 ab	3,58 ab	3,00 ab	0,019 ab	0,935 b	7,22 a	14,8 a
21-09 (IV)	0,516 n.s.	0,003 b	0,026 b	0,55 b	3,11 c	2,71 b	0,019 b	1,110 a	6,87 ab	13,8 b

che agronomiche (date di raccolta, calibri commerciali, periodi di distribuzione) più diffuse in Regione.
I risultati ottenuti portano inoltre alla luce, nell'ambito dei termini descritti, una "duttilità" nella gestione agronomica e post-raccolta di Abate Fetel con la garanzia dell'ottenimento di un prodotto finale comunque di elevata qualità. I diversi operatori della filiera hanno quindi ampie opportunità di scelta per un prodotto, quale l'Abate, capace di soddisfare le diverse esigenze aziendali, senza penalizzarne la qualità; possono avere anche importanti riferimenti utili a rendere sempre più soddisfacente la tipologia di prodotto in risposta ai diversi standard commerciali richiesti dal mercato. Questi risultati sono un'ottima garanzia della competitività della produzione regionale a marchio, che trova nel prodotto tipico un'importante risorsa economica da tutelare e valorizzare.

Fig. 4. Fase di misurazione dell'indice DA su frutto di Abate Fétel tramite DA-Meter.

Aspetti economici della coltura del Pero

Valeria Altamura
Crpv

Nel 2009 il comparto delle produzioni vegetali regionale ha fatto registrare un calo delle performance economiche rispetto al 2008, con una contrazione della PLV del 10,2%.
Tale dato emerge da una generalizzata diminuzione dei prezzi degli ortofrutticoli, con particolare riferimento alle specie frutticole, che nel 2009 hanno mostrato una netta flessione dei prezzi rispetto all'anno precedente, con riduzioni che hanno superato il 40% nel caso delle nettarine e delle mele.
Il mercato delle pere, invece, sembra essere stato uno dei meno colpiti dalla recente crisi economica, in relazione ad una contenuta flessione dei prezzi dell'Abate Fetel, che nel 2009 ha fatto registrare una diminuzione del prezzo dell'8,2% rispetto al 2008.
Tuttavia, in un contesto di contrazione dei prezzi di vendita, associato ad un generalizzato aumento del costo dei mezzi tecnici di produzione, la valutazione della sostenibilità economica della coltura risulta di particolare importanza.
Proprio con questo scopo, un recente studio condotto in Emilia-Romagna nell'ambito del "Progetto di Filiera Pero" e coordinato dal CRPV ha analizzato le performance di redditività legate ad impianti di pero a medio-alta densità.
Le rilevazioni economiche sono state effettuate presso aziende agricole opportunamente selezionate ed i dati aziendali sono stati raccolti per più annate produttive, al fine di disporre di osservazioni ripetute e circostanziate su quegli aspetti che maggiormente risentono dell'andamento stagionale e delle condizioni di mercato.

La metodologia impiegata

L'analisi economica ha confrontato diverse tipologie d'impianto della cv Abate Fetel in aziende-campione individuate per la loro rappresentatività, sia in termini di scelte tecniche (portinnesto, densità d'impianto, ecc.) sia per la forma di conduzione: coltivatore diretto o impresa in economia.
I dati sono stati rilevati tramite apposite schede tecnico-economiche redatte in funzione delle fasi del frutteto (impianto, allevamento e piena produzione), dei caratteri strutturali dell'azienda e dell'impiego dei fattori di produzione: materie prime, macchine aziendali e

Tab. 1 - Caratteristiche delle 4 tipologie aziendali a confronto

	Fe	Mo1	Mo2	Ra
Portinnesto	Farold® 40	Farold® 40	piante autoradicate	piante autoradicate
Sesto d'impianto (m)	4 x 1,7	4 x 2	4 x 1,8	4,3 x 2
Densità (alb./ha)	1.470	1.250	1.250	1.163
Anno di impianto	2002	2001	2001	1999
Resa media (t/ha)	33	28	26	36
Resa raccolta (kg/ora)	150	120	120	150
Conduzione	coltivatore diretto	impresa in economia	impresa in economia	impresa in economia

lavoro. È stato inoltre rilevato il prezzo di liquidazione della cv Abate Fetel presso le principali cooperative della regione. La rilevazione dei dati è stata compiuta in più annate, al fine di disporre di informazioni ripetute sugli aspetti che maggiormente risentono dell'andamento stagionale e delle condizioni di mercato. Il calcolo dei costi di produzione è stato eseguito utilizzando metodologie in grado di rendere confrontabili i dati delle singole aziende. Per quanto riguarda l'analisi della redditività, sono stati considerati i seguenti parametri:

- ***Valore attuale netto*** (Van) - misura in termini monetari l'incremento di valore dell'impresa in funzione dell'investimento e consiste nella sommatoria dei flussi di cassa attualizzati; se il Van è di segno positivo l'investimento crea nuovo valore per l'impresa, se invece è negativo l'investimento è da respingere in quanto riduce valore
- ***Tempo di ritorno del capitale*** (Trc) - corrisponde all'anno in cui la sommatoria dei flussi di cassa anticipati supera lo zero e pertanto rappresenta il periodo di tempo entro il quale i ricavi superano le spese (serve a quantificare il rischio d'impresa).

Impianti a medio-bassa densità.

I costi d'impianto e produzione.

I costi d'impianto e primo anno di coltivazione e quelli di piena produzione per le diverse tipologie aziendali a confronto sono riportati, rispettivamente, nelle tabelle 2 e 3, mentre le caratteristiche tecniche degli impianti sono riportate in tabella 1.

Tab. 2 – Costo di impianto e primo anno di coltivazione delle diverse tipologie a confronto (euro/ha)

VOCI DI SPESA	Fe	Mo1	Mo2	Ra
COSTI COLTURALI				
Preparazione terreno	404	424	424	399
Impianto e impalcature di sostegno[1]	12.140	10.750	11.140	11.188
Impianto di microirrigazione a goccia	3.743	3.120	3.120	4.910
Fertilizzazione	620	200	200	430
Difesa fitosanitaria	743	549	549	1.106
Potatura	66	78	78	338
Irrigazione	499	232	232	527
Lavorazioni terreno	146	172	172	192
TOTALE COSTI COLTURALI (A)	18.361	15.525	15.915	19.089
COSTI CALCOLATI				
Imposte, tasse e contributi consortili	120	220	220	220
Spese generali[2]	560	650	650	650
Manutenzione e assicurazione capitale fondiario	100	150	150	150
Interessi sul capitale di anticipazione	287	248	254	302
Prezzo d'uso capitale fondiario	575	730	730	600
TOTALE COSTI CALCOLATI (B)	1.642	1.998	2.004	1.922
COSTO TOTALE GENERALE (A + B)	**20.003**	**17.524**	**17.919**	**21.011**

[1]Tale voce comprende: il costo delle piante, il costo dei sostegno ed il costo relativo alla mano d'opera impegnata nella messa a dimora delle piante.
[2]Compreso direzione e amministrazione.

Il primo caso **(Fe)** riguarda un impianto su Farold® 40 (1.500 piante/ha) relativo a un'azienda coltivatrice diretta situata in provincia di Ferrara. Il costo dell'impianto è di circa 20.000 euro/ha; inoltre si può notare come i costi colturali pesino per il 92% (circa 18.000 euro). In particolare si evidenzia che le spese per l'acquisto delle piante, dei pali e fili e per la manodopera necessaria alla messa a dimora ammontano a 12.140 euro, pari al 60% del costo totale. Il costo relativo a un anno di piena produzione risulta, invece, di 13.084 euro/ettaro, che corrisponde a 0,40 euro/kg se rapportato alla produzione media che in questo caso è di 33 t/ha.
Analizzando il dettaglio dei costi riportati nella tab. 3 si osserva come i costi espliciti (8.102 euro) pesino per il 62% dei costi totali di produzione, mentre quelli calcolati (assicurazioni, imposte, tasse contributi, spese generali, interessi, ecc.) gravano per circa 5.000 euro (38%). Le voci di spesa più onerose sono rappresentate dalle operazioni di raccolta (3.854 euro) e ammortamento dell'impianto (2.138 euro).

Il secondo impianto **(Mo1),** ancora su Farold® 40 (1.250 piante/ha), appartiene a un'impresa in economia della provincia di Modena. In questo caso il costo d'impianto è pari a 17.524 euro/ha e, come nell'azienda precedente, i costi colturali (15.525 euro) risultano quelli che incidono maggiormente sul costo totale (88,6 %), con particolare riferimento alle spese d'impianto e strutture di sostegno che ammontano a 10.750 euro (61% del costo totale d'impianto), ovvero 1.360 euro in meno rispetto al caso precedente.

Tab. 3 – Costi relativi alla piena produzione delle diverse tipologie a confronto (euro/ha)

VOCI DI SPESA	Fe	Mo1	Mo2	Ra
COSTI COLTURALI				
Lavorazioni al terreno	146	172	172	192
Fertilizzazione	295	118	118	210
Irrigazione	592	398	398	530
Difesa fitosanitaria	1.290	1.176	1.176	1.486
Potatura	1.925	1.950	1.370	3.033
Raccolta	3.854	5.499	5.088	4.404
TOTALE COSTI COLTURALI (A)	8.102	9.312	8.321	9.855
COSTI CALCOLATI				
Assicurazione contro la grandine	830	0	0	635
Imposte, tasse e contributi consortili	120	220	220	220
Spese generali[1]	560	650	650	650
Manutenzione e assicurazione capitale fondiario	100	150	150	150
Interessi sul capitale di anticipazione	146	155	140	173
Interessi sulle spese d'impianto	513	473	485	594
Quota di ammortamento dell'impianto	2.138	1.971	2.017	2.476
Prezzo d'uso capitale fondiario	575	730	730	600
TOTALE COSTI CALCOLATI (B)	4.981	4.349	4.392	5.498
COSTO TOTALE GENERALE (A + B)	**13.084**	**13.661**	**12.713**	**15.352**

[1]*Compreso direzione e amministrazione.*

Tab. 4 - Tempo di Ritorno del Capitale (anni) in funzione delle ipotesi di prezzo (euro/kg)

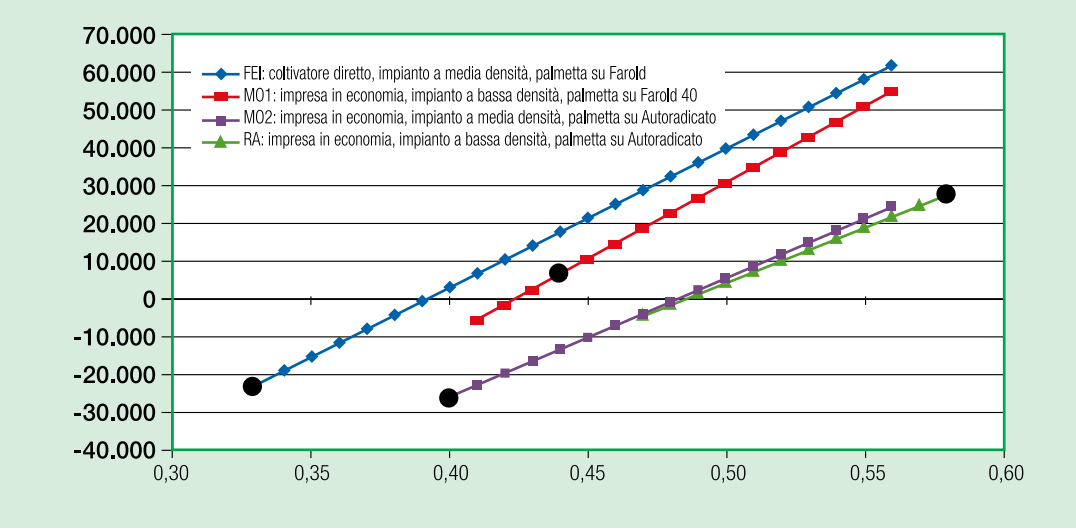
Ipotesi di prezzo	Fe	Mo1	Mo2	Ra
0,38	-			
0,39	-			
0,40	19			
0,41	17			-
0,42	16			-
0,43	15			19
0,44	14			17
0,45	13			16
0,46	12			15
0,47	12	-	-	14
0,48	11	-	-	13
0,49	11	19	20	12
0,50	10	17	18	12
0,51	10	16	16	11
0,52	10	15	15	11
0,53	9	14	14	11
0,54	9	13	14	10
0,55	9	12	13	10
0,56	9	12	12	10

I costi sostenuti in piena produzione sono pari a 13.661 euro che, con una resa di 28 t/ha, generano un costo unitario di 0,49 euro/kg. I costi diretti (9.312 euro) gravano per il 68% del costo totale, mentre quelli calcolati (4.349 euro) incidono per il restante 32%. Le voci più onerose riguardano la raccolta (40%), la potatura (14%) e le quote di ammortamento dell'impianto (14%).

Il terzo frutteto **(Mo2)**, realizzato con piante autoradicate a una densità di 1.250 piante/ha, è situato nella stessa impresa agricola modenese del caso precedente. I costi d'impianto, pari a 17.919 euro/ha, corrispondono principalmente a esborsi diretti (89% del totale). In particolare le spese per le piante, le strutture di sostegno e la manodopera coprono il 63% dei costi d'impianto e richiedono una spesa di 11.140 euro/ha.

I costi di produzione sono pari a 12.713 euro/ha che corrispondono a 0,49 euro/kg (resa 26 t/ha). I costi diretti (8.321 euro) incidono per il 65% sul costo totale, mentre quelli indiretti (4.392 euro) influiscono sulle spese di produzione per il restante 35% del totale. L'analisi dei costi nella provincia di Ravenna si riferisce a un'impresa in economia

Fig. 1 - Andamenti del Van (euro/ha) in funzione del prezzo di vendita del prodotto (euro/kg)



Tab. 5 – Principali parametri economici per le 4 aziende a confronto

Azienda	Costi impianto (euro/ha)	Costi piena produzione (euro/ha)	Resa Produttiva (kg/ha)	VAN (euro/ha)	Prezzo probabile (euro/kg)
Fe1	20.003	13.084	33.000	-23.823	0,33
Mo1	17.524	13.661	28.000	-26.432	0,40
Mo2	18.447	12758	26.000	27.718	0,58
Ra	21.011	15.352	33.000	6.465	0,44

con 1.163 piante/ha autoradicate **(Ra)**. In questo caso il costo d'investimento si attesta su 21.000 euro/ha circa, di cui il 91% si configurano come costi colturali diretti (19.089 euro). Nello specifico, le voci di spesa maggiori sono quelle relative all'impianto e alle strutture di sostegno (11.188 euro, pari al 53% del totale) e le spese per l'impianto d'irrigazione a goccia costato 4.910 euro (23% del costo totale d'impianto).

I costi di produzione assommano a 15.352 euro/ha, corrispondenti a un costo al kg di 0,43 euro a fronte di una produzione media di 36 t/ha. Il 36% dei costi di produzione (5.498 euro) è composto da spese indirette, mentre il restante 64% è imputabile a costi colturali o diretti, per un totale di 9.855 euro/ha. Le operazioni colturali più onerose sono la raccolta (4.404 euro), la potatura (3.0303 euro) e la difesa fitosanitaria (1.486 euro).

La redditività

Per i quattro impianti analizzati sono riportati in figura 1 gli andamenti del **Valore attuale netto** (Van) in funzione di diverse ipotesi di prezzo. Nel caso dell'azienda coltivatrice diretta situata in provincia di Ferrara il Van risulta positivo per ipotesi d'importo uguale o superiore a 0,40 euro/kg. Per i due impianti modenesi condotti in economia il Van indica valori positivi per un prezzo di circa 0,49 euro/kg, manifestando la necessità di ritorni più elevati se si vuole incrementare il valore dell'impresa. Infine, nel caso dell'impresa in economia con piante autoradicate ubicata nel Ravennate il VAN risulta positivo per prezzi superiori a 0,43 euro/kg.

Successivamente, al fine di definire il Van corrispondente al prezzo più probabile (cioè il punto contrassegnato dal cerchio in figura 1), si è calcolato il prezzo medio delle partite provenienti da ciascun impianto, come media ponderata in funzione delle percentuali di produzione per classe di pezzatura.

In questo caso il Van risulta negativo per Fe e Mo1 e positivo per Mo2 e Ra; ciò significa che l'investimento effettuato nei primi due casi è valutato in perdita in quanto non incrementa il valore dell'impresa,

Tab. 1. Le caratteristiche tecniche degli impianti.

Impianto	Anno d'impianto	Portinnesto	Forma di allevamento	Sesto d'impianto	Densità (alb/ha)	COSTO DI IMPIANTO €/ha*
FE-2	2004-2005	SYDO	FUSETTO	3,30 x 1,00	3.030	50.300 €/ha
FE-3	2005-2006	SYDO	BIBAUM	3,30 x 1,00	3.030	50.200 €/ha
FE-4	2002	COTOGNO MC	CORDONE VERTICALE	2,80 x 0,30	11.905	38.700 €/ha
FE-5	2001	SYDO	FUSETTO	3,50 x 0,70	4.082	24.600 €/ha
FE-6	1999	COTOGNO MC	FUSETTO	3,80 x 0,80	3.289	26.000 €/ha
FE-7	2001	FAROLD 40	CANDELABRO	3,90 x 1,50	1.709	19.500 €/ha
FE-8	2003	SYDO	FUSETTO	3,50 x 0,70	2.631	26.400 €/ha

**Il costo d'impianto corrisponde all'insieme dei costi colturali (manodopera, materie prime e costo d'uso delle macchine) e dei costi indiretti (spese generali, imposte e tasse, manutenzione del capitale fondiario, prezzo d'uso del capitale fondiario, interessi sul capitale di anticipazione)*

mentre l'investimento per Mo2 è valutato positivamente in quanto mostra un Van di +27.718 euro. Anche l'investimento effettuato nell'azienda ravennate produce risultati economici positivi, con un Van di +6.465 euro in funzione di un prezzo medio ponderato di 0,44 euro/kg.

L'ultimo indicatore considerato è il Tempo di ritorno del capitale. In tabella 4 è riportato il Trc in funzione delle diverse ipotesi di prezzo, da cui si evince che gli investimenti più rischiosi sono quelli localizzate nel Modenese, con tempi di ritorno del capitale compresi tra 19-20 e 12 anni. L'impianto ravennate, invece, mostra un Trc compreso tra 19 e 10 anni per ipotesi di prezzo tra 0,43 e 0,56 euro/kg.

Nella tabella 5 sono riportati i principali parametri economici per le quattro situazioni a confronto, da cui si evince che gli impianti Fe e Mo1 mostrano un Van negativo in funzione del prezzo unitario più probabile, mentre i frutteti Mo2 e Ra risultano essere dei buoni investimenti (Van positivo). In particolare l'impianto collocato nell'impresa in economia con piante autoradicate del Modenese (Mo2) è risultato il migliore in termini di pezzatura dei frutti, con il 70% ricadente nelle classi più remunerative (70+).

È bene inoltre evidenziare che la principale causa della performance economica negativa degli impianti Fe1 e Mo1 risiedono proprio nella scarsa pezzatura dei frutti. L'83% delle produzioni nel primo caso e il 67% del secondo caso avevano, infatti, un diametro dei frutti inferiore a 65 mm

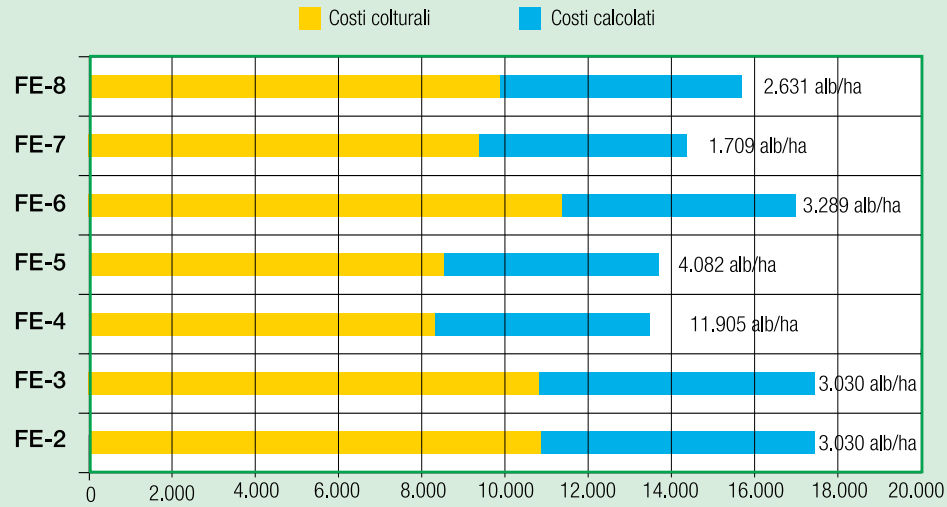
Impianti a medio-bassa densità

I costi di impianto e di piena produzione. I costi di impianto e piena produzione sono stati calcolati per quattro impianti ferraresi a medio-alta densità di Abate Fetél, caratterizzati da diversi portinnesti e forme di allevamento così come schematizzato in tabella 1.

In tabella 1, inoltre, sono stati riportati i costi di impianto dei frutteti analizzati. Il costo d'impianto più elevato è stato registrato per i frutteti FE-2 ed FE-3, i quali hanno superato i 50.000 euro per ettaro. Si osservi inoltre che il costo per la realizzazione dei due impianti FE-2 ed FE-3 è risultato più elevato del più fitto impianto FE-4, prevalentemente a causa dell'utilizzo di più costose dotazioni antigrandine.

In figura 1 sono stati schema-

Fig. 1 - I costi di piena produzione.*



**Il costo di piena produzione corrisponde all'insieme dei costi colturali (manodopera, materie prime e costo d'uso delle macchine) e dei costi indiretti (spese generali, imposte e tasse, manutenzione del capitale fondiario, prezzo d'uso del capitale fondiario, interessi sul capitale di anticipazione, interessi ed ammortamento dell'impianto).*

tizzati i costi relativi ad un'annata di piena produzione per gli impianti oggetto di studio. Il totale dei costi di piena produzione sono risultati differenti per ciascuna realtà produttiva, densità e forma di allevamento, oscillando tra 13.500 e 17.500 euro per ettaro.

I costi colturali, che mediamente hanno coperto il 63% del costo totale, sono risultati compresi tra i 8.300 ed i 11.300 euro per ettaro, in funzione dell'organizzazione aziendale e dei costi di raccolta, a loro volta connessi con le differenti rese produttive realizzate.

I costi calcolati, invece, sono riconducibili prevalentemente ai costi relativi agli interessi sulle spese di impianto ed alla sua quota di ammortamento, che insieme raggiungono il 23% del costo di produzione totale.

La redditività.

Infine, con lo scopo di valutare la convenienza degli investimenti effettuati sugli impianti analizzati, sono stati considerati due indicatori finanziari, il Valore Attuale Netto (VAN) ed il Tempo di Ritorno del Capitale (TRC). Mentre il VAN misura in termini monetari il valore creato dall'investimento, il TRC indica la rischiosità dell'investimento stimando il periodo entro il quale il totale dei ricavi supera le spese sostenute.

Nello specifico, se si ipotizza un prezzo medio di vendita di 0,70 euro per chilogrammo di prodotto, gli impianti FE-2, FE-5 ed FE-8 risultano essere i meno rischiosi con un TRC di 8 anni, seguiti dagli impianti FE-3 e FE-4 con un TRC di 9 anni. Gli impianti FE-6 ed FE-7, invece, sono risultati come i più rischiosi con un TRC rispettivamente di 11 e 12 anni.

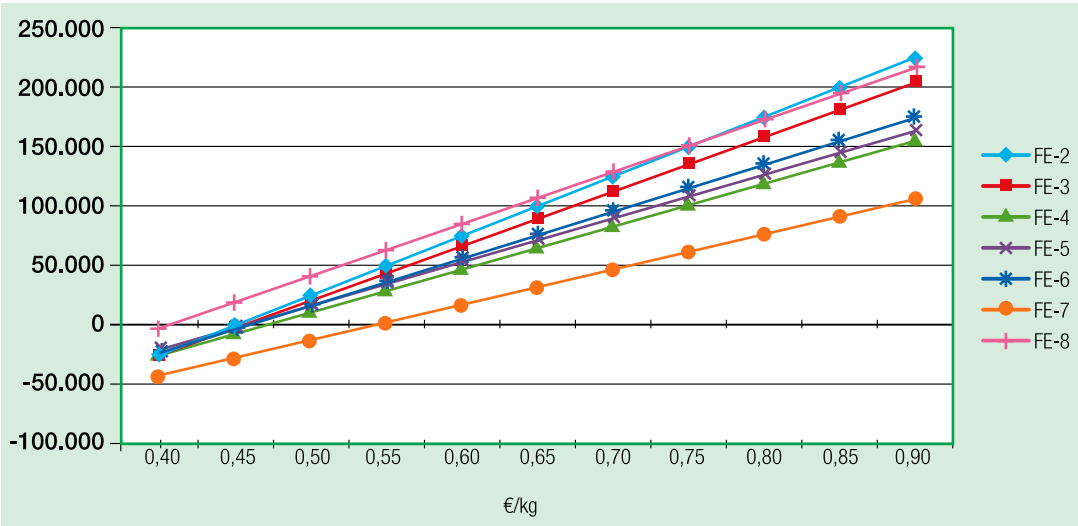
Dal punto di vista monetario, la figura 2 mostra le performance economiche degli impianti analizzati attraverso l'analisi dell'andamento del VAN in relazione al prezzo di vendita dei frutti.

In figura, si osserva che gli impianti FE-2, FE-3 ed FE-8 sono quelli che hanno mostrato le migliori performance economiche, attestandosi come i più redditizi fra i frutteti oggetto del presente studio:

Dall'analisi della figura, inoltre, emerge che anche gli impianti FE-4, FE-5 ed FE-6 hanno mostrato performance economiche soddisfacenti con VAN positivi anche in relazione alle ipotesi di prezzo più contenute.

Infine, l'impianto FE-7 è risultato essere il meno redditizio mostrando un VAN positivo solamente per ipotesi di prezzo superiori a 0,55 euro per chilogrammo di prodotto.

Fig. 2. La redditività degli impianti (VAN vs prezzo)



Glossario dei termini pedologici

• **Capacità in acqua disponibile (AWC - Available Water Capacity)**: esprime la quantità di acqua prontamente utilizzabile dalle piante che un suolo è in grado di trattenere. Viene calcolata fino a 150 cm di profondità, considerando gli orizzonti del suolo parzialmente o completamente impenetrabili alle radici della piante.
La capacità in acqua disponibile esprime la differenza tra l'umidità presente nel suolo alla capacità di campo (pF 2 ca.) ed al punto di appassimento (pF 4.2).

Classi	AWC (cm/1,5m)
bassa	<12
moderata	12-20
elevata	>20

• **Contenuto in calcare totale:**

Classi	$CaCO_3$ (%)
non calcareo	<0,5
molto scarsamente calcareo	0,5-1
scarsamente calcareo	1-5
moderatamente calcareo	5-10
molto calcareo	10-25
fortemente calcareo	25-40
estremamente calcareo	>40

• **Contenuto in calcare attivo:** esprime in maniera solo approssimativa la percentuale in peso dei carbonati finemente suddivisi e facilmente solubilizzabili. Più esattamente, corrisponde alla quota percentuale di ioni Ca++ che reagiscono con ossalato di ammonio (determinazione col metodo calcimetrico Drouineau-Gallet).
Il dato riportato deriva da determinazione di laboratorio sui profili con il metodo calcimetrico Drouineau-Gallet. Al di sopra del valore soglia del 10% spesso si determinano processi di fissazione del P e di riduzione della disponibilità di alcuni elementi minori (specialmente del Fe, causa della clorosi).
Nella legenda dei tipi di suolo viene riportato la classe o le classi presenti entro 80 cm di profondità.
Sono distinte le seguenti classi di contenuto:

Classi	Calcare attivo (%)
Assente	< 0,5%
Basso o Moderato	0,5-10%
Alto o Molto Alto	>10%

• **Disponibilità di ossigeno:** si riferisce alla disponibilità di ossigeno per l'attività biologica nel suolo. Viene valutata in base alla presenza di acqua libera, imbibizione capillare, tracce di idromorfia.
Viene descritta utilizzando le classi indicate:

Classi	Descrizione
Buona	- l'acqua è rimossa dal suolo prontamente, e/o non si verificano durante la stagione di crescita delle piante eccessi di umidità limitanti per il loro sviluppo.
Moderata	- l'acqua è rimossa lentamente in alcuni periodi e i suoli sono bagnati solo per un breve periodo durante la stagione di crescita delle piante, ma abbastanza a lungo per interferire negativamente sulla crescita di piante mesofile.
Imperfetta	- l'acqua è rimossa lentamente, ed il suolo è bagnato per periodi significativi durante la stagione di crescita delle piante; l'eccesso idrico limita notevolmente lo sviluppo delle piante mesofile.
Scarsa	- l'acqua è rimossa così lentamente che il suolo è saturo periodicamente durante la stagione di crescita delle piante; l'eccesso idrico non permette la crescita della maggior parte delle piante mesofile.
Molto scarsa	- l'acqua è rimossa dal suolo così lentamente da permanere in superficie durante la maggior parte del periodo di crescita delle piante.

• **Pendenza:** la pendenza di un suolo assume diversi significati in relazione alla complessità o meno del pendio; talvolta alcune proprietà dei suoli sono maggiormente correlate alla complessità del profilo del pendio che non al semplice valore del gradiente (ad es. percorribilità con mezzi meccanici, accessibilità, ecc).

Classi di pendenza		Limiti del gradiente (%)
Versanti semplici	Versanti complessi	
Pianeggiante	Pianeggiante	<3
Dolcemente inclinato	Dolcemente ondulato	1-8
Molto inclinato	Ondulato	4-16
Moderatamente ripido	Molto ondulato	10-30
Ripido	Ripido	20-60
Molto ripido	Molto ripido	>45

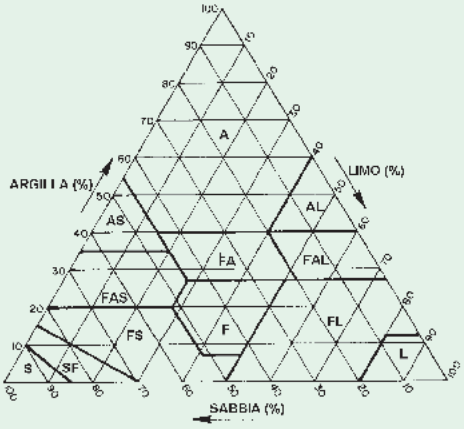
• **Profondità utile per le radici:** indica la profondità a strati impenetrabili alle radici.
Si assume come orizzonte impenetrabile quello che presenta una radicabilità 30%. La radicabilità viene stimata in funzione della compattezza, distribuzione dimensionale dei pori, aerazione, capacità di trattenere l'umidità, condizioni chimiche.
Si utilizzano le seguenti classi:

Classi	Profondità esplorabile (cm)
molto bassa	<25
bassa	25-50
moderatamente elevata	50-100
elevata	100-150
molto elevata	>150

• **Reazione:** indica il grado di acidità e di alcalinità del suolo; viene espressa tramite il valore di pH (cologaritmo della concentrazione degli idrogenioni nella soluzione acquosa del suolo)

Classi	pH
Ultra acido	<3.5
Estremamente acido	3.5-4.4
Molto fortemente acido	4.5-5.0
fortemente acido	5.1-5.5
moderatamente acido	5.6-6.0
debolmente acido	6.1-6.5
neutro	6.6-7.3
debolmente alcalino	7.4-7.8
moderatamente alcalino	7.9-8.4
fortemente alcalino	8.5-9.0
molto fortemente alcalino	>9.0

• **Tessitura:** esprime la distribuzione per grandezza delle particelle che compongono la frazione della terra fine (<2mm) e dei frammenti rocciosi o scheletro (>2mm).
La terra fine si suddivide in sabbia (50-2000 µ), limo (2-50 µ) ed argilla (<2 µ); a loro volta la sabbia ed il limo vengono suddivise in più frazioni: sabbia molto fine, fine, media, grossa e molto grossa e limo fine e grosso.
Tali suddivisioni, in particolare quella della sabbia molto fine, vengono utilizzate nel sistema di classificazione della Soil Taxonomy per le distinzioni a livello di famiglia granulometrica.



Classi di tessitura U.S.D.A.

S - **Sabbia:** sabbia>85%; limo+1,5argilla<=15%
SF - **Sabbia franca:** S=85-90% e limo+1,5 argilla=15% oppure S=70-85% e limo+2argilla<=30%
FS - **Franco sabbioso:** argilla<20%, sabbia>52%, limo+2argillA>30% oppure argilla<7%, limo<59% e sabbia=43-52%
F - **Franco:** argilla=7-27%, limo=28-50%, sabbia<52%
FL - **Franco limoso:** limo>=50%, argilla=12-27%, oppure limo=50-80% e argilla<12%
L - **Limo:** limo>=80%, argilla<12%
FAS - **Franco argilloso sabbioso:** argilla=20-35%, limo<28%, sabbia>=45%
FA - **Franco argilloso:** argilla=27-40%, sabbia=20-45%
FAL - **Franco argilloso limoso:** argilla=27-40%, sabbia<20%
AS - **Argilla sabbiosa:** argilla>=35%, sabbia>=45%
AL - **Argilla limosa:** argilla >=40%, limo>=40%
A - **Argilla:** argilla>=40%, sabbia<45%, limo<40%

Lo scheletro, i frammenti rocciosi presenti nel suolo, costituisce un attributo della tessitura e viene designato con un termine descrittivo che ne specifica le dimensioni dei frammenti ed uno che ne definisce la quantità.

Dimensioni (mm)	Termini descrittivi
2-76	ghiaioso
76-250	ciottoloso
250-600	pietroso

Classi	Quantità
assente	<1%
scarso	1-5%
comune	5-15%
frequente	15-35%
abbondante	35-70%
molto abbondante	>70%

Le classi di quantità dello scheletro vengono utilizzate per modificare i termini che designano la tessitura degli orizzonti:

Quantità di scheletro	Termini modificatori della classe di tessitura
<15%	non si aggiunge alcun termine modificatore
15-35%	si aggiunge l'aggettivo del tipo di frammento roccioso dominante (ad es.: franco sabbioso ghiaioso)
25-70%	si aggiunge l'aggettivo del tipo di frammento roccioso dominante preceduto da "molto" (ad es.:franco sabbioso molto ghiaioso)
>70%	si aggiunge l'aggettivo del tipo di frammento roccioso dominante preceduto da "estremamente" (ad es.:franco sabbioso estremamente ghiaioso)

• **Unità cartografica:** aree (delineazioni o poligoni) interessate da suoli simili e caratterizzate dalla medesima sigla cartografica.
Le unita' cartografiche si distinguono in funzione della modalità con la quale i suoli presenti caratterizzano il territorio:

- *Associazione:* un'unità cartografica nella quale due o più suoli dissimili sono disposti secondo un "pattern" ben individuato che si ripete periodicamente nello spazio; i singoli componenti possono essere separatamente cartografati alla scala 1:25.000.
- *Consociazione:* un'unità cartografica nella quale un solo suolo dominante caratterizza almeno il 75-85% dell'intera superficie dell'unità cartografica.
- *Complesso:* un'unità cartografica nella quale due o più suoli dissimili sono disposti secondo un "pattern" ben individuato che si ripete periodicamente nello spazio; i singoli componenti non possono essere separatamente cartografati alla scala 1:25.000.
- *Gruppo indifferenziato:* una unità cartografica nella quale due o più suoli dissimili non sono disposti secondo un "pattern" ben individuato nel territorio.

Bibliografia

A.A. V.V, 2005. Carta dei suoli della pianura emiliano romagnola in scala 1:50.000, (www.regione.emilia-romagna.it/cartpedo) Regione Emilia Romagna (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli).

A.A. V.V, 2005. Catalogo regionale dei suoli della pianura emiliano romagnola, (www.ermesagricoltura.it), Regione Emilia Romagna (Servizio Sviluppo Sistema Agro-alimentare, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli), I.TER.

ÁLVAREZ-FERNÁNDEZ A., MELGAR J.C., ABADÍA J., ABADÍA A. 2010. Fruit quality and yield changes in field-grown pear and peach trees as affected by iron deficiency induced chlorosis. In book of 15th International Symposium on Iron Nutrition and Interaction in Plants. 26-30 June, 2010, Budapest, Hungary. p. 119

ANCARANI V, MUSACCHI S., SANSAVINI S., GRANDI M., GAMBERINI A., GADDONI M. Individuazione dei limiti dell'alta densità del pero. Riv. di Frutticoltura, 9: 18-30.

ANDERSON J.P.E. AND DOMSCH K.H., 1978. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. Soil Biology and Biochemistry 10, 215-221.

BASSI D., TAGLIAVINI M., MARANGONI B. 1996. FOX, nuova serie di portinnesti clonali per il pero. Rivista di Frutticoltura, 3: 55-59.

BOXMA R., 1982. Bicarbonate as the most important soil factor in lime-induced chlorosis in the Netherlands. Plant and Soil 37: 233-243.

BREEN P.J., 1975. Effects of peach/plum graft incompatibility on seasonal carbohydrate changes. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 100:253-259.

CARRERA M., ESPIAU M.T., GÒMEZ-APARISI J. 2005. Pear rootstock trial: behaviour of Conference and 'Doyenné du Comice' on two quince and five OHxF selections. Acta Horticulturae, 671: 481-484.

CESCO S., RÖMHELD V., PINTON R., VARANINI Z., 2000. Solubilisation of iron by water extraible humic substance fraction. J. Plant Nutr. Soil Sci. 105, 20-24.

DI MARCO S., OSTI F., CESARI A., 2002. Coinvolgimento del ferro nella degradazione della cellulosa causata da Phaeomoniella chlamydospora e Phaeoacremonium aleophilum, patogeni associati al Mal dell'esca. Proceedings IX convegno nazionale SiPaV "Innovazioni in patologia vegetale", Roma, 1-2 Ottobre. J. Plant Pathology:180.

EXPERT D., 1999. Withholding and exchanging iron: interactions between Erwinia spp. and their plant hosts. Annual Review Phytopatology. 1999, 37: 307-334

GATTI E, PREDIERI S, MARI L. 2009. Definire e garantire la qualità del prodotto con la "consumer science": il caso di Abate Fetel. Frutticoltura 9:22-27

GATTI E., GOVONI M., MARI M., PREDIERI S., MARI L. 2008 b. Abate Fétel: soddisfare anche il consumatore. Agricoltura 9:110-114

GRČMAN H., VELIKOJA-BOLTA Š., VODNIK D., KOS B., LEŠTAN D., 2001. EDTA enhanced heavy metal phytoextraction: metal accumulation, leaching and toxicity. Plant Soil 235: 105-114

IGLESIAS I., DALMAU R., MARCÉ X., 2000. Fertilization with Iron(II)-Phosphate effectively prevents iron chlorosis in pear trees (Pyrus communis L.) In: Blanke M. and Pohlan J. (eds.), Proc. 2nd Conf. (Sub) trop. Fruits. Acta Hort. 531:65-72.

JOHNSON D., WEBSTER T. 2005. Orchard comparison of new quince and Pyrus rootstock clones. Acta Horticulturae, 671: 201-207.

LAURI P. E., COSTES E., E BELOUIN A., 2002. European pear architecture and fruiting branch management: overview of INRA research program. Acta Hort. 596: 621-626.

LAWLESS H.T., HEYMANN, H. 1998. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht. The Netherland.

LINDSAY, W. L. AND NORVELL, W. A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. Soil Sci. Amer. J. 42 :421- 428.

LIVERANI A., PREDIERI S., GATTI E., VERSARI N
2008. Cosa vogliono i consumatori? Test sensoriali sulle nuove tipologie di prodotto Frutticoltura 7/8: 20-25

LOCKARD R.G., SCHNEIDER G.W., 1981. Stock and scion growth relationships and the dwarfing mechanism in apple. Hort. Rev. 3:315-375.

LUGLI S., MUSACCHI S., 1993. Tecniche e cicli produttivi delle pomacee in vivaio. Riv. di Frutticoltura 1: 25-33.

MATOCHA J.E. E PENNINGTON D. 1982. Effects of plant iron recycling on iron chlorosis of grain sorghum on calcareous soils. Journal of Plant Nutrition, 5(4-7): 869-882.

MATTHEIS J.P., FELLMAN J.K. 1999. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. Postharv Biol Technol, 15,227-232.

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

MUSACCHI S., 2008. Bibaum®: a new training system for pear orchard. Acta Hort. 800: 763-768.

MUSACCHI S., ANCARANI V., GAMBERINI A., GADDONI M., GRANDI M., SANSAVINI S., 2005. Response of Training System Planting Density and Cultivar in Pear. Acta Hort. 671: 463-469.

MUSACCHI S., COSTA G., 1992. Controllo della morfogenesi dei rami anticipati nel melo in vivaio. Riv. di Frutticoltura 3: 103-106.

NÖRTEMANN B., 1999. BIODEGRADATION OF EDTA. Applicative Microbiology and Biotechnology, 51: 751-759

PESTANA M., DOMINGOS I., GAMA F., SAAVEDRA T., CASTRO PINTO J., DE VARENNES A. CORREIA P.J. 2010. A grass clippings extract to control iron chlorosis in strawberry plants. In book of 15th International Symposium on Iron Nutrition and Interaction in Plants. 26-30 June, 2010, Budapest, Hungary. p. 79

PINTON R., CESCO S., SANTI S., AGNOLON F., VARANINI Z., 1999. Water-extractable humic substances enhance iron deficiency responses by Fe-deficient cucumber plants. Plant Soil, 210: 145-157

PREDIERI S., GATTI E, DI VIRGILIO N, RAPPARINI F, MARI L. 2008. Definizione degli standard qualitativi di "Abate Fetel" con analisi sensoriale e consumer test. Italus Hortus 15.99-105

PREDIERI S., GATTI E. 2008. Consumer evaluation of 'Abate Fetel' pears. Acta Horticulturae 00:999-1004 .

PREDIERI S., GATTI E. 2009. Effects of cold storage and shelf life on sensory quality and consumer acceptance of 'Abate Fetel' pear Postharvest Biology and Technology 51:342-348

PREDIERI S., GATTI E., MARI L. 2008 a. Colortest, informare il consumatore e valorizzare la qualità di Abate Fetel. Frutticoltura 10.44.47.

PREDIERI, S., L. CAVICCHI, R. COLOMBO, E. GATTI, F. RAPPARINI. 2005. Sensory evaluation from a consumer perspective and its application to "Abate Fetel" pear fruit quality Acta Horticulturae 671:349-353.

PREDIERI, S., SANSAVINI, S., DONATI, F., GRANDI, M., MARTINELLI, A. 2009. Gold Chief per il gusto, Kanzi per l'aspetto, preferite nei "consumer test" europei. Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura. 71:46-51.

PREVIATI A., DA RE F., BASSI D., TAGLIAVINI M. E MARANGONI B. 2002. Development of protocols for in vitro rooting of advanced selections of Pyrus communis rootstocks. Acta Hort., 596: 485-486.

QUARTIERI M., MARANGONI B., TAGLIAVINI M., BASSI D., SCHIAVON L., GIANNINI M., PREVIATI A. 2008. Fox 9, nuovo portinnesto per il pero europeo. Rivista di Frutticoltura, 10: 52-54.

RAYMUNDO A.K., RIES S.M., 1980. Chemotaxis of Erwinia amylovora. Phytopathology 70:1066-1069.

ROMBOLÀ A.D., CREMONINI M.A., LUCCHI A., SORRENTI G., PLACUCCI G., MARANGONI B., 2002. Leaching of soil-applied synthetic Fe chelates (Fe-EDDHA) in orchard ecosystem. In book of XIth International Symposium on Iron Nutrition and Interaction in Plants. Udine, 23-28 Giugno 2002.

ROMBOLÀ A.D., GOGORCENA J., LARBI A., MORALES F., BALDI E., MARANGONI B., TAGLIAVINI M., ABADIA J., 2004. Carbon fixation and leaf elemental composition in iron deficient sugar beet (Beta vulgaris) plants. Plant and Soil (in stampa).

ROMBOLÀ A.D., QUARTIERI M., MARANGONI B., TAGLIAVINI M., SCUDELLARI D., ABADIA J., 1999. Strategie di cura della clorosi ferrica nella frutticoltura integrata. Frutticoltura 5:59-64.

ROMBOLÀ A.D., SORRENTI G., 2006. Clorosi ferrica sotto controllo con le strategie sostenibili. L'Informatore Agrario. 9:2-6

ROMBOLÀ A.D., TOSELLI M., CARPINTERO J., AMMARI T., QUARTIERI M., TORRENT J., MARANGONI B., 2003 a. Prevention of iron-deficiency induced chlorosis in kiwifruit (Actinidia deliciosa) through soil application of synthetic vivianite in a calcareous soil. J. Plant Nutr. (26)10-11: 2031-2041.

ROMBOLÀ A.D., TOSELLI M., SORRENTI G., LUCCHI A., BORGHINI M., MARANGONI B., 2003 b. Efficacia della vivianite sintetica nella prevenzione della clorosi ferrica del pesco. Rivista di Frutticoltura, 7-8: 49-52.

ROSADO R., DEL CAMPILLO M.C., TORRENT J., 2002. Long term effect of vivianite in preventing iron chlorosis in olives on calcareous soils. In: Abstract 10th International Symposium on Iron Nutrition and Interations in Plants. Houston, Texas , USA, pp: 29

SÁNCHEZ-ALCALÁ I., DEL CAMPILLO M.C., BARRÓN V., TORRENT J. 2010 a. Long-term effect of siderite to prevent iron deficinecy. In book of 25th International Horticultural Congress, Lisbona (PT), 22-27 agosto 2010.

SÁNCHEZ-ALCALÁ I., DEL CAMPILLO M.C., BARRÓN V., TORRENT J. 2010 b. Siderite prevents iron chlorosis. In book of 15th International Symposium on Iron Nutrition and Interaction in Plants. 26-30 June, 2010, Budapest, Hungary. p. 82

SANSAVINI S., MUSACCHI S., 1993. Canopy architecture, training and pruning in the modern orchard. Acta Hort. 367: 152- 172.

SANSAVINI S., CASTAGNOLI M. E MUSACCHI S., 1997. Nuovi portinnesti di peri "William" e "Abate Fétel": confronto fra selezioni di cotogno e franchi clonali. Frutticoltura 3: 31-40.

SANSAVINI S., MUSACCHI S., 2002. European pear orchard design and HDP management: a review. Acta Hort., 596: 589-601.

SCOTTI C., 2001. Conoscere il suolo, Il divulgatore N.8-9 Agosto-Settembre 2001

SCOTTI C., 2005. I portinnesti delle piante da frutto, Notiziario Centro Ricerche Produzioni Vegetali di Cesena N.71 Novembre 2005

SCOTTI C., 2006. La conoscenza dei suoli applicata alla coltivazione di colture arboree, Pubblicato in Metodi di valutazione dei suoli e delle Terre, MIPAF, 785-794.

SCOTTI C., 2008. La conoscenza del suolo per migliorare la coltivazione del Pero, Atti del Convegno "La coltura del Pero: una risorsa per il territorio" pubblicati in Italus Hortus, Volume 15, Numero 6, Novembre-Dicembre 2008

SORRENTI G., BALDI E., TOSELLI M., MARANGONI B., 2009. Con gli estratti vegetali il pero si sviluppa meglio. Agricoltura, (10): 91-93

SORRENTI G., ROMBOLÀ A.D., MARANGONI B., 2010. Prevenzione della clorosi ferrica dell'actinidia mediante tecniche sostenibili di fertilizzazione e gestione del suolo. Frutticoltura, (3): 32-41

SORRENTI G., ROMBOLÀ A.D., OLIVA S., QUARTIERI M., BORGHINI M., GARCEA G., MARANGONI B., 2005. La clorosi ferrica del pero: influenza di diverse strategie di controllo sulla produttività degli alberi e la qualità dei frutti. Rivista di Frutticoltura 10: 45-50.

TAGLIAVINI M., BASSI D., MARANGONI B. 1993. Growth and mineral nutrition of pear rootstocks in lime soils. Scientia Horticulturae, 54: 13-22.

TAGLIAVINI M., ROMBOLÀ A.D. 2001. Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems: a review. Europ. J. Agron. 15:71-92.

WALLACE A. E ALEXANDER G.V., 1973. Manganese in plants as influenced by manganese and iron chelates. Soil Sci. Plant Analysis, 4(1): 51-56

WERTHEIM S. J., 1998. Rootstock Guide. Apple Pear Cherry European plum. pp 1-144 ISBN 90-803462-2-5

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

ZAHARIEVA T, 1995. Iron-manganese interactions in peanut plants as influenced by the source of applied iron. Dev. Plana Soil Sci. 59: 277-282.

Indice

Premessa
Daniele Missere ..... pag. 5

Conoscere i suoli per una migliore pericoltura
Carla Scotti ..... pag. 7

Nuovi portinnesti a confronto
Sandro Bolognesi ..... pag. 21

Indagine sui differenti sistemi di impianto per Abate Fétel
Stefano Musacchi, Vincenzo Ancarani, Sara Serra ..... pag. 29

Tecniche agronomiche sostenibili per la prevenzione della clorosi ferrica
Giovambattista Sorrenti, Moreno Toselli, Bruno Marangoni ..... pag. 43

Selezione e valutazione di portinnesti di pero dal vigore moderato e tolleranti la clorosi ferrica
Maurizio Quartieri, Bruno Marangoni, Luigino Schiavon ..... pag. 53

Tecniche irrigue innovative del pero finalizzate al risparmio idrico
Stefano Anconelli ..... pag. 61

La problematica del riscaldo superficiale delle pere
Paolo Bertolini, Annibale Folchi ..... pag. 71

Qualità sensoriale e giudizio dei consumatori
Edoardo Gatti, Manuela Serena, Stefano Predieri, Luca Mari ..... pag. 75

Aspetti economici della coltura del pero
Valeria Altamura ..... pag. 81

Glossario ..... pag. 89

Bibliografia ..... pag. 93