

Razionalizzazione delle Risorse Idriche nel vivaismo in contenitore.

Un biennio di sperimentazioni al servizio del florovivaismo e dell'ambiente



A cura di:

Alberto Stierlin¹

Alberto Manetti²

Alberto Tosca³

Massimo Valagussa⁴

Alessandro Pozzi⁴

Adriana Colombo³

Giovanni D'Angelo³

¹Vivai Alberto Stierlin

²Vivai Manetti

³Fondazione Minoprio

⁴MAC - Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l.

Indice

1 Prefazione

2 Presentazione dei partner

Alberto Stierlin

Manetti Vivai

Fondazione Minoprio

MAC - Minoprio Analisi e Certificazioni s.r.l

3 Introduzione

4 Schema del Vivaio Sperimentale

5 La sperimentazione

1° anno di sperimentazione

2° anno di sperimentazione

6 Costi dell'impianto

7 Conclusioni

8 Bibliografia

9 Ringraziamenti

1 - Prefazione

Il Cantone Ticino, nonostante la sua piccola dimensione, offre una testimonianza ricchissima dell'importanza del settore della costruzione e manutenzione dei giardini come pure la confinante Lombardia. Il risultato "sul terreno" ha lo scopo di lasciare alle future generazioni una testimonianza dell'operato di aziende ad elevata professionalità ed impeccabile organizzazione che si avvale di collaboratori competenti e di strumenti e sistemi all'avanguardia.

Per il bene del vivere comune è importante rispettare e risparmiare le risorse naturali e ogni attività produttiva deve orientarsi verso tecnologie e modalità sostenibili oltre che dal punto di vista economico anche da quello ecologico.

La qualità del servizio offerto, oggi ingloba anche fattori della produzione meno tangibili al consumatore finale quali le tecnologie rispettose dell'ambiente nella produzione di piante.

La sensibilità propria della Confederazione Elvetica e dei florovivaisti ticinesi verso i temi dell'ambiente ci ha indotto a partecipare a questo progetto supportato dal programma P.I.C. INTERREG III A 2000-2006 di collaborazione transfrontaliera fra le regioni limitrofe degli Stati Europei, Svizzera inclusa. La cooperazione fra la Fondazione Minoprio, MAC S.r.l. e i nostri vivai ha portato alla costruzione di un vivaio dimostrativo che rimarrà a modello per la formazione delle future leve, oltre ad essere una valida fonte di notizie e dati per l'impiego di queste nuove tecnologie.

2 – Presentazione dei Partner

Presentazione di Alberto Stierlin Vivai

A due passi dall'Italia, la pianura di Bioggio termina a Muzzano, in riva alla branca del Lago di Lugano che in pochi chilometri ci collega all'Italia. Da tre generazioni, presto la quarta, per ben 100 anni, la Stierlin giardini cerca di offrire la migliore qualità nei tre principali settori dell'azienda: costruzione, manutenzione, serre e vivaio, con un organico in totale di oltre 60 persone. La nostra offerta al pubblico è molto vasta e comprende principalmente i seguenti generi di vegetazione, piante erbacee perenni, arbusti ornamentali, alberi e piante da frutta, piante per siepi, rampicanti da fiore e sempreverdi, piante verdi e fiorite per la casa e per l'ufficio in vaso o in idrocoltura, grande scelta di fiori annuali e biennali oltre a vasi in terracotta e sintetici. La vicinanza dell'Italia è molto importante in molte sfaccettature, la mano d'opera, la raffinata cultura del giardino all'italiana e la possibilità di avere molteplici specie di piante mediterranee tramite fornitori ai quali siamo fedeli da moltissimi anni.

La dimensione della nostra azienda ci permette di coprire tutta la superficie del Cantone Ticino e, grazie al nostro vivaio ed alla preziosa collaborazione con i nostri colleghi dei Vivai Manetti, siamo in grado di soddisfare quasi tutti i desideri della nostra esigente clientela.

Con l'avvento degli accordi bilaterali ci vengono offerti nuovi orizzonti in un mercato senza confini come quello Italiano; alcune esperienze le abbiamo già fatte, grazie alla collaborazione con architetti paesaggisti italiani, i quali sono stati chiamati per realizzare le loro opere nel nostro cantone. A seguito di queste collaborazioni, molti professionisti hanno richiesto a loro volta i nostri servizi oltre confine, al fine di apportare il nostro know-how.

L'approfondimento, il confronto ma soprattutto la collaborazione per scoprire nuove tecniche e scambiare esperienze professionali con la vicina Italia, è il punto

cardine al quale ogni azienda in Ticino deve orientarsi per non rimanere chiusa nelle quattro mura del nostro piccolo ma fantastico angolo di Svizzera chiamato Ticino.

Un pool di pregiatissimi partner come la Fondazione Minoprio e la Vivai Manetti è un presupposto più che ottimo per scoprire l'Europa, imparando e nello stesso



tempo portando le proprie conoscenze. Auspichiamo la creazione di solide fondamenta sulle quali costruire assieme un roseo futuro.

Presentazione di Vivai Manetti

Dal Vivaio al giardino la via più semplice.....

A Tavernes nella vallata che collega Lugano a Bellinzona incontriamo il Vivai Manetti un vivaio da decenni presente sul mercato cantonale e nazionale, e punto di riferimento per gli amanti del verde del cantone Ticino.

L'azienda, da sempre a conduzione familiare, ha da sempre cercato di evolvere ed adeguare le proprie strutture alle effettive necessità del mercato. La possibilità di un contatto diretto con i titolari Alberto e Marco Manetti, rappresenta la caratteristica più apprezzata da tutta la clientela.

L'attuale tendenza ad una maggiore sensibilità e cura nell'allestimento degli spazi verdi, siano essi grandi o piccoli, necessità di aziende in grado di proporre la giusta consulenza e la realizzazione delle soluzioni richieste. Per questo motivo il Vivai Manetti propone il proprio Servizio Giardini, la scelta delle piante, l'allestimento degli spazi verdi; il mantenimento durante gli anni viene attribuito ad un unico partner commerciale e da qui prende spunto il motto aziendale: *Dal vivaio al giardino la via più semplice.*

Un'attenzione particolare viene pure prestata all'evoluzione oltre i confini nazionali, il mercato ed i metodi produttivi sono in continua evoluzione, l'azienda ha da sempre cercato di seguire le opportunità che il settore presentava a livello europeo. Naturale è quindi l'interesse per questa collaborazione con Fondazione Minoprio, MAC S.r.l. ed i Vivai Stierlin, volta alla possibilità di condurre ricerche comuni a noi produttori, razionalizzando le energie a disposizione.

Ci auguriamo che questo studio determini il punto di partenza di una più intensa collaborazione per un settore dove molte volte le istituzioni e le aziende viaggiano nella stessa direzione, ma su binari paralleli.



Presentazione della Fondazione Minoprio

La Fondazione Centro Lombardo per l'Incremento della Floro-Orto-Frutticoltura è nota nel panorama agricolo italiano per l'attività di formazione degli operatori florovivaisti e, recentemente, anche per la formazione post laurea con i master in paesaggismo e in tecniche di coltivazione organizzati in collaborazione con il Politecnico e l'Università Statale di Milano. La formazione dei futuri operatori del settore è perseguita dal Centro Formazione coadiuvato dal Centro Agricolo.

Annualmente circa 300 allievi passano per le aule, le serre, i vivai, i frutteti e i campi della Fondazione Minoprio, il cui tradizionale impegno a rispondere alle esigenze di professionalità degli allievi si accompagna anche con quello di rendere loro più confortevole e moderno il soggiorno presso le strutture disponibili. È ormai da qualche tempo che non passa anno in cui in Fondazione non ci sia qualche novità: nel 2005 sarà inaugurato il nuovo convitto dotato di 170 posti letto.

La particolare sensibilità alla formazione delle leve del futuro di tutta la Fondazione è condivisa anche dal Centro MiRT, Minoprio Ricerca e Trasferimento, operativo principalmente nel settore della ricerca e della sperimentazione. Questa sensibilità si traduce nell'indagare sempre nuove soluzioni produttive che sappiano conciliare l'utilizzo razionale delle risorse, con lo sviluppo economico, in sintonia con gli indirizzi di politica economica europei, nazionali e regionali imperniati sullo sviluppo sostenibile. Il risparmio energetico, il riciclo delle acque e dei nutrienti delle soluzioni di fertirrigazione, i succedanei della torba nei substrati di coltivazione e la lotta biologica nelle colture ornamentali protette sono state fra le tematiche affrontate negli scorsi anni. La costruzione del moderno impianto vivaistico che consente di testare i nuovi sistemi di coltivazione in vivaio rispettosi dell'ambiente è l'ultimo esempio di un approccio alle soluzioni tecniche rispettose delle risorse naturali comuni, nel rispetto delle finalità economiche delle imprese.

www.fondazioneminoprio.it

mirtserv@fondazioneminoprio.it

Presentazione della MAC – Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l.

La società Minoprio Analisi e Certificazioni S.r.l. (MAC), con sede legale ed operativa a Vertemate con Minoprio in V.le Raimondi 54, è nata nel 1992 per volontà della Fondazione Minoprio che ne detiene la maggioranza del capitale sociale.

MAC è accreditata ufficialmente dal 1995 dalla *Regione Lombardia* quale laboratorio della rete regionale di riferimento per le *analisi dei suoli*.

MAC partecipa con i principali laboratori europei del settore a programmi volontari di controllo della qualità (*ring test*).

La principale attività svolta riguarda le analisi di laboratorio per il settore agricolo, agroalimentare ed ambientale su tutte le matrici di interesse (suoli, sabbie ad uso sportivo, substrati ed ammendanti compostati, tessuti vegetali, concimi, acqua), corredate di interpretazione e, ove necessario, di indicazioni operative. Le analisi sono certificate da professionisti abilitati e condotte secondo metodologie ufficiali.

MAC gestisce una stazione di monitoraggio meteorologico localizzata nell'ambito del territorio di pertinenza della Fondazione Minoprio, provvedendo alla rilevazione, archiviazione e divulgazione dei dati.

MAC offre inoltre servizio di consulenza nel settore agricolo, agroalimentare, ortoflorovivaistico, del verde ornamentale, ricreativo e sportivo, nonché in campo ambientale.

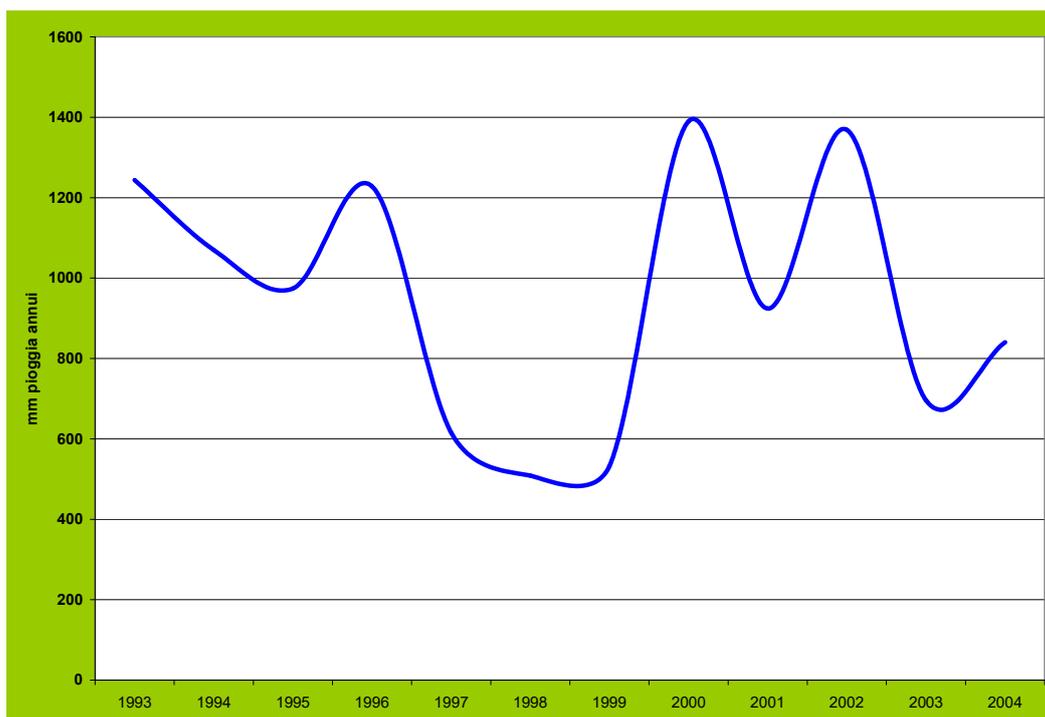
Non ultimo MAC collabora con Fondazione Minoprio nella progettazione, realizzazione e gestione di progetti di ricerca e sperimentali in ambito nazionale ed europeo.

maclab@tin.it

3 - Introduzione

L'oro blu, come sempre più spesso l'acqua è chiamata, è una risorsa comune e non illimitata. Può sembrare strano che una regione come la Lombardia così ricca di fonti, fiumi, laghi, ghiacciai fra i più ampi dell'Italia e dell'arco alpino possa soffrire di penuria di acqua. Ma il 2003, dichiarato anno internazionale dell'acqua, ha mostrato come questo non sia più solo un problema delle regioni meridionali. Il cambiamento climatico in sta modificando i territori e sempre più pessimistiche previsioni si rincorrono. I ghiacciai, enormi serbatoi di acqua, si stanno riducendo per le temperature sempre meno rigide anche in quota e a causa di uno sfruttamento turistico miope. La penuria d'acqua dell'estate 2003 (anno eccezionale, ma che forse segna una tendenza, come possibile evidenziare in Fig. 01) ha evidenziato a tutti come il problema acqua interagisca con tutte le attività umane: in primo luogo la produzione agricola e quella di energia, poi l'uso industriale e civile, non ne possono fare a meno non solo in termini quantitativi, ma anche qualitativi.

Fig. 01 – Stazione meteorologica Fondazione Minoprio – dati di piovosità annua dal 1993 – 2004



Il settore agricolo è uno dei più rilevanti utilizzatori d'acqua con il 70 % di consumo a livello mondiale e con prospettive di crescita per l'aumento delle terre irrigue richiesto sia dall'incremento della popolazione sia dal consumo di territorio ad uso residenziale e produttivo che si è verificato in questi anni. Il problema acqua è un tema sensibile per la crescita economica anche dei paesi situati in fasce climatiche ancora soggette a buone precipitazioni annue come la Svizzera. La Confederazione Elvetica, pure ricca di acque di fiume, fonti, laghi e ghiacciai come la Lombardia, fa scuola per tutte le tecniche di riciclo e risparmio. Basti citare i nuovi accorgimenti architettonici come i tetti verdi che prendono piede nel mondo germanico o alle soluzioni urbanistiche per il riciclo delle acque, per vedere quanto l'attenzione del mondo sia volta a rallentare i flussi di acqua in città, a migliorare il confort degli edifici senza ricorrere a sprechi, a riutilizzare l'acqua piovana.

Il Progetto "RAZIONALIZZAZIONE DELL'USO DELLE RISORSE IDRICHE NEL SETTORE DEL FLOROVIVAISMO IN CONTENITORE", attuato nell'ambito del programma comunitario di cooperazione transfrontaliera, P.I.C. Interreg III A 2000-2006 I-CH dai partner italiani Fondazione Minoprio e MAC S.r.l. e da quelli svizzeri Vivai Sterling e Vivai Manetti, ha permesso la realizzazione di un vivaio dimostrativo per le colture in vaso con lo scopo di valutare l'eco-compatibilità di sistemi di coltivazione innovativi per la gestione dell'acqua rispetto a quello tradizionale.

L'iniziativa nasce dalla consapevolezza del valore del bene acqua e di quello delle innovazioni tecniche capaci di risolvere non solo gli aspetti ambientali, ma anche economici. Infatti la tecnologia adottata per diminuire gli impatti ambientali permette anche un notevole miglioramento della qualità dei prodotti e dell'uniformità delle produzioni, cui si aggiungono cicli produttivi più corti e minori impieghi di manodopera.

Pertanto la sperimentazione condotta in questi due anni può essere un valido aiuto al florovivaismo di regioni come la Lombardia e il Canton Ticino, abituate ad essere all'avanguardia nel mondo produttivo di questo specifico settore.

4 - Schema del Vivaio Sperimentale

L'impianto prevede il confronto di tre tecniche di coltivazione: tradizionale, con recupero d'acqua, per sub-irrigazione.

Il vivaio, che si estende su una superficie di circa 1000 m², si compone quindi di tre settori specifici (Fig. 02): un primo a sistema tradizionale di coltivazione con irrigazione per aspersione attrezzato con 3 lisimetri per monitorare le perdite di nitrati in ambiente, un secondo analogo, ma che prevede sia la fertirrigazione per aspersione, sia il recupero delle acque di irrigazione e/o piovane(ciclo chiuso), un terzo attrezzato con tappetino Aquamat systemTM per la sub-irrigazione con soluzioni nutritive, anch'esso collegato al sistema di recupero dell'acqua al solo scopo di monitoraggio sperimentale.

Ciascuna area presenta una superficie totale pari a m² 322 (35 m di lunghezza e 9,2 m di larghezza), con pendenza pari a 1,5%, attrezzata con ombraio. Le tre zone risultano separate da due corridoi di servizio di una larghezza pari a circa 2 m.

Al fine di permettere il recupero delle acque di irrigazione e/o piovane nei settori 2 e 3 sono stati scavati fossi di drenaggio lungo i corridoi di servizio e sulla testata posta alla quota più bassa (Figg. 03 e 04). Questi fossi e le superfici utilizzate per la coltivazione in contenitore delle piante sono stati impermeabilizzati con la posa di un telo di PVC di 2 mm di spessore, separato dal suolo sottostante da un film di tessuto non tessuto pesante allo scopo di evitare che il contatto con il terreno e eventuali sassi potesse col tempo rovinare i teli impermeabilizzanti (Fig.05).

L'acqua in eccesso proveniente dalle superfici adibite alla coltivazione viene raccolta dai fossi di drenaggio e convogliata verso due camerette poste al termine degli stessi. Tramite pompe, l'acqua raccolta viene portata da queste camerette ad un laghetto di capacità pari a 50 m³ (Fig. 06), posto a lato dell'impianto. Nel caso di forti eventi meteorici, al fine di evitare un eccessivo riempimento del

laghetto, appositi sensori di pioggia bloccano le pompe di mandata permettendo che lo scarico dell'acqua in eccesso avvenga altrove. Al di sopra dei teli impermeabilizzanti sono stati posti infine un telo protettivo antialga ed uno strato di ghiaia.

Il terzo settore invece è stato attrezzato con il tappetino Aquamat systemTM (Fig. 07), proposto al mercato da Soleno Textiles Inc., (www.aquamatsystem.com) composto da un telo di polietilene rivoltato ai bordi per contenere l'acqua, da un tappetino di poliestere ad alto potere assorbente (circa 11 litri per m²) ricoperto con un leggero feltro che impedisce l'evaporazione dell'acqua distribuita, da un telo microforato antialga per la

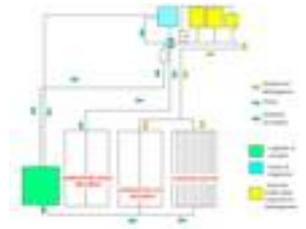


Fig. 02 – Schema dell'impianto.



Fig. 03 – Sistemazione del drenaggio sotto i corridoi di servizio



Fig. 04 - Particolari nella posa dei dreni: A fossato; B posa drenaggio su telo impermeabilizzante; C Uscita e del drenaggio e convogliamento acqua al laghetto



Fig. 06 – Impermeabilizzazione del laghetto di recupero acque



Fig. 07 – Posa del tappetino Aquamat systemTM



Fig. 05 - Operazioni di impermeabilizzazione dell'area di riciclo

protezione dai raggi UV. Al di sotto di questo ultimo telo è localizzato il sistema di irrigazione composto da una rete di ali gocciolanti. Questo sistema non necessiterebbe in realtà di un'impermeabilizzazione del suolo sottostante, ma questa opportunità è stata prevista al fine di verificarne l'efficacia.

Nel settore di tipo tradizionale (testimone), la realizzazione è avvenuta mediante semplice livellamento del terreno sul quale è stato distribuito uno strato di ghiaia ricoperto con telo antialga.

Nel corso del primo anno di sperimentazione (2003) gli interventi irrigui sono stati gestiti manualmente, mentre un programmatore elettronico pilotava la durata dell'intervento ed il funzionamento dei fertirrigatori associati ai settori a ciclo chiuso (Fig. 08).



dell'intervento ed il

Fig.08 – Il gruppo di fertirrigazione, a sinistra il filtro a sabbia delle acque di recupero

5 - La Sperimentazione

La sperimentazione si è svolta nell'arco di due anni (2003 e 2004), con un inizio a stagione avanzata nel 2003 causa ritardo nei lavori di preparazione dell'impianto. La distribuzione della piovosità a Minoprio negli ultimi dieci anni presenta un picco di massima a novembre, un minimo a febbraio. Nei mesi estivi, le piogge appartano fra i 60 e i 90 mm di acqua per lo più tramite eventi temporaleschi (Fig. 09).

Fig. 09 - Stazione meteorologica Fondazione Minoprio – dati di piovosità mensile dal 1993 – 2004



A Minoprio l'andamento meteorologico del 2003 è stato caratterizzato da una scarsa piovosità dall'inverno a inizio autunno. La siccità è stata ancor più sentita sia per le elevate temperature raggiunte in tutta l'estate sia perchè l'acqua caduta si è concentrata in pochi eventi temporaleschi (Fig. 10).

Il 2004 invece ha avuto un andamento termicamente normale, con una ridotta piovosità estiva ben distribuita (Fig. 11).

Fig. 10 - Andamento termopluviometrico dell'annata 2003 rilevato dalla capannina meteo della Fondazione Minoprio

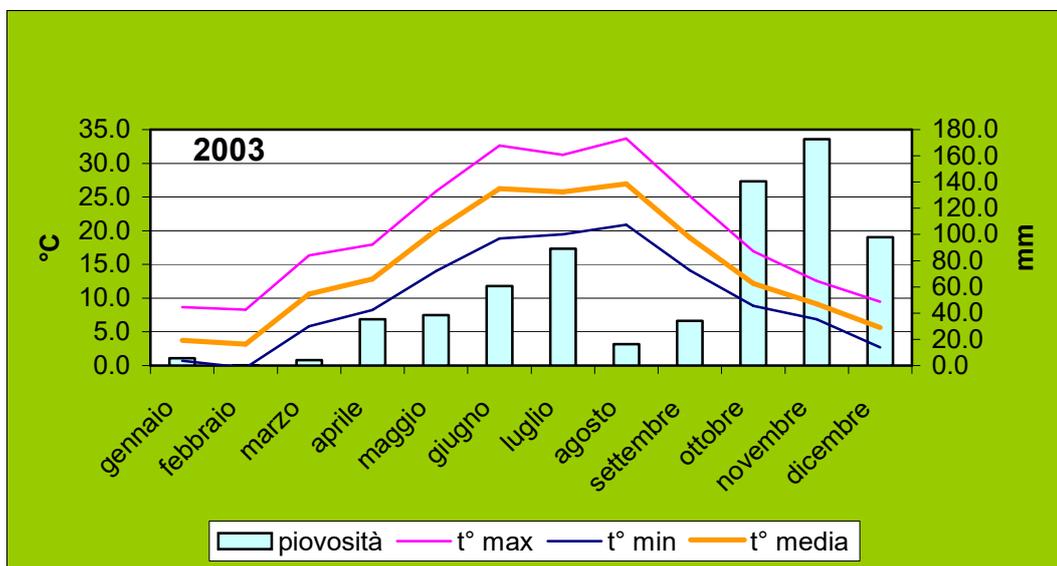
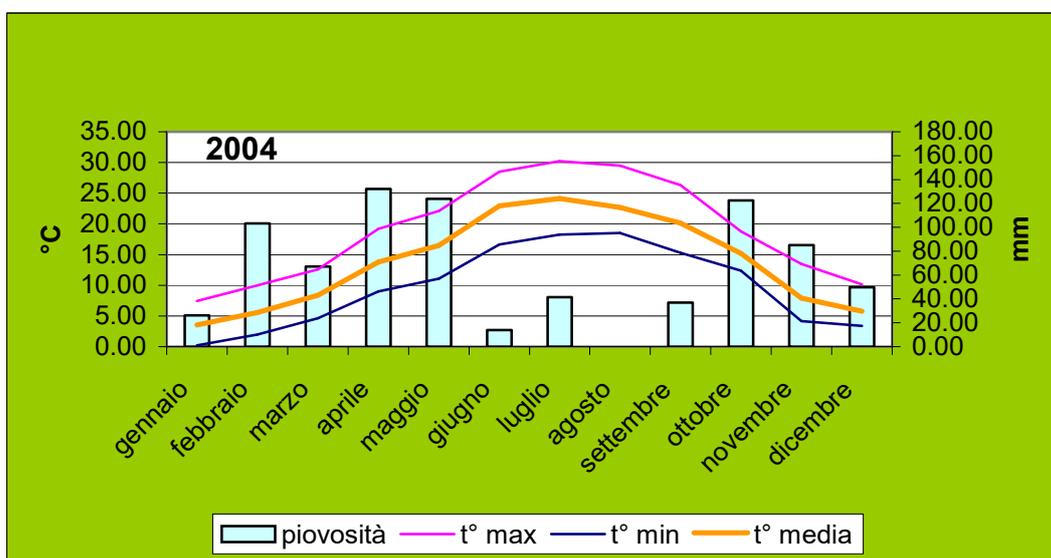


Fig. 11 - Andamento termopluviometrico dell'annata 2004 rilevato dalla capannina meteo della Fondazione Minoprio



5.1 – Primo anno di sperimentazione

Per la prova sperimentale sono state impiegate le seguenti specie, coltivate in vaso diametro 15 cm del tipo utilizzato generalmente in floricoltura (Fig. 12):

- *Abelia x grandiflora*;
- *Photinia x fraseri* 'Red-Robin';
- *Prunus laurocerasus* 'Rotundifolia';
- *Viburnum tinus*;

Per la coltivazione sono stati impiegati 3 differenti tipi di substrato in funzione del settore di impiego (Tab. 01), le cui caratteristiche fisiche sono riportate in Tab. 02.

Nell'ambiente utilizzato come testimone, al momento dell'invasatura sono stati aggiunti al substrato concimi non a



Fig. 12 - Particolare del fondo del vaso

pronto effetto ai seguenti dosaggi: 1,3 kg/m³ concime con titolo 15-9-15+2+16 e 2,0 kg/m³ concime con titolo 16-8-12+4+23. In questo ambiente le irrigazioni sono state effettuate con sola acqua, senza integrazione di concimi chimici.

Per gli ambienti 2 e 3 non sono state effettuate concimazioni di base ma si è provveduto ad effettuare fertirrigazioni con soluzione a titolo N, P2O5, K2O 17:11:17 ad una concentrazione di 0,8 mS/cm (Tab. 03)

Tab. 01 - Composizione percentuale dei tre substrati impiegati nella prova

Tipo di substrato*	Compost	Terra	Torba	Pomice
Substrato 1	-	25	50	25
Substrato 2	-	-	80	20
Substrato 3	25	-	50	25

*Substrato 1 – Aspersione senza recupero; Substrato 2 – Aspersione con recupero; Substrato 3 - Aquamat system™

Tab. 02 –Principali caratteristiche fisiche dei substrati impiegati nella prova (metodo En 13041).

Parametri fisici	Substrato 1	Substrato 2	Substrato 3
Densità apparente	550 (kg/m³)	262 (kg/m³)	368 (kg/m³)
Densità reale	2389 (kg/m³)	2058 (kg/m³)	2236 (kg/m³)
Porosità totale	77% v/v	87% v/v	84% v/v
Capacità per l'aria a pF1	37%	37%	38%
Capacità per l'acqua a pF1	40%	50%	46%

Tab. 03 - Composizione della soluzione concimante adottata avente titolo 17:11:17

Tipo di concime	% di impiego
Nitrato potassico	37
Nitrato ammonico	18
Nitrato di magnesio	15
Solfato ammonico	11
Fosfato monoammonico	18
Microelementi	1

Analisi settimanali di laboratorio sono state previste per monitorare i principali parametri chimici delle acque di irrigazione, delle soluzioni fertirriganti e delle

lisimetri e per quelle inerenti i substrati di coltivazione sono stati previsti 3 differenti momenti di intervento (inizio, metà e fine coltivazione).

Al fine di verificare le influenze sulle rese produttive dei tre differenti sistemi di coltivazione adottati, sono stati effettuati a fine ciclo dei rilievi sulle piante in coltivazione (dimensione chioma e produzione di sostanza secca).

Risultati del primo anno di sperimentazione

La coltivazione è iniziata solo a luglio per un ritardo dei lavori di costruzione dell'impianto. Inoltre per disguidi doganali nella spedizione di Aquamat system™ l'operatività del settore equipaggiato con tappetino è slittata a fine agosto.

La crescita delle piante è stata giudicata sulla base della dimensione in altezza e nel caso della *Abelia x grandiflora* di quella in diametro, oltre che sulla produzione di sostanza secca prodotta.

In termini di sviluppo vegetativo, le risposte migliori si sono avute dal sistema a riciclo (Fig. 12); Aquamat system™ ha dato risultati migliori del sistema tradizionale, se si escludono quelli ottenuti con il genere *Photinia*. In termini di sostanza secca prodotta (Fig. 13), i valori conseguiti non si discostano particolarmente fra le piante coltivate nei tre ambienti, ad esclusione di quelli riguardanti *Photinia*, leggermente migliori quando coltivata sull'Aquamat system™. Interessante poi è lo sviluppo delle radici nei tre ambienti (Fig 14): nel sistema coltivato per subirrigazione le radici si presentavano più fini e maggiormente concentrate sul fondo del vaso, mentre nel sistema tradizionale le radici risultavano grossolane e legnose. Un aspetto intermedio invece presentavano le radici coltivate nel ambiente a riciclo, più lignificate rispetto a quelle delle piante coltivate su Aquamat System™, ma meglio ramificate rispetto a quelle coltivate nel sistema tradizionale.



Fig. 12. Sviluppo vegetativo (altezza a fine ciclo) delle specie coltivate in relazione ai tre differenti sistemi di coltura.

Fig. 14. Effetto del sistema di fertirrigazione sulla crescita delle radici: da sinistra a destra: sistema tradizionale, riciclo, Aquamat system™. A, *Photinia*; B, *Abelia*; C, *Viburnum*; D, *Prunus*

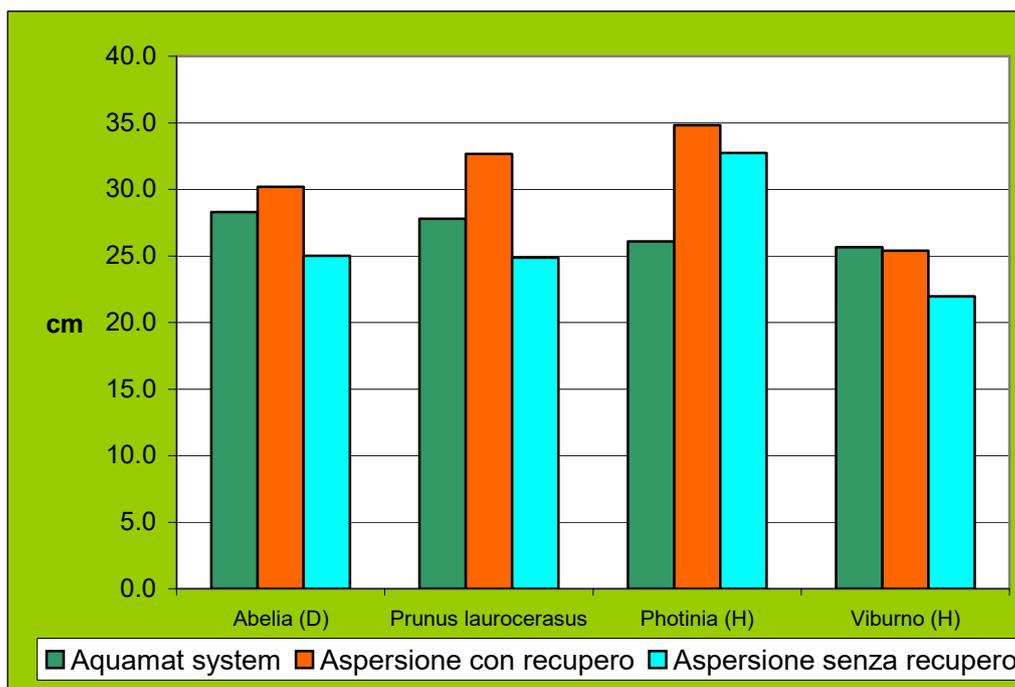
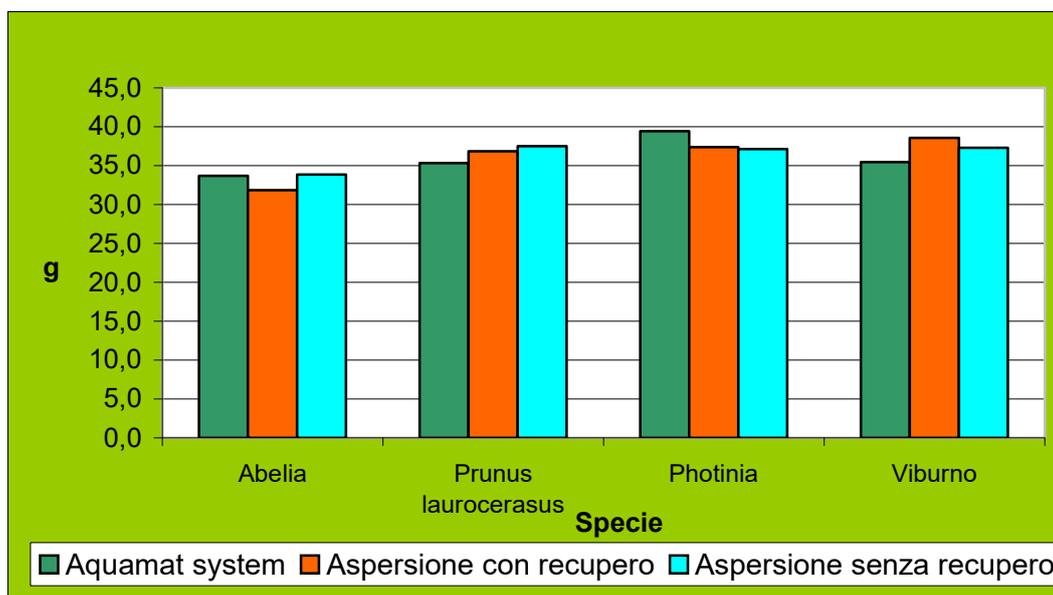


Fig. 13. Sviluppo vegetativo (sostanza secca prodotta a fine ciclo) delle specie coltivate in relazione ai tre differenti sistemi di coltura.



In merito alla qualità delle acque riutilizzate non sono emerse problematiche di tipo fitopatologico. Da un punto di vista chimico, l'acqua recuperata nel laghetto, corretta e riutilizzata per irrigare il settore 2, non ha presentato significative differenze in relazione al valore di pH e salinità.

L'acqua recuperata mostrava però un rapporto N:P:K differente rispetto a quello fissato in partenza: la soluzione concimante di base prevedeva un titolo in N-P₂O₅-K₂O pari a 17-11-17 (rapporto 1,5-1-1,5). Nel corso della coltivazione il rapporto della soluzione distribuita all'uscita degli ugelli è stato mediamente pari

a 1,9-1-1,6 (con rapporto N/K di 1,2), mentre l'acqua recuperata dal laghetto presentava in media un rapporto pari a 4,2-1-2,8 (rapporto N/K 1,5).

Il confronto fra le quantità d'acqua utilizzate dai diversi settori è stato svolto solo nel mese di settembre, per l'impossibilità di disporre del sistema a tappetino. In questo breve periodo Aquamat system™ ha consumato solo un quinto dell'acqua richiesta dal sistema tradizionale, mentre il sistema a riciclo ne ha consumato un terzo circa. Tali dati, a causa della brevità del periodo di prova e delle novità tecniche introdotte sono stati oggetto di studio e di conferma nel corso del secondo anno di sperimentazione.

5.2 – Secondo anno di sperimentazione

Il 2004 ha permesso una più approfondita valutazione dei sistemi di coltivazione sperimentati.

Sono state poste in coltivazione quattro specie arbustive per un totale di circa 10.000 piante: *Thuja plicata Excelsa*, *Photinia Red Robin*, *Prunus laurocerasus rotundifolia* e *Pyracanta* in 3 varietà (*Soleil d'or*, *Ornage glow*, *coccinea Red Column*). La coltivazione ha previsto l'utilizzo di vasi, generalmente impiegati in floricoltura, del diametro di cm 15 al fine di permettere l'assorbimento dell'acqua dal tappeto.

La coltivazione ha avuto inizio ai primi di maggio, tranne che per *Photinia Red Robin*, le cui talee, di qualità non eccellente per quanto concerne l'apparato radicale e lo stato fitosanitario, sono pervenute con due settimane di ritardo e sono state poste in coltura a fine maggio. Per i suddetti motivi questa specie ha sofferto, per un periodo abbastanza lungo, sensibili problemi di stress legati principalmente ad una eccessiva umidità del substrato, in quanto la frequenza di irrigazione era basata sulle condizioni delle altre specie presenti nel medesimo ambiente che, viste le migliori condizioni vegetative, mostravano maggiori esigenze idriche.

La presenza di Oidio e *Phomopsis* su *Photinia* e di Oidio su *Prunus* è stata controllata con trattamenti alternati a base di Propiconazolo e ossicloruri di rame. Per il corineo, apparso inizialmente su *Prunus*, un solo trattamento con Dodine è bastato a bloccare l'attività. Su *Prunus* e *Photinia* attacchi di afidi sono stati controllati con trattamenti alternati a base di Deltametrine e Imidacloprid.

Sulla base dell'esperienza del primo anno, per il 2004 in tutti gli ambienti è stato utilizzato un unico tipo di substrato (miscela di torba, ammendante compostato verde e pomice in rapporto v/v 2:1:1), con caratteristiche fisiche, testate ad inizio prova, idonee alla risalita capillare per l'impiego in sub-irrigazione (Tab. 04).

Tab. 04 - Principali caratteristiche chimico-fisiche del substrato di coltivazione impiegato nel corso del secondo anno di sperimentazione. La valutazione dei parametri chimici è stata eseguita applicando il metodo En 13652; la valutazione dei parametri fisici è stata eseguita applicando il metodo En 13041

Parametro	Valore	U.M.	Interpretazione
pH	6,10	=	subacido
Ec mS/m	18,00	mS/m	basso
N-NO ₃ mg/l	1,00	mg/l	basso
N-NH ₄ mg/l	7,00	mg/l	basso
P ₂ O ₅ mg/l	9,00	mg/l	basso
K mg/l	41,50	mg/l	alto
Ca mg/l	29,00	mg/l	alto
Mg mg/l	1,60	mg/l	basso
Na mg/l	2,30	mg/l	basso
Fe mg/l	0,43	mg/l	normale
Mn mg/l	0,01	mg/l	basso
Cu mg/l	0,06	mg/l	alto
Zn mg/l	0,01	mg/l	basso
B mg/l	0,88	mg/l	alto
porosità totale	86,84	% v/v	normale
volume aria a pF 1	21,42	% v/v	normale
volume acqua a pF 1	65,42	% v/v	normale
volume acqua facilmente disponibile	29,01	% v/v	alto
volume acqua di riserva	9,13	% v/v	=
volume acqua utilizzabile	38,13	% v/v	=
densità apparente	294,69	kg/m ³	alta
grado di restringimento	17,14	% v/v	=

La concimazione, come già per il 2003, è stata gestita in base ai differenti tipi di impianti di coltivazione.

Nell'ambiente 1 coltivato tradizionalmente (testimone), al momento dell'invasatura sono stati aggiunti al substrato concimi non a pronto effetto ai seguenti dosaggi: 1,3 kg/m³ concime con titolo 15-9-15+2+16 e 2,0 kg/m³ concime con titolo 16-8-12+4+23. In questo ambiente le irrigazioni sono state effettuate con sola acqua, senza integrazione di alcun concime.

Per le piante destinate agli ambienti 2 (riciclo) e 3 (Aquamet systemTM) non è stata eseguita la concimazione di fondo, mentre si è provveduto ad effettuare delle fertirrigazioni in continuo con una soluzione avente titolo N-P₂O₅-K₂O pari a 22-6-13 (rapporto N:P:K 3,7:1,0:2,2 e rapporto N/K pari a 1,7), distribuita ad una concentrazione di 1,0 mS/cm e con correzione del pH con acido nitrico quando il valore dello stesso superava 7,00.

Il valore della concentrazione e del pH della soluzione è stato monitorato in continuo e corretto mediante due sonde di misura collegate al computer di regolazione delle pompe dei fertirrigatori.

Nell'ambiente di riciclo ogni intervento di fertirrigazione ha previsto il riutilizzo della soluzione recuperata dal laghetto, previa correzione dei valori di pH e conducibilità secondo i dati prefissati, mentre nell'ambiente con tappetino la soluzione concimante veniva aggiunta dal fertirrigatore ad ogni intervento.

Come per il 2003, sono state eseguite periodiche analisi di laboratorio per la determinazione dei parametri chimici delle acque di irrigazione, delle soluzioni fertirriganti, delle acque recuperate nel laghetto, delle soluzioni raccolte nei tre lisimetri, dei substrati di coltivazione.

Inoltre, sono stati effettuati rilievi inerenti l'altezza delle piante in coltivazione a inizio e fine ciclo, l'incremento di crescita, la produzione finale di sostanza fresca e secca, il livello nutritivo dei tessuti vegetali a fine ciclo.

Risultati del secondo anno di sperimentazione

I risultati ottenuti nel corso del 2004 hanno sostanzialmente confermato le indicazioni parziali che erano emerse nel corso del 2003, quando fu però breve il periodo avuto a disposizione per il confronto.

Il monitoraggio delle soluzioni distribuite e di quelle recuperate ha permesso di valutarne le caratteristiche qualitative medie da un punto di vista chimico (Tab. 05).

Tab. 05 - Caratteristiche chimiche medie delle soluzioni distribuite e recuperate nel corso del secondo anno di sperimentazione (2004).

Parametro	ambiente1 Tradizionale	ambiente 2 Riciclo	ambiente 3 Aquamatsystem™	laghetto
pH	7,85	7,26	7,62	7,69
Ec mS/cm	0,51	0,92	0,93	0,57
N-NO ₃ mg/l	7,92	45,77	39,15	22,00
N-NH ₄ mg/l	3,85	28,77	33,85	5,00
P ₂ O ₅ mg/l	1,00	22,46	22,23	3,62
K mg/l	4,65	41,08	37,92	10,15
Ca mg/l	79,68	81,27	79,77	81,12
Mg mg/l	11,20	17,68	17,24	12,76
Na mg/l	7,10	8,54	8,17	7,49
Fe mg/l	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01
Mn mg/l	0,01	0,05	0,03	0,01
Cu mg/l	0,01	0,05	0,06	< 0,01

Zn mg/l	0,13	0,25	0,04	0,04
B mg/l	0,06	0,12	0,11	0,08
Cl mg/l	20,77	22,77	21,38	21,69
S mg/l	31,69	35,77	33,54	34,31
SAR	0,20	0,21	0,21	0,21

L'acqua recuperata nel laghetto evidenzia una concentrazione di sali leggermente superiore rispetto a quella dell'acqua di origine, utilizzata tal quale in ambiente 1, ma sensibilmente inferiore rispetto a quella delle soluzioni concimate distribuite negli ambienti 2 e 3. La riduzione dei sali rispetto alla soluzione di partenza è dovuta essenzialmente a due fattori: quota trattenuta dalle piante ed effetto diluizione dovuta all'aggiunta di acqua di rete per ripristinare il livello minimo nel laghetto.

In Tabella 06. si riportano invece i valori dei rapporti fra i principali elementi presenti nelle soluzioni analizzate

Tab. 06 - Rapporti fra i principali elementi nelle soluzioni distribuite e recuperate nel secondo anno di sperimentazione (2004).

Ambienti/parametri	N-NO₃	N-NH₄	N tot	P₂O₅	K₂O	N/K
Ambiente 1	7,9	3,9	11,8	1,0	4,7	2,5
Ambiente 2	2,0	1,3	3,3	1,0	1,8	1,8
Ambiente 3	1,8	1,5	3,3	1,0	1,7	1,9
Laghetto	6,1	1,4	7,5	1,0	2,8	2,7
Soluzione madre	2,2	1,5	3,7	1,0	2,2	1,7

Le soluzioni concimate, rispetto al titolo della soluzione madre di concimi, presentano un leggero aumento del rapporto N/K (1,8-1,9 rispetto al valore iniziale impostato di 1,7), dovuto ad un decremento maggiore della concentrazione di potassio rispetto a quello delle forme azotate.

Questo dato può trovare una spiegazione se si osservano i rapporti fra gli elementi presenti nell'acqua recuperata nel laghetto: in questo caso il rapporto N/K (2,7) è sensibilmente maggiore rispetto a quello originario (1,7). La concentrazione delle forme di azoto nel laghetto evidenziano che circa il 35% dell'elemento presente nella soluzione concimata finisce nell'acqua di recupero, mentre per il potassio questo valore si riduce al 25%. Questi dati indicano che nell'ambiente 2 l'acqua recuperata arriva al computer di controllo con una concentrazione salina più bassa ma un rapporto N/K maggiore rispetto all'originario: l'integrazione di sali avviene con un rapporto N/K prestabilito (nel nostro caso di 1,7) che non riesce completamente a riportare detto valore a quello impostato. Tuttavia le differenze risultano assai ridotte e poco influenti sugli esiti della coltivazione. In presenza di

squilibri accentuati, sarebbe sufficiente modificare i dati impostati favorendo così un recupero dei valori desiderati.

In merito al fosforo solo il 15% della quota immessa nella soluzione concimante rientra nel laghetto. Per quanto riguarda solfati e cloruri risulta esigua la differenza di concentrazione fra le soluzioni concimanti e l'acqua.

Le analisi sui substrati di coltivazione, realizzate ad inizio, metà e fine ciclo, evidenziano per alcuni parametri sensibili differenze, legate sostanzialmente alle diverse modalità di concimazione negli ambienti di coltivazione.

I valori di pH (Fig. 15) si sono alzati più velocemente negli ambienti 2 e 3, ma in tutti i casi si è giunti ad un valore finale compreso fra il 6,8 ed il 7,2, rispetto ad un valore di partenza di poco superiore a 6,2.

Per quanto riguarda la conducibilità (caratteristica legata al contenuto di sali solubili), negli ambienti 1, coltivazione tradizionale, e 3, Aquamat systemTM, si è registrato un picco a metà coltura (piena estate), mentre nell'ambiente 2, riciclo, il valore si è mantenuto generalmente costante (Fig. 16). Questo dato può essere spiegato dal fatto che in ambiente 1 gli elementi aggiunti mediante la concimazione di base si sono resi disponibili nella maggior parte nel periodo più caldo, mentre in ambiente 3 il picco può essere dovuto alla modalità di fertirrigazione (sub irrigazione); in ambiente 2 la fertirrigazione in continuo per aspersione ha permesso di mantenere stabile il valore di conducibilità, mai risultato troppo elevato.

Fig. 15 – Valori di pH rilevati nei substrati nei diversi ambienti - anno 2004

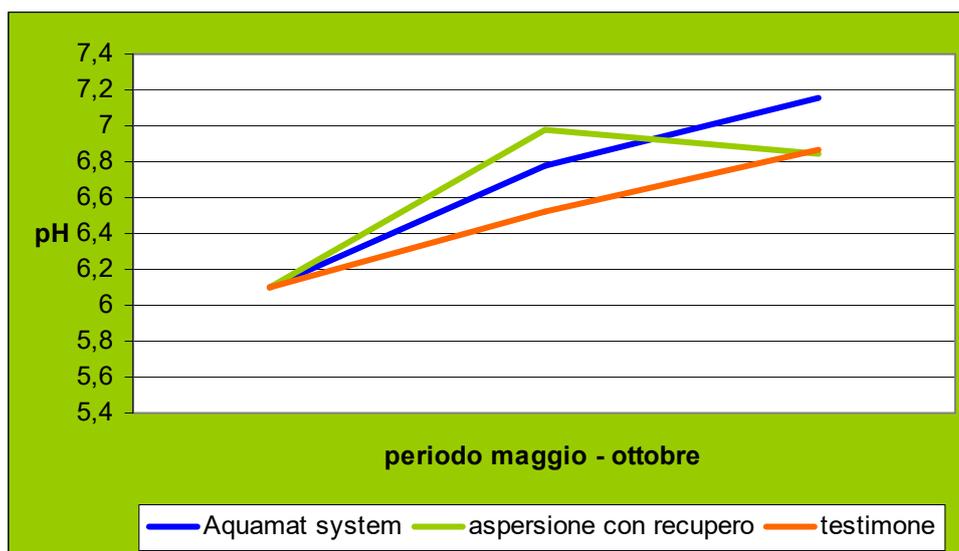
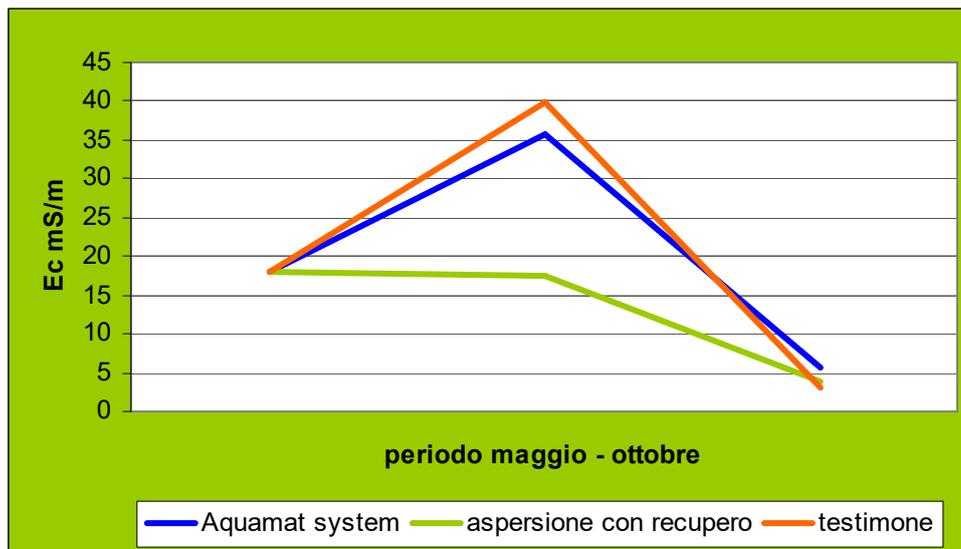


Fig. 16 – Valori di conducibilità elettrica (Ec) rilevati nei substrati nei diversi ambienti - anno 2004



Il contenuto di azoto nitrico e di potassio solubili nei substrati rispecchiano l'andamento del precedente parametro (Fig. 17 e 18), mentre quello del fosforo solubile (Fig. 19) si è mantenuto costante negli ambienti 2 e 3.

Fig. 17 – Valori di azoto nitrico rilevati nei substrati nei diversi ambienti - anno 2004

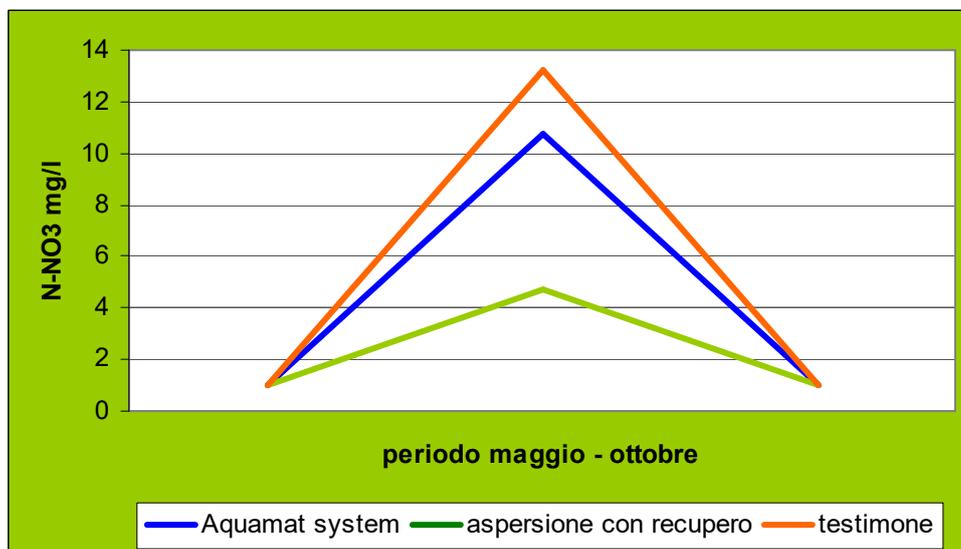


Fig. 18 – Valori di potassio solubile rilevati nei substrati nei diversi ambienti - anno 2004

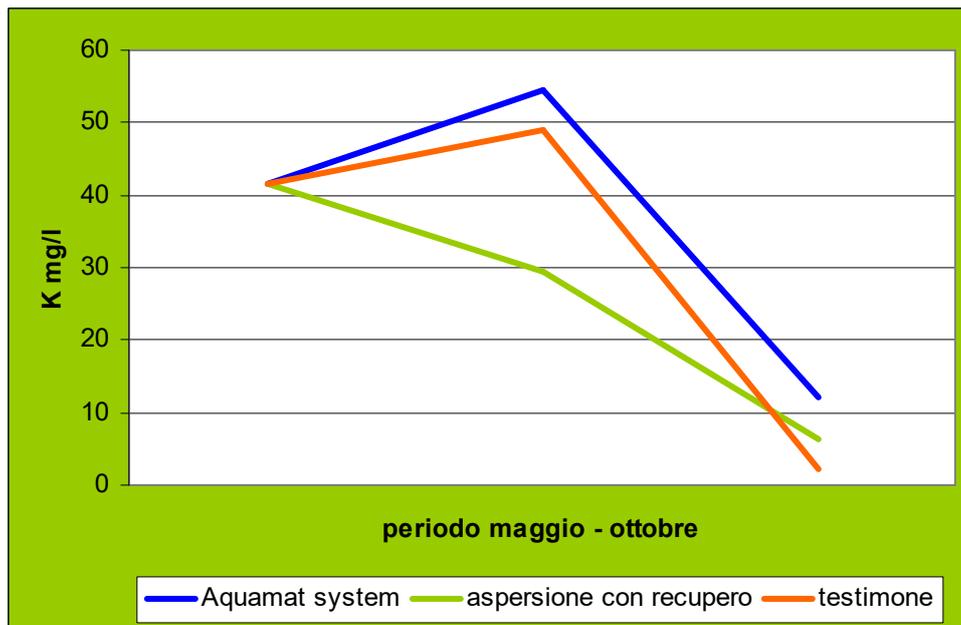
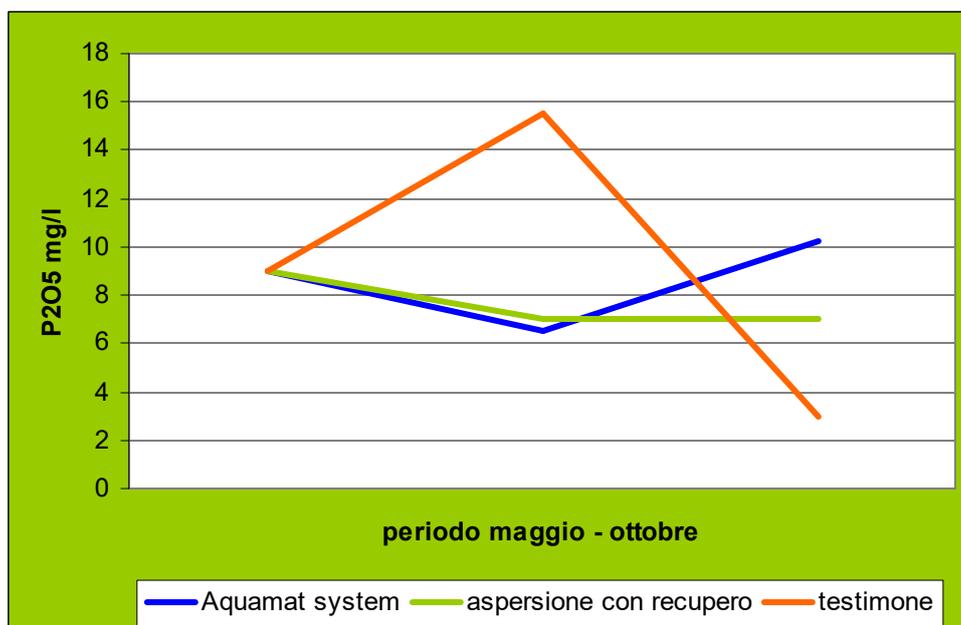


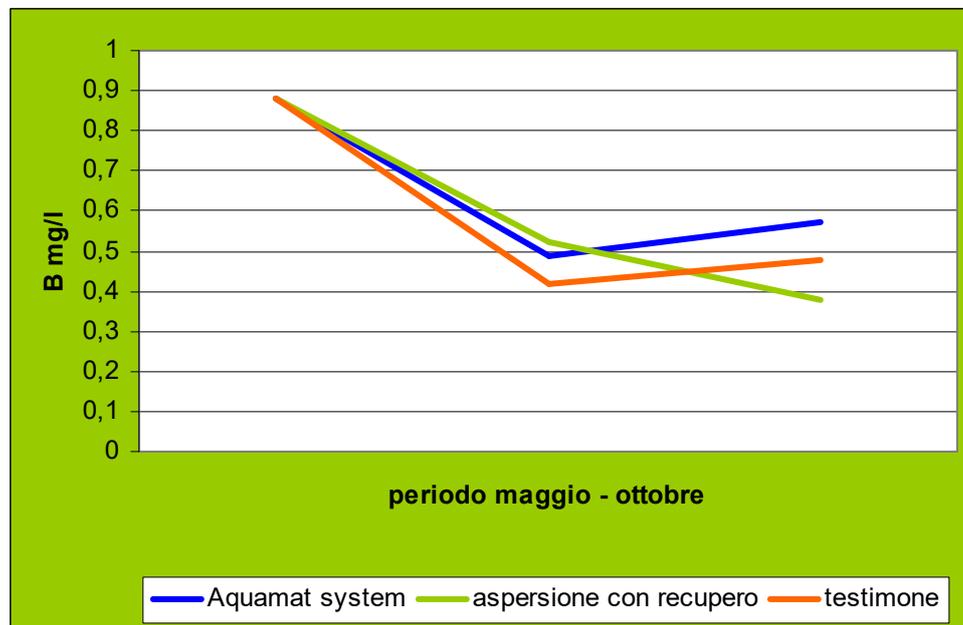
Fig. 19 – Valori di fosforo solubile rilevati nei substrati nei diversi ambienti - anno 2004



Fra tutti i dati analizzati, ha destato sorpresa quello legato all'alto valore di boro solubile (Fig. 20), che ha subito un decremento costante nel corso della coltivazione fino ad assestarsi su valori compresi fra 0,4 e 0,6 mg/l: si ritiene che

l'elemento sia stato portato all'interno della miscela di coltivazione dalla frazione di ammendante compostato verde.

Fig. 20 – Valori di boro solubile rilevati nei substrati nei diversi ambienti - anno 2004



Per quanto riguarda i risultati produttivi, i dati sono sostanzialmente positivi e confermano quanto si era potuto già osservare nel corso del 2003.

In tutte le specie coltivate la crescita vegetativa è risultata superiore negli ambienti 2 e 3 rispetto al testimone (Fig. 21). Inoltre in questi ambienti, e soprattutto su Aquamat systemTM, le piante presentano una migliore ramificazione in tutte e quattro le specie (Fig. 22).

Fig. 21 – Crescita vegetativa (altezza a fine ciclo) delle diverse specie e varietà nei 3 ambienti di prova - anno 2004

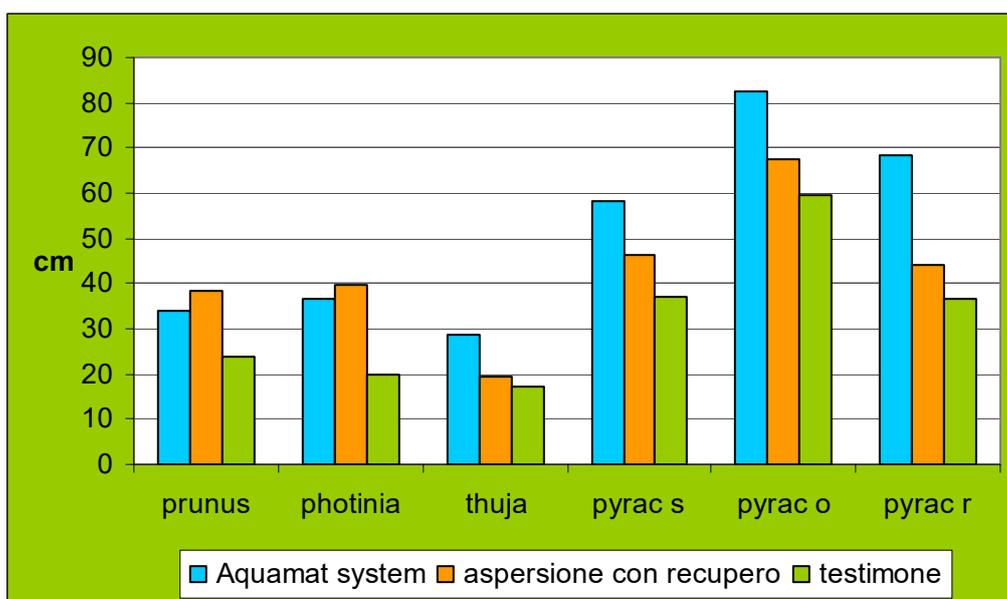


Fig. 22 - Crescita delle 4 specie coltivate: A *Prunus laurocerasus*; B *Pyracantha*; C *Thuja plicata*; D *Photinia*; il vaso a sinistra di ogni foto è stato coltivato su Aquamat system™, quello al centro nell'ambiente a riciclo e quello a destra su sistema tradizionale.



Dall'analisi statistica effettuata sui dati, emergono differenze statisticamente significative (Tabb. 07 e 08).

Tab. 07 – Effetto del sistema di coltivazione sulla crescita (altezza media a fine ciclo in centimetri) delle tre differenti specie vegetali – secondo anno di sperimentazione (anno 2004). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i valori.

specie/ambiente	testimone	aspersione con recupero	Aquammat system
<i>Prunus laurocerasus rotundifolia</i>	23,81 c	38,27 a	33,82 b
<i>Thuja plicata Excelsa</i>	17,38 b	19,25 b	28,48 a
<i>Photinia Red Robin</i>	19,68 c	39,54 a	36,56 b

Tab. 08 - Effetto del sistema di coltivazione sulla crescita (altezza media a fine ciclo in centimetri) delle tre differenti varietà di *Pyracantha* in coltura – secondo anno di sperimentazione (anno 2004). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i valori.

specie/ambiente	testimone	aspersione con recupero	Aquamatsystem	media
<i>Pyracantha</i> Soleil d'or	37,22	46,4	58,2	47,28 b
<i>Pyracantha</i> Orange glow	59,38	67,65	82,32	69,78 a
<i>Pyracantha</i> C. Red Column	36,53	44,15	68,55	49,74 b
Media	44,38 c	52,73 b	69,69 a	=

Per *Prunus laurocerasus* e *Photinia Red Robin* i risultati migliori sono stati ottenuti nell'ambiente a riciclo ed i peggiori nell'ambiente tradizionale, mentre in *Thuja plicata Excelsa* e nelle media delle tre varietà di *Pyracantha* utilizzate, il maggior incremento si è ottenuto in ambiente 3 (AquamatsystemTM), ottenendo negli altri due ambienti valori statisticamente identici. Per *Pyracantha* non è risultata una interazione significativa fra le variabili varietà e tipologie di coltivazione.

Per quanto riguarda la produzione di materiale vegetale (analisi della sostanza fresca e secca prodotta a fine coltura) i valori più alti sono stati ottenuti quasi sempre nell'ambiente 3, eccezione fatta per *Photinia Red Robin* (dati migliori nell'ambiente 2), per probabili problemi di asfissia del substrato (Figg. 23 e 24) dovuta al già accennato ritardo di crescita del materiale di partenza.

Fig. 23 – Produzione di sostanza fresca delle diverse specie e varietà nei 3 ambienti di prova - anno 2004

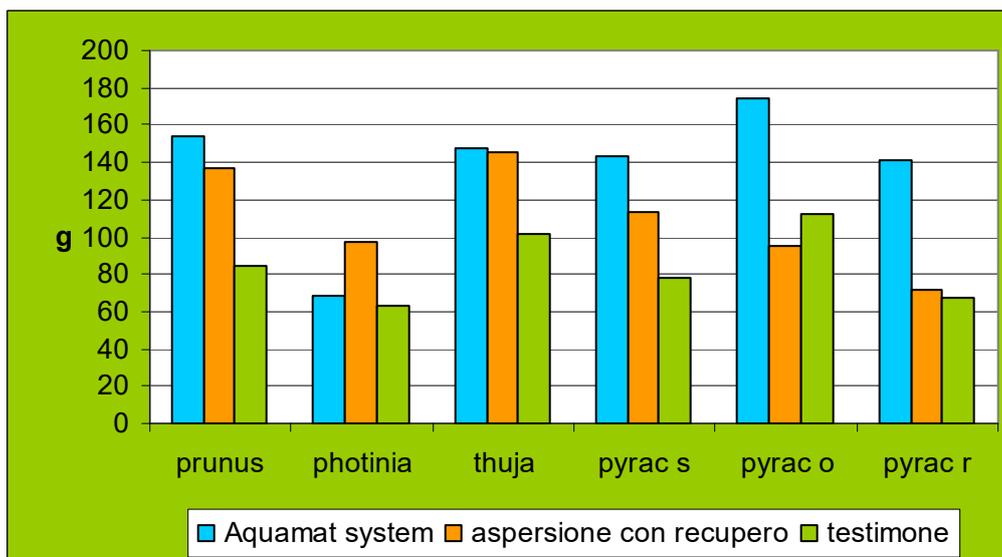
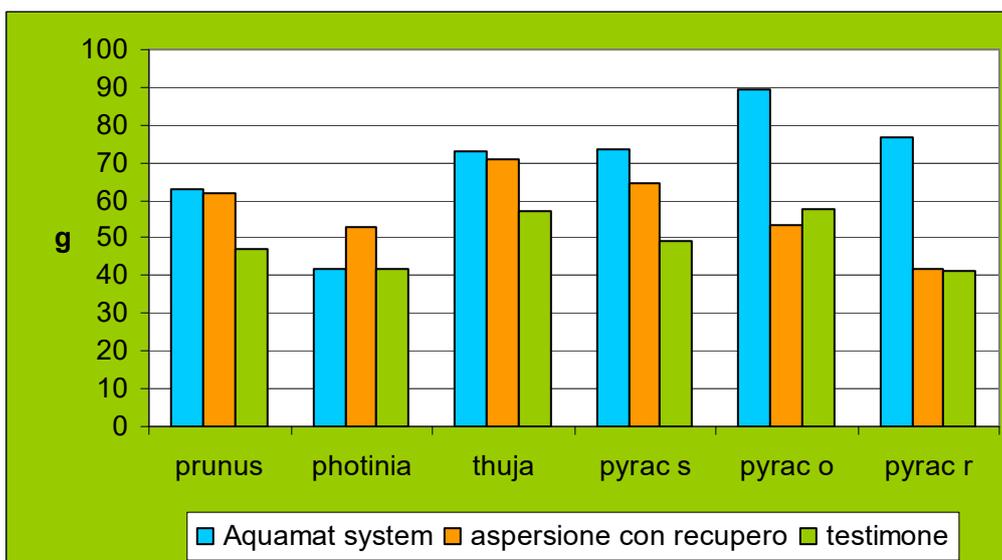


Fig. 24 –Produzione di sostanza secca delle diverse specie e varietà nei 3 ambienti di prova - anno 2004



Anche per questi risultati, l'analisi statistica ha evidenziato differenze statisticamente significative (Tabb. 09, 10, 11, 12).

Tab. 09 - Effetto del sistema di coltivazione sulla crescita (produzione di sostanza fresca media in grammi) delle tre differenti specie vegetali – secondo anno di sperimentazione (anno 2004). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i valori.

specie/ambiente	testimone	aspersione con recupero	Aquamat system
Prunus laurocerasus rotundifolia	84,5 b	136,9 a	153,8 a
Thuja plicata Excelsa	101,7 b	145,2 a	148,0 a
Photinia Red Robin	63,6 b	96,8 a	68,0 b

Tab. 10 - Effetto del sistema di coltivazione sulla crescita (produzione di sostanza fresca media in grammi) delle tre differenti varietà di Pyracantha in coltura – secondo anno di sperimentazione (anno 2004). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i valori.

specie/ambiente	testimone	aspersione con recupero	Aquamat system	media
Pyracantha Soleil d'or	78,1	113,5	143,2	111,6 ab
Pyracantha Orange glow	112,5	95,5	174,1	127,4 a
Pyracantha C. Red Column	67,9	71,3	141,1	93,4 b
Media	86,18 b	93,43 b	152,8 a	=

Tab. 11 - Effetto del sistema di coltivazione sulla crescita (produzione di sostanza secca media in grammi) delle tre differenti specie vegetali – secondo anno di sperimentazione (anno 2004). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i valori.

specie/ambiente	testimone	aspersione con recupero	Aquamat system
Prunus laurocerasus rotundifolia	47,2 b	61,9 a	63,2 a
Thuja plicata Excelsa	57,2 b	71,0 a	73,1 a
Photinia Red Robin	41,6 b	52,8 a	41,8 b

Tab. 12 - Effetto del sistema di coltivazione sulla crescita (produzione di sostanza secca media in grammi) delle tre differenti varietà di Pyracantha in coltura – secondo anno di sperimentazione (anno 2004). Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative tra i valori.

specie/ambiente	testimone	aspersione con recupero	Aquamat system	media
------------------------	------------------	--------------------------------	-----------------------	--------------

Pyracantha Soleil d'or	49,4	64,3	73,8	62,5 ab
Pyracantha Orange glow	57,5	53,4	89,6	66,8 a
Pyracantha C. Red Column	41,3	41,8	76,6	53,2 c
Media	49,39 b	53,18 b	80,02 a	=

Per *Thuja plicata Excelsa* e *Prunus laurocerasus* gli ambienti 2 e 3 hanno fornito produzioni significativamente maggiori rispetto all'ambiente testimone (1), mentre risultati significativi si sono ottenuti in ambiente 3 per *Pyracantha* ed in ambiente 2 per *Photinia Red Robin*.

Anche in questo caso per *Pyracantha* non è risultata una interazione significativa fra le variabili varietà e tipologie di coltivazione.

Interessanti sono risultati i dati conseguiti dall'analisi dei tessuti vegetali (Figg. 25, 26, 27, 28, 29, 30).

La dotazione di azoto risulta in generale sempre superiore nell'ambiente 3, rispettando gli intervalli di dotazione ottimali previsti; in ambiente 1, al contrario, è stata quasi sempre riscontrata una carenza.

Per il fosforo non sono visibili sostanziali differenze, mentre per il potassio i valori risultano spesso variabili fra le specie.

In *Prunus laurocerasus* in tutti tre gli ambienti si sono ottenuti valori di potassio elevati (maggiori in ambiente 3 e minori in ambiente 1). In *Photinia Red Robin* i risultati più bassi sono stati ottenuti in ambiente 2, anche se all'interno dei livelli di dotazione ottimali. In *Thuja plicata Excelsa* non si riscontrato sensibili differenze. Nelle tre varietà di *Pyracantha* i valori ottenuti risultano generalmente a livelli di dotazione minimi, soprattutto in ambiente 1.

Fig. 25 – Contenuto medio dei principali elementi minerali nelle foglie di *Prunus laurocerasus* a fine ciclo colturale nei tre differenti ambienti, in confronto con i valori di dotazione ottimali (valori espressi in % s/s)

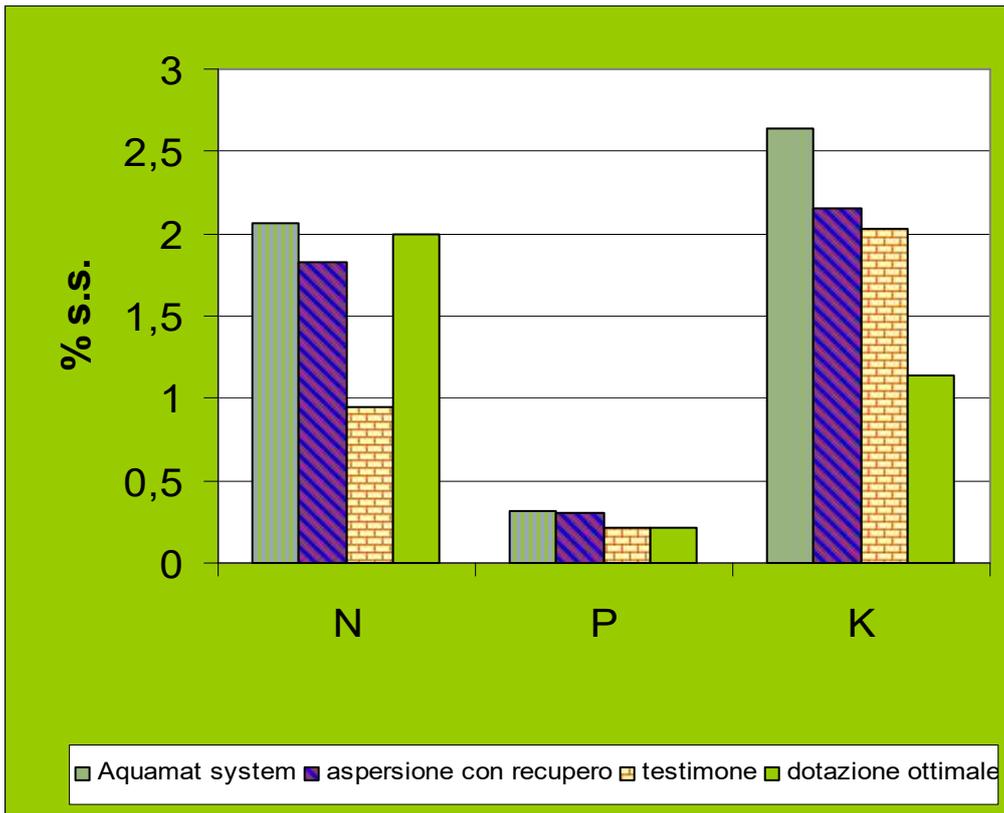


Fig. 26 – Contenuto medio dei principali elementi minerali nelle foglie di Photinia red Robin a fine ciclo colturale nei tre differenti ambienti, in confronto con i valori di dotazione ottimali (valori espressi in % s/s).

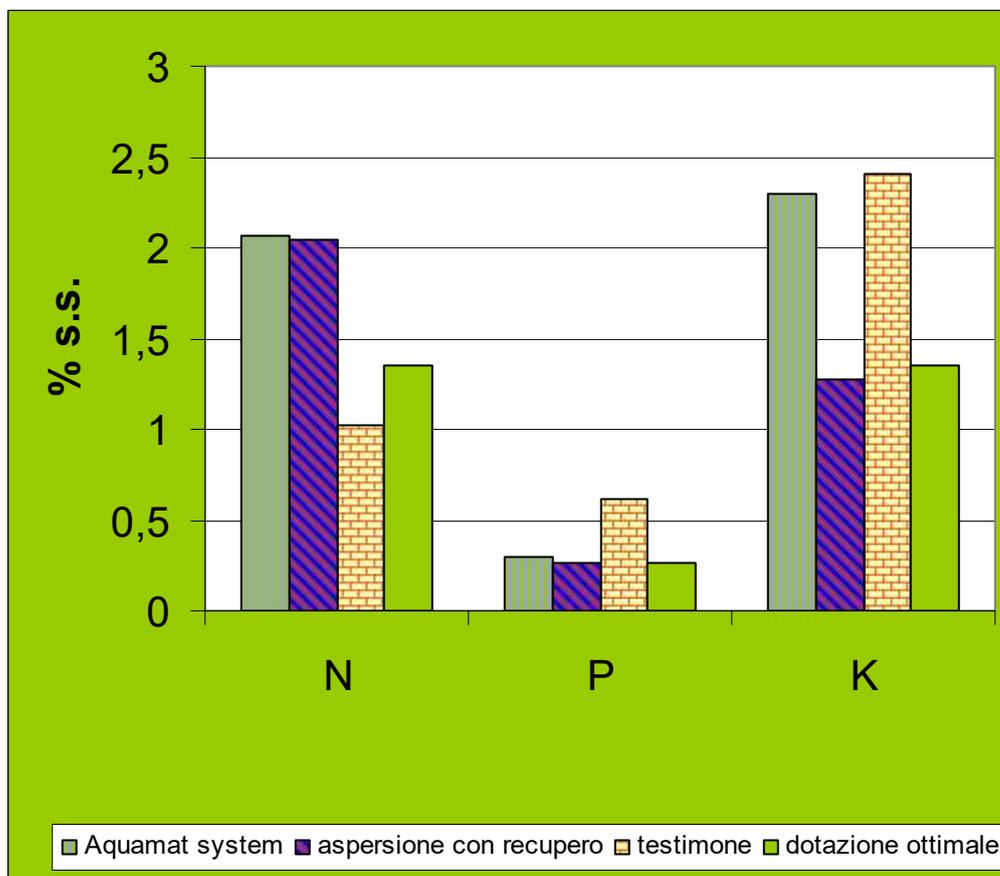


Fig. 27 – Contenuto medio dei principali elementi minerali nelle foglie di Thuja plicata Excelsa a fine ciclo colturale nei tre differenti ambienti, in confronto con i valori di dotazione ottimali (valori espressi in % s/s)

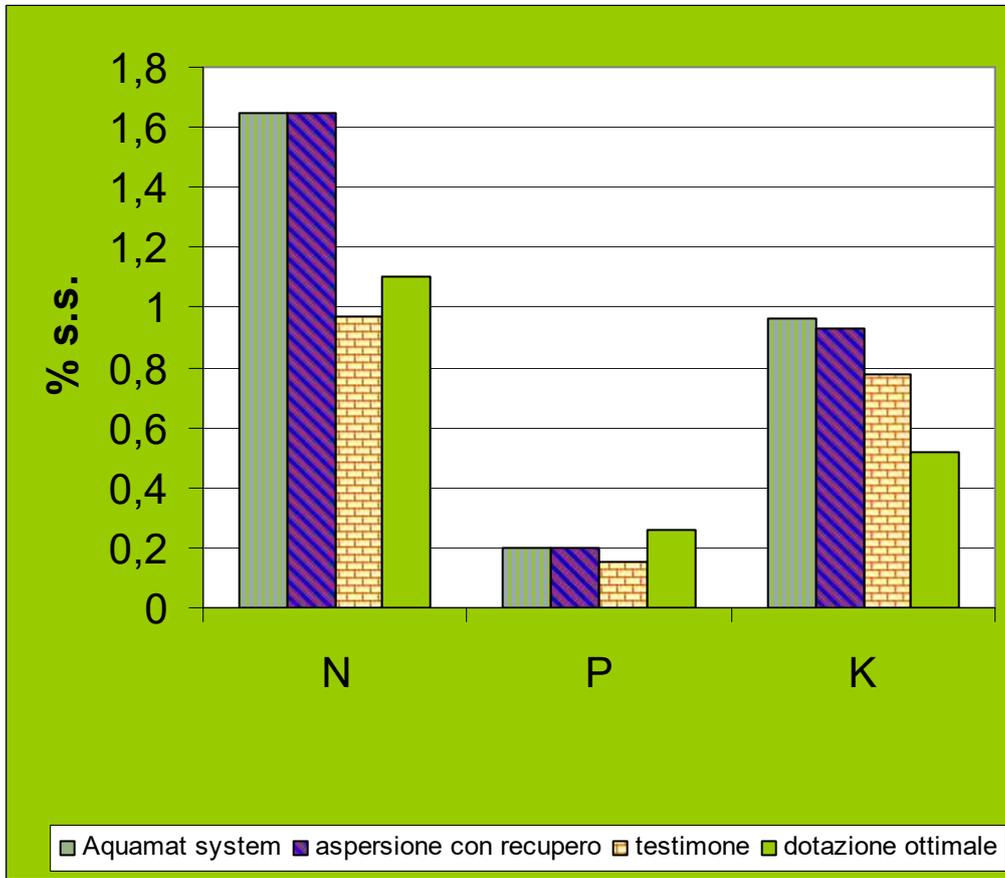


Fig. 28 – Contenuto medio dei principali elementi minerali nelle foglie di *Pyracantha Soleil d'or* a fine ciclo colturale nei tre differenti ambienti, in confronto i valori di dotazione ottimali (valori espressi in % s/s).

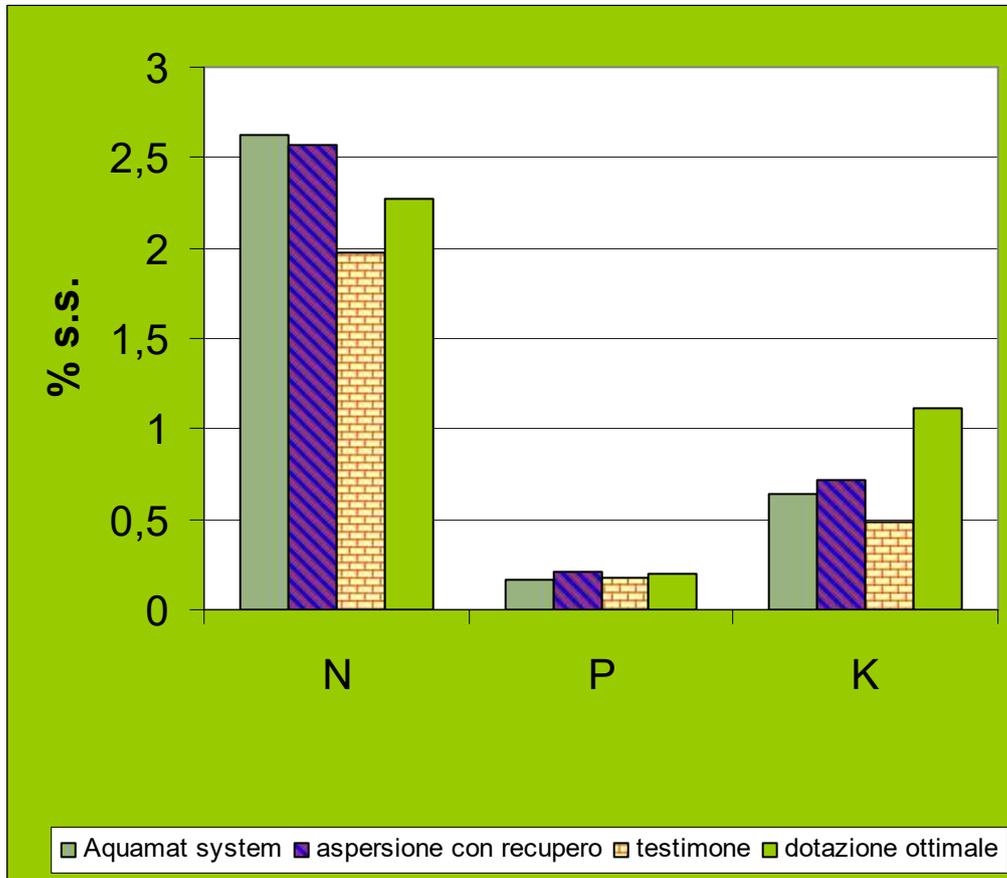


Fig. 29 – Contenuto medio dei principali elementi minerali nelle foglie di *Pyracantha Orange glow* a fine ciclo colturale nei tre differenti ambienti, in confronto con i valori di dotazione ottimali (valori espressi in % s/s).

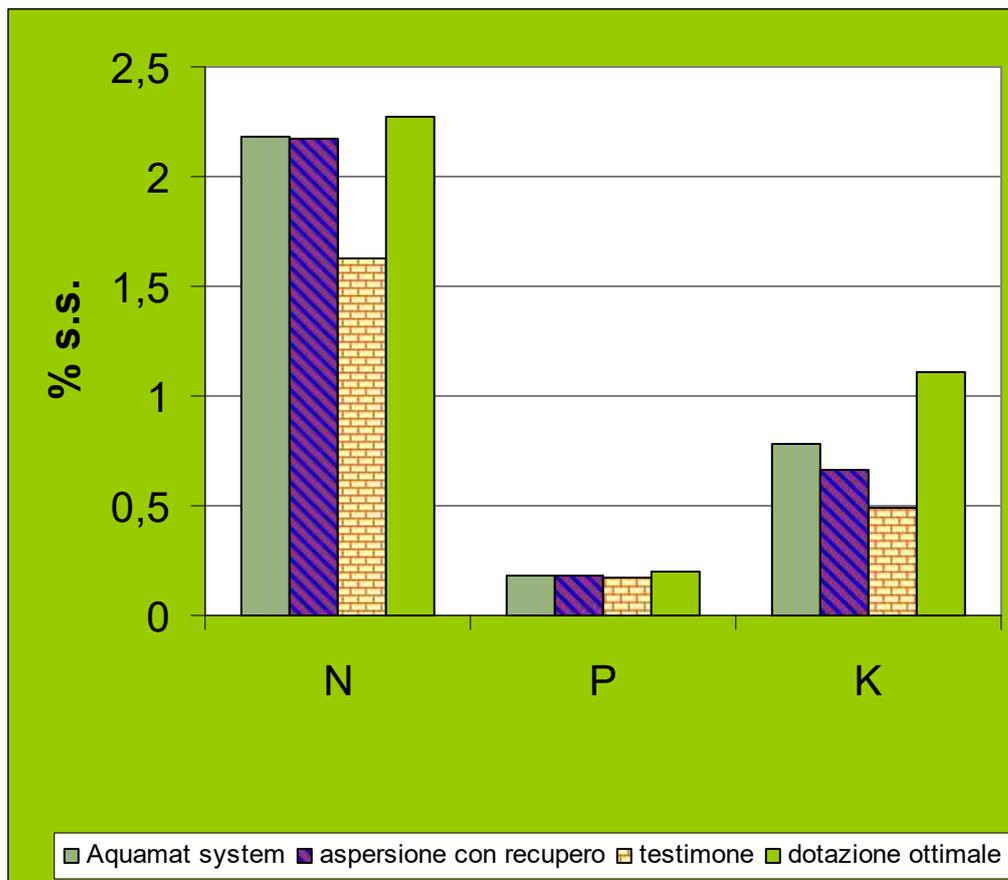
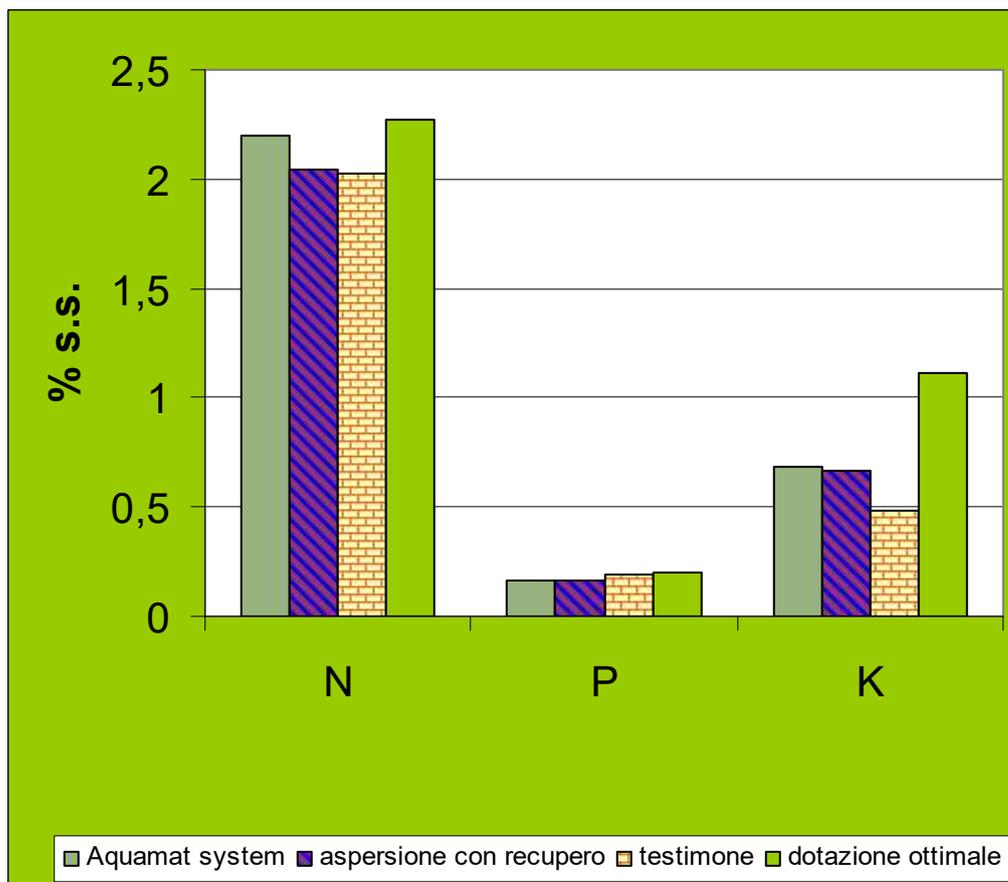


Fig. 30 – Contenuto medio dei principali elementi minerali nelle foglie di *Pyracantha Coccinea* Red Column a fine ciclo colturale nei tre differenti ambienti, in confronto con i valori di dotazione ottimali (valori espressi in % s/s).



Da ultimo sono stati valutati i risultati inerenti il consumo di acqua nei tre diversi ambienti di coltivazione (Tab. 13).

Tab. 13 - Quantità di acqua distribuita nei diversi ambienti nel corso del 2004

Periodo di riferimento	testimone	aspersione con recupero	Aquamat system
14 – 31 maggio 2004	22	25	24
1 giugno – 31 luglio 2004	117	124	96
1 agosto – 31 agosto 2004	35	34	19
1 settembre - 12 ottobre 2004	49	41	28
totale periodo maggio - ottobre	223	224	167

Nel corso del periodo di coltivazione sperimentale durato 152 giorni (da metà maggio a metà ottobre) negli ambienti 1 e 2, dove è stato utilizzato lo stesso

metodo di distribuzione dell'acqua, la quantità di acqua distribuita è stata sostanzialmente la stessa (223 e 224 m³), mentre nell'ambiente 3 è risultata inferiore di circa il 25% (167 m³). Nella realtà, considerando che in ambiente 2 (aspersione con recupero) ben 79 m³ di acqua sono stati recuperati nel laghetto e poi riutilizzati, il consumo di acqua reale in questo ambiente è stato di 145 m³, inferiore di circa il 35% rispetto al sistema tradizionale (Tab. 14).

Tab. 14 - Bilancio idrico 2004 per l'ambiente 2 considerando l'acqua recuperata

Periodo di riferimento	acqua distribuita	acqua recuperata	bilancio
14 – 31 maggio 2004	25	2	23
1 giugno – 31 luglio 2004	124	53	71
1 agosto – 31 agosto 2004	34	10	24
1 settembre - 12 ottobre 2004	41	17	27
totale periodo maggio - ottobre	224	79	145

Sulla base di queste considerazioni e tenuto conto dell'andamento termopluviometrico del periodo di riferimento (Fig. 11), il consumo di acqua giornaliero è stato inferiore nell'ambiente 2 (0,9 m³) e nell'ambiente 3 (1,1 m³), più alto nell'ambiente 1 (1,5 m³), come evidenziato in Tab. 15.

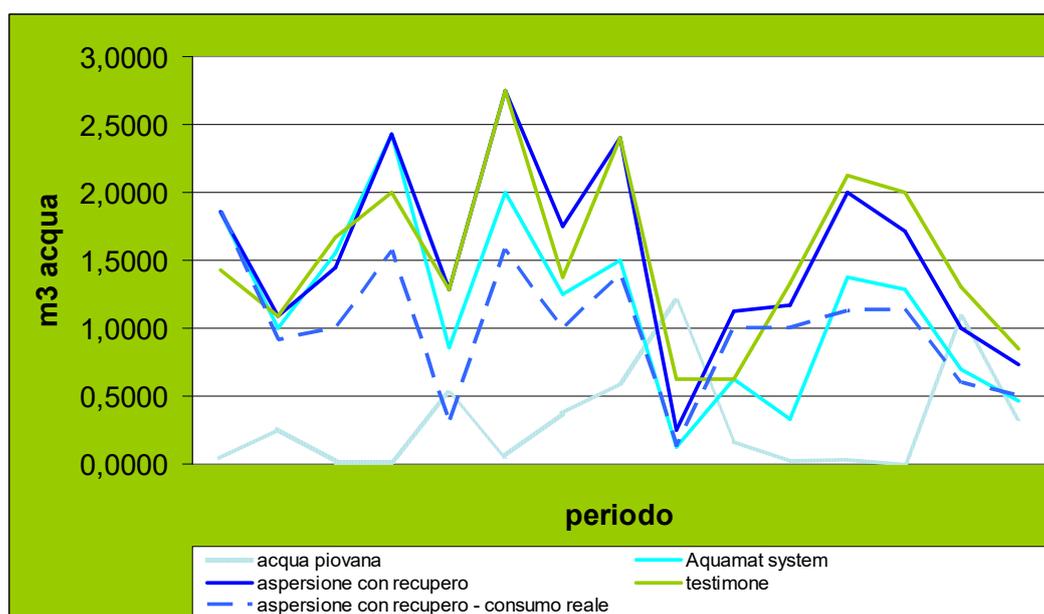
Tab. 15 – Bilancio idrico medio giornaliero relativo al periodo di coltivazione in vivaio (152 giorni in totale; m³ di acqua giornaliera proveniente dall'impianto e dalla pioggia pervenuta sui settori sperimentali; per il settore 2 il bilancio considera i volumi di acqua recuperati nel laghetto)

Periodo	pioggia	testimone	riciclo	Aquamatsys.
maggio	0,17	1,22	1,28	1,33
giugno	0,13	2,03	1,17	1,74
luglio	0,46	1,77	1,15	1,35
agosto	0,38	1,17	0,80	0,63
set/ottobre	0,45	1,14	0,63	0,65
MEDIA	0,33	1,47	0,95	1,10

Analizzando i dati suddivisi per periodo (maggio, giugno, luglio, agosto, settembre-ottobre), si nota come nel mese di giugno, il meno piovoso, i consumi idrici medi giornalieri siano risultati superiori rispetto a quelli riferiti ai mesi di luglio e agosto; tuttavia nel settore con riciclo il consumo effettivo di acqua si è mantenuto costante anche in questo periodo, grazie alla possibilità di riutilizzare l'acqua recuperata nel laghetto.

In Fig. 31 sono riportati, in forma lineare e per il periodo di coltivazione, i consumi idrici giornalieri dovuti agli interventi irrigui ed agli apporti provenienti dalla pioggia: dalla lettura del grafico risalta come, dopo un periodo piovoso, l'ambiente 3 necessita di interventi irrigui assai inferiori rispetto agli ambienti 1 e 2, mentre in periodi più asciutti il minor consumo complessivo di acqua lo si ottenga nell'ambiente 2 grazie al recupero dell'acqua di scolo.

Fig. 31 – Consumi idrici giornalieri dei tre differenti settori in relazione all'andamento meteorico – secondo anno di sperimentazione (2004)



I dati conseguiti dalle analisi biennali effettuate sui campioni di soluzione di suolo prelevati tramite i lisimetri posizionati all'interno dell'ambiente 1 (testimone), non hanno fornito indicazioni in merito a possibile percolazione dai vasi di elementi minerali, possibile fonte di inquinamento del sottosuolo.

Come già osservato nel 2003, eventuali problemi legati ad un eccessivo inzuppamento del tappetino in concomitanza di periodi eccessivamente piovosi non hanno avuto riscontri negativi nella presente sperimentazione.

6 - Costi economici di realizzazione di impianti a risparmio d'acqua

L'efficienza tecnica deve accompagnarsi a quella economica soprattutto nel caso si voglia che le innovazioni divengano una realtà delle nostre aziende. Esistono alcune difficoltà nella valutazione dei diversi approcci alla razionalizzazione dei consumi idrici, perché un sistema a riciclo non può prescindere da un impianto di

fertirrigazione, come invece il sistema tradizionale o Aquamat systemTM potrebbero fare. In ogni caso un moderno approccio alla coltivazione prevede l'automatizzazione della bagnatura per gli innegabili vantaggi sulla qualità della produzione e sul costo del lavoro. Inoltre il costo di impianto di fertirrigazione può variare considerevolmente in funzione delle scelte aziendali effettuate e cioè quanti settori e programmi diversi adottare, la loro estensione e localizzazione all'interno dell'azienda. Perciò nei conti riportati in Tab. 16 sono stati esclusi gli importi relativi all'impianto di fertirrigazione.

I dati riportati in Tab. 16 permettono un confronto il più possibile reale dei diversi approcci alla gestione dell'acqua.

Tab. 16 - Visione d'insieme delle principali spese sostenute nel corso della realizzazione del vivaio

Voci di spesa	Tradizionale (€)	Riciclo (€)	Aquamat system TM (€)	Note
Preparazione Terreno	838,00	2.500,00	838,00	Costo connesso alle dimensioni dell'appezzamento
Laghetto 6x6x1.5 m compresa recinzione	-	2.080,00	-	Costo connesso alle dimensioni dello scavo
Allacciamenti idrici	650,00	650,00	650,00	Costo connesso alla struttura dell'azienda
Ombrai	6.583,00	6.583,00	6.583,00	
Impermeabilizzazioni	-	7.738,00	-	
Sistemazione fondo	669,00	669,00	-	
Aquamat system TM	-	-	4360,00	
Totale (arrotondato)	8.700,00	20.300,00	12.300,00	
Costo a mq calcolato su 3 superfici da 325 mq	27,00	63,00	42,00	

Tenendo quindi conto dei costi, la soluzione con Aquamat systemTM sembra al momento la soluzione capace di armonizzare le spese d'impianto con le esigenze ambientali. Inoltre questo sistema permette, secondo le sperimentazioni svolte in Canada e in Florida, di contare su cicli produttivi sensibilmente più brevi e qualità del prodotto migliore, ottimizzando perciò anche i guadagni in termini economici.

Il vantaggio di Aquamat system TM consiste anche nella possibilità di adattare i vecchi vivai a questo sistema, potendo esso funzionare anche con l'irrigazione per aspersione e non esigendo una sistemazione del terreno accurata. Tuttavia l'impiego non risulta praticabile su pendenze superiori al 3 %, inoltre la superficie non deve subire assestamenti, che ne compromettono le qualità con formazione di zone asciutte. Ultimamente, però, la ditta costruttrice ha migliorato le capacità capillari del tappetino ed il nuovo prodotto meglio si adatta ad eventuali assestamenti del terreno. L'elevato costo del sistema di riciclo, complice poi anche la necessità di installare un sistema di fertirrigazione, favorisce l'utilizzo di Aquamat system rispetto ai tradizionali tappetini, non richiedendo l'impermeabilizzazione del terreno. La sua durata dichiarata fra i 5 e i 10 anni e la possibilità di coltivare piante anche in vasi di grosse dimensioni ne permettono una utilizzazione economica e flessibile. Se al materassino si accoppia un sistema di fertirrigazione a tempo si ottiene un sistema all'avanguardia.

Il sistema a riciclo risulta più complesso nella gestione e, mentre il tappetino può essere periodicamente trattato, ad esempio, con sali quaternari di ammonio, la disinfezione delle acque di recupero può richiedere interventi che aumentano i costi di gestione.

7 – Conclusioni

L'impianto dimostrativo e la sperimentazione effettuata nel corso di due anni avevano lo scopo principale di verificare l'efficienza dei sistemi di coltivazione proposti sia in termini di bilancio produttivo che di quello ambientale.

I risultati conseguiti nel corso di questi due anni forniscono chiare indicazioni.

Innanzitutto, da un punto di vista produttivo, le due tecniche innovative proposte hanno permesso di conseguire risultati mediamente e significativamente superiori rispetto a quella di tipo tradizionale, sia in termini di uniformità che di sviluppo vegetativo.

Le tecniche di fertirrigazione adottate nei due ambienti innovativi hanno permesso di mantenere all'interno del substrato di coltivazione livelli costanti e mai troppo elevati di dotazione di elementi solubili, favorendo così uno sviluppo omogeneo delle singole piantine coltivate; al contrario, nel sistema tradizionale si è potuta rilevare la disponibilità elevata di elementi minerali in un periodo breve e

concentrato e coincidente al massimo rilascio dei concimi a lento effetto introdotti ad inizio coltura.

Inoltre, il controllo della concimazione, praticabile in ogni momento del ciclo colturale, permette di adeguare gli interventi in relazione all'andamento climatico stagionale, allo stato fitosanitario delle colture, alle esigenze di sviluppo vegetativo richieste.

Il controllo dello stato nutrizionale delle foglie a fine coltura effettuato nel 2004, ha permesso di verificare che le piante coltivate secondo le tecniche innovative proposte (fertirrigazione in continuo, sia per aspersione con recupero che per subirrigazione con Aquamat system) presentavano una situazione ottimale rispetto a quelle coltivate con la tecnica tradizionale (concimazione di base ad inizio coltura con prosotti non a pronto effetto), che mostravano valori indici di carenze (eccezione fatta per Photinia, causa le citate condizioni di stress subite, dovute all'utilizzo di talee con apparato radicale di bassa qualità che ha compromesso lo sviluppo nel corso di tutto il ciclo colturale).

Questa migliore condizione "nutrizionale" delle piante rilevata a fine coltura è un aspetto di una certa importanza, in quanto permetterà loro di affrontare al meglio gli eventuali futuri stress da trapianto.

Un altro aspetto positivo emerso dalla sperimentazione è quello relativo al risparmio idrico, la cui importanza è stata già più volte sottolineata.

Già nel 2003, anche se su un breve periodo, erano emerse indicazioni in tal senso interessanti ed i risultati del 2004 hanno confermato il minor consumo idrico che si ottiene con le nuove tecniche introdotte.

L'Aquamat systemTM ha permesso di risparmiare più del 25% di acqua (raggiungendo in alcuni casi valori anche più alti, fino ad oltre il 50%), il sistema a ciclo chiuso, con recupero delle soluzioni percolanti nel laghetto, fino al 35%.

Il minor risparmio idrico verificatosi nel 2004 in Aquamat systemTM rispetto ai dati ottenuti nel 2003 ed a quelli di altre sperimentazioni effettuate in Quebec ed in Florida (J. Caron, *et al.* - 2002), sono probabilmente da attribuire alla gestione manuale della durata dell'intervento irriguo, causa l'impossibilità di avviare per tempo il sistema di automazione informatizzato.

Si è notata inoltre una differente esigenza di acqua, a seguito di importanti eventi piovosi, da parte delle colture coltivate su Aquamat systemTM e sub irrigate rispetto a quelle bagnate con irrigazione a pioggia: il tappetino, trattenendo fino

ad oltre 11 litri di acqua per metro quadrato di superficie (corrispondenti a 11 mm di pioggia), fornisce una riserva di acqua ai vasi che viene utilizzata gradualmente nel tempo, mentre nei sistemi ad aspersione, asciugatisi i vasi, si deve prontamente intervenire con un'irrigazione.

Si ritiene comunque che in ambienti piovosi il sistema a recupero di acqua possa garantire equivalenti consumi idrici rispetto all'uso di sub irrigazione abbinata a tappetini tipo Aquamat systemTM, mentre in ambienti più aridi questo ultimo assicura un migliore utilizzo delle riserve disponibili e conseguentemente maggiori risparmi.

Un'ultima considerazione sulla cooperazione fra i partner del progetto. L'attività intrapresa ha permesso un dialogo fra attori economici della realtà Italiana e Svizzera che speriamo possa proseguire anche in futuro con un continuo interscambio di idee e temi da affrontare per utilizzare l'impianto dimostrativo anche negli anni futuri. I sistemi di coltivazioni sono stati messi a punto, ma rimane ancora da affinare la tecnica di coltivazione alla vasta gamma di prodotti che il vivaismo in vaso produce.

8 - Bibliografia

- AAVV.- 2004 - Uso razionale delle risorse nel florovivaismo: l'acqua – Quaderno Arsia 5/2004
- AAVV. Le recyclage de l'eau en horticulture – Les journées techniques de L'Astredhor – 19 et 20 janvier 2000 – Hyères – pg.33-36.
- Anonimo. Best Management Practices – Guide for Producing container-grown plants v.1.0 – Published by the Southern Nursery Association – 2000 – pg.5-18.
- Caron J., Beeson R. Jr, Boudreau J., Haydu J. 2002. Showing signs of improvement. American Nurseryman 7:32-34
- Colombo A., Tosca A., Pozzi A., Valagussa M., D'Angelo G. 2004. Razionalizzazione dell'uso delle risorse idriche nel settore del florovivaismo in contenitore. Minoprio Informa suppl. maggio 2004
- Colombo A., Tosca A., Pozzi A., Valagussa M., D'Angelo G. 2004. Razionalizzazione dell'uso delle risorse idriche nel settore del florovivaismo in contenitore. Il Floricoltore XLI(11): 34-48
- De Boodt, M.; Verdonck, O.; Cappaert, I.: Method for measuring the Waterrelease curve of organic substrates. Acta Horticulturae, 1974 , 37, pg.2054-2062

Enzo M., Gianquinto G., Lazzarin R., Pimpini F., Sambo P. 2001 Principi Tecnico-Agronomici della fertirrigazione e del fuori suolo – Veneto Agricoltura – 2001, pg.107-122.

Hienz-Dieter Molitor- Tecniche d'irrigazione a ciclo chiuso per le coltivazioni in serra e in pien'aria- Floritecnica Speciale Atti del seminario tecnico "Evoluzione dei sistemi a ciclo chiuso per piante in vaso"- 15-16 Ottobre 1993, pg 36-40;

Jérôme Lachurie – Piloter l'irrigation à partir de l'état hydrique du substrat – ASTREDHOR – 2003, pg.25-36.

Marzialetti P. & Pardossi A. La gestione dell'irrigazione e della concimazione nelle colture florovivaistiche. L'Informatore Agrario 2003, 21, pg.45-51

Per informazioni su Aquamat system™ si può consultare il sito www.aquamatsystem.it

9 - Ringraziamenti

Si ringrazia tutto il personale della Fondazione Minoprio e della MAC – Minopro Analisi e Certificazioni S.r.l. che con critiche e suggerimenti e anche aiuti fattivi ha permesso di migliorare il progetto iniziale. Un grazie particolare al Dr Paolo Marzialetti (Ce.Spe.Vi. Pistoia), al Prof. Alberto Pardossi (Università di Pisa) e alla Dr.ssa Laura Bacci (Ist. di Biometeorologia, C.N.R. Firenze) per i preziosi consigli durante la fase progettuale dell'impianto.