

Applicazione in substrato di due idrolizzati organici ad effetto biostimolante

Daniele Battaglini¹, Anna Lenzi², Domenico Prisa¹, Enzo Montoneri³, Gianluca Burchi¹ e Daniele Massa^{1*}

¹Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Unità di ricerca per il vivaismo e la gestione del verde ambientale ed ornamentale, Pescia (PT)

²Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, Università di Firenze

³Biowaste Processing, Verona

Substrate application of two organic hydrolysates with biostimulant properties

Abstract. The adoption of biostimulants may contribute to reduce the use of agrochemicals and the environmental impact of intensive cultivation systems. An increasing attention to the reuse of organic matter has led to the diffusion of new eco-sustainable strategies for biowaste management. In this experiment, the biostimulant properties of two fermented urban biowaste were tested on *Hibiscus palustris*. Plants were grown in 4-L pots containing peat and pumice (50 % V/V), under optimal nutrient and climatic conditions. The two products were added as a powder blended with the substrate at transplant (50% of the total dose) and through fertigation during the cultivation (50% of the total dose). Plant biomass characteristics were assessed at the end the cultivation by destructive analysis. The tested products showed a positive effect on most of the investigated parameters, increasing significantly biomass dry weight, plant height and volume, and SPAD index.

Key words: biodigestate, green compost, biostimulants, ornamental plants.

Introduzione

In agricoltura, l'utilizzo di composti ad azione biostimolante può contribuire a razionalizzare l'uso degli agrochimici e ridurre l'impatto sull'ambiente (Calvo *et al.*, 2014). D'altra parte, la crescente attenzione ai rischi ambientali ha favorito la diffusione di processi

più ecosostenibili di gestione dei rifiuti urbani, come il compostaggio e la biodigestione anaerobica associata alla produzione di biogas, dai quali si ricavano materiali organici di scarto dalle interessanti proprietà biostimolanti (Sortino *et al.*, 2014).

Recentemente Sortino *et al.* (2013 e 2014), hanno evidenziato un effetto biostimolante su specie orticole da parte di alcuni prodotti estratti per idrolisi alcalina da matrici organiche di scarto (compost e biodigestato). Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare l'effetto biostimolante di tali prodotti su una specie ornamentale (*Hibiscus palustris*) allevata in substrato.

Materiali e metodi

La prova, iniziata nella prima settimana di maggio 2014, è stata condotta su piante di ibiscus (*Hibiscus moscheutos* L. subsp. *palustris*), allevate in piena aria in vasi di PVC (Ø 18 cm; 4 L), su substrato composto da torba e pomice (50 % V/V) e mantenute in condizioni idriche e nutrizionali ottimali.

Durante la sperimentazione sono stati testati i seguenti prodotti, tutti forniti dall'azienda Acea Pinerolese Industriale Spa di Pinerolo (TO), specializzata nel trattamento di residui organici urbani:

- frazione solubile dell'estratto alcalino di compost verde ottenuto da residui di giardinaggio e potatura (CVS);
- frazione solubile dell'estratto alcalino di digestato derivante da digestione anaerobica della frazione umida di rifiuti urbani (FORS).

Questi prodotti sono stati aggiunti al substrato all'inizio della prova come formulato in polvere (1 g L⁻¹ di substrato) e con la fertirrigazione durante la coltivazione solubilizzati nell'acqua di irrigazione (1 gL⁻¹ di substrato in 4 diverse fertirrigazioni). Un controllo

* daniele.massa@crea.gov.it

non trattato è stato inserito come trattamento testimone (CTRL).

Le piante sono state disposte nell'area sperimentale con una densità colturale di 4,2 piante m⁻² secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati in triplicato (8 piante per replica):

Dopo 36, 50 e 79 giorni dall'inizio della prova sono stati misurati l'altezza delle piante (H), il loro volume (V), l'indice di area fogliare (LAI) e l'indice SPAD per monitorare la coltura. A fine sperimentazione è stato effettuato un rilievo distruttivo per la determinazione del peso secco di foglie (PS-FO), steli+fiori (PS-STFI) e della biomassa totale (PS-TOT); inoltre è stato determinato l'azoto organico fogliare (N) con metodo Kjeldhal e misurato l'indice SPAD attraverso uno SPAD-502 Konica-Minolta.

I dati ottenuti sono stati analizzati attraverso ANOVA e le medie confrontate tramite il test di Duncan ($P \leq 0.05$).

Risultati e discussione

L'attitudine dei prodotti testati ad incrementare la produzione di sostanza secca nelle piante (es. Sortino *et al.*, 2013) è stata confermata dai risultati ottenuti nel presente esperimento (fig. 1). Entrambi i trattamenti, CVS e FORS, hanno determinato un incremento significativo per PS-FO, PS-STFI e PS-TOT rispetto a CTRL (fig. 1). Altri autori hanno evidenziato incrementi di biomassa secca e produzione totale di frutti in specie orticole allevate in suolo e trattate con prodotti simili (Sortino *et al.*, 2013). Gli autori imputavano tali incrementi a proprietà biostimolanti princi-

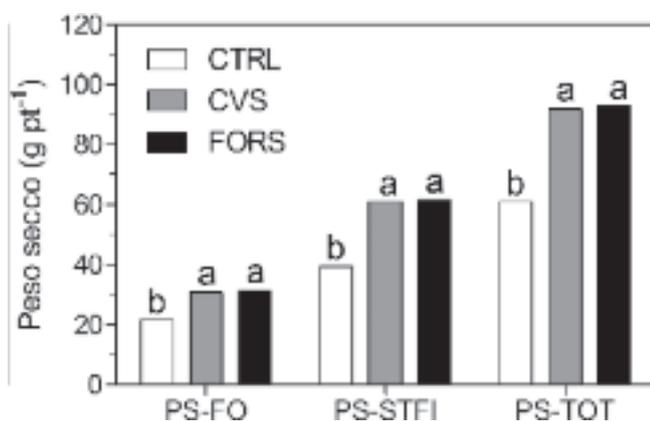


Fig. 1 - Effetto dei trattamenti sulla biomassa secca di foglie (PS-FO), steli+fiori (PS-STFI) e totale (PS-TOT). I valori rappresentano la media di tre replicati. Lettere diverse indicano valori diversi per lo stesso parametro ($P \leq 0,05$; test di Duncan).

Fig. 1 - Effect of the treatments on dry biomass of leaves (PS-FO), stems+flowers (PS-STFI), and total (PS-TOT). The values represent the mean of three replicates. Different letters in the indicate different values for the same parameter ($P \leq 0.05$; Duncan test).

palmente legate all'incremento dell'attività fotosintetica nelle piante.

L'effetto dei trattamenti su H e V, aspetti qualitativi di grande interesse ai fini della commercializzazione, è riportato in tabella 1. Entrambi i trattamenti hanno determinato un incremento dei valori medi per entrambi i parametri, ma solo FORS ha prodotto significative differenze rispetto a CTRL. Effetti simili sull'altezza delle piante erano stati osservati anche in un recente esperimento su peperone da Sortino *et al.*, (2013).

Un altro parametro di grande interesse ai fini commerciali di piante ornamentali, poiché correlato alla colorazione del fogliame, è l'indice SPAD, riportato in tabella 1. In questo caso, in seguito all'impiego di CVS e FORS è stato osservato un incremento significativo di questo parametro, mediamente pari al +25,5 % rispetto a CTRL. Vista la ben nota correlazione tra indice SPAD e contenuto in clorofilla (Muñoz-Huerta *et al.*, 2013), i dati in tabella 1 supporterebbero l'ipotesi del positivo effetto dei prodotti testati sull'attività fotosintetica della pianta (Sortino *et al.*, 2013). Al contrario, nessuna differenza significativa è stata evidenziata per il contenuto di azoto nelle foglie (tab. 1). Probabilmente le ottimali condizioni di crescita della coltura non sono state un fattore limitante per l'assorbimento del nutriente.

Conclusioni

I trattamenti CVS e FORS applicati a piante di ibiscus coltivate in vaso hanno determinato una maggior produzione di biomassa secca nonché un incremento della maggior parte dei parametri analizzati ad eccezione del contenuto di azoto nei tessuti fogliari. I risultati ottenuti sono in linea con quelli evidenziati da altri autori su specie diverse (orticole) allevate in suolo e sembrano confermare, indirettamente, l'ipotesi di un incremento dell'attività fotosintetica delle piante trattate. Approfonditi studi di ecofisiologia dovrebbero

Tab. 1 - Effetto dei trattamenti su altezza (H), volume delle piante (V), indice SPAD e percentuale di azoto nella sostanza secca delle foglie (N). I valori rappresentano la media di tre replicati. Lettere diverse nella stessa colonna indicano valori diversi per $P \leq 0,05$ (test di Duncan).

Tab. 1 - Effect of the treatments on plant height (H), plant volume (V), SPAD index and nitrogen percentage in leaf dry matter (N). Values represent the mean of three replicates. Different letters in the same column indicate different values for $P \leq 0.05$ (Duncan test).

Trattamento	H (cm pt ⁻¹)	V (cm ³ pt ⁻¹)	SPAD	N (%)
CTRL	41,5 b	44,2 b	37,4 b	2,46 a
CVS	44,2 ab	57,9 ab	49,4 a	2,73 a
FORS	46 a	61,9 a	44,5 a	2,69 a

essere condotti per valutare meglio tale aspetto. In generale, i risultati ottenuti confermano l'attitudine di questi prodotti a promuovere la produttività e la qualità delle piante coltivate suggerendone il possibile di utilizzo in agricoltura e, nello specifico, nella produzione di piante ornamentali allevate in substrato.

Riassunto

L'elevato impiego di agrochimici che caratterizza le colture intensive può essere ridotto con il ricorso a prodotti biostimolanti. Di questi fanno parte i materiali organici di scarto, opportunamente trattati, derivanti dal compostaggio o la digestione anaerobica dei rifiuti, tecniche sempre più diffuse in relazione alla crescente attenzione verso le problematiche di impatto ambientale legate alle attività antropiche. In questo lavoro è stato dimostrato l'effetto biostimolante di estratti alcalini derivati da residui organici compostati e biodigestati su piante di *Hibiscus palustris*.

Parole chiave: biodigestato, compost verde, biostimolanti piante ornamentali.

Progetto svolto nell'ambito del progetto MIPAAF "Agrienergia"

Bibliografia

- CALVO P., NELSON L., KLOEPPER J.W., 2014. *Agricultural use of plant biostimulants*. Plant and Soil, 383: 3-41.
- MUÑOZ-HUERTA R.F., GUEVARA-GONZALEZ R.G., CONTRERAS-MEDINA L.M., TORRES-PACHECO I., PRADO-OLIVAREZ J., OCAMPO-VELAZQUEZ R.V., 2013. *A review of methods for sensing the nitrogen status in plants: advantages, disadvantages and recent advances*. Sensors, 13 (8): 10823-10843.
- SORTINO O., DIPASQUALE M., MONTONERI E., TOMASSO L., AVETTA P., BIANCO PREVOT A., 2013. *90% yield increase of red pepper with unexpectedly low doses of compost soluble substances*. Agronomy for Sustainable Development 33 (2): 433-441.
- SORTINO O., MONTONERI E., PATANÈ C., ROSATO R., TABASSO S., GINEPRO M., 2014. *Benefits for agriculture and the environment from urban waste*. Science of the Total Environment, 487 (1): 443-451.

Caratterizzazione chimico-fisica di substrati a base di torba, compost e lolla di riso

Samuele Bonato*, Matteo Passoni, Carlo Nicoletto, Giorgio Ponchia, Paolo Sambo e Giampaolo Zanin
Dipartimento Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente, Università di Padova

Physical and chemical characterization of growing media based on peat, compost and rice hulls

Abstract. Main physical and chemical characteristics of seven substrates obtained with different amount of peat, rice hulls and compost derived from greenwaste were analyzed. A peat based substrate was the control while the six evaluated substrates contained 50% (V/V) of the control substrates and the other 50% represented by compost and rice hulls in various ratio (0/50, 10/40, 20/30, 30/20, 40/10, 50/0, % V/V). Results showed that substrates with compost had a higher bulk density, pH, EC and $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, K, Na, Ca, Mg, Cl, SO_4 concentrations, and also a lower total pore space, air filled porosity and P_2O_5 . Conversely, the presence of rice hulls limited these variations: the use of high percentages of rice hulls allowed to obtain values within the reference range for bulk density, total pore space and air filled porosity.

Key words: Bulk density, water holding capacity, electrical conductivity, nutrients.

Introduzione

Il vivaismo ortofloricolo è da sempre caratterizzato dall'utilizzo di una ampia gamma di substrati di coltivazione di cui la torba, grazie alle sue ottime caratteristiche fisico-chimiche, rappresenta la componente principale. D'altra parte la torba, negli anni, ha visto un progressivo aumento dei prezzi, dovuto all'incremento dei costi energetici che incidono su tutte le fasi del processo produttivo, in particolar modo i costi di trasporto dai paesi produttori (Nord Europa e Canada). Parallelamente è aumentata la richiesta di

substrati "peat-free", come conseguenza di una campagna ambientalista contro lo sfruttamento delle torbiere, in funzione del valore ecologico di questi particolari habitat e della natura "non rinnovabile" di questo materiale. Per questi motivi, gli operatori sono sempre più motivati a ricercare dei materiali alternativi a basso costo e con adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche (Riva *et al.*, 2008; Caballero *et al.*, 2009). In questo lavoro sono state valutate le caratteristiche fisico-chimiche di alcuni miscugli a base di torba, compost e lolla di riso, per verificare le potenzialità di questi due ultimi sottoprodotti ecosostenibili come parziali sostituti della torba nella formulazione dei substrati.

Materiali e metodi

I materiali impiegati per la preparazione dei miscugli sono stati: substrato professionale a base di torbe di granulometrie diverse, con argilla granulare, concimazione 0,5 g/L PGMix (14-16-18+micro), pH 5,5 (HawitaBalt-UNI 20 Tonsubstrat 2) (nel testo denominata torba), lolla di riso intera e compost da verde; con la miscelazione di questi si sono ottenuti sei miscugli contenenti il 50% di torba e il 50% (V/V) di compost e lolla in varie combinazioni (0/50, 10/40, 20/30, 30/20, 40/10, 50/0 %V/V) che sono stati confrontati con la sola torba. Sono state determinate le principali caratteristiche fisico-chimiche. Il peso volumico apparente (PVA), è stato determinato con la metodica UNI CEN 13040 (1999). La capacità di ritenzione idrica (CRI) e la porosità per l'aria (PA) sono state determinate con la metodica del porometro NCUS (Fonteno and Harden, 1995). Per il pH e la conducibilità elettrica (EC) sono state impiegate le metodiche EN 13037 ed EN 13038 (1999). Infine, le concentrazioni di N-NH_4 , N-NO_3 , P_2O_5 , K, Ca, Mg, SO_4 , Na, Cl sono state

* bonato.samuele@gmail.com

determinate utilizzando un cromatografo ionico (ICS-900, Dionex, Sunnyvale, CA, USA) dopo l'estrazione in acqua deionizzata (EN 13652). Tutte le analisi sono state replicate tre volte. I dati raccolti sono stati sottoposti all'analisi della varianza (ANOVA) e le medie separate con il test di Tukey.

Risultati e discussione

Nei riguardi del PVA, l'aumento del compost a scapito della lolla, ha determinato un aumento progressivo dei valori (115 e 280 g/L con le tesi 0/50 e 50/0 rispettivamente); con percentuali di compost del 30 e 40% si è osservato un PVA superiore a 250 g/L, valore limite di riferimento per un substrato ideale (Pozzi e Valagussa, 2009).

In termini di PA (tab. 1), si sono osservati valori massimi (34,4%) nel substrato 0/50 e con l'aumento del compost questi sono diminuiti progressivamente fino a raggiungere i valori minimi (8%) con la tesi 50/0. La CRI (tab. 1) ha evidenziato invece un costante aumento con l'aumentare del compost; valori simili a quelli del testimone si sono ottenuti con percentuali di compost pari o superiori al 20% (in media, 64,3%). Normalmente, i substrati usati per il florovivaismo devono avere un'elevata porosità con un intervallo ottimale compreso tra l'80 ed il 95%, con il 15-30% a disposizione per l'aria e la rimanente parte (50-80%) a favore della ritenzione idrica (Pozzi e Valagussa, 2009). Nel nostro caso la PA è risultata non conforme nei substrati contenenti più del 30% di compost (e meno del 20% di lolla). L'effetto della lolla (caratterizzata da elevata porosità per l'aria) sulla presenza del compost, ha permesso di raggiungere valori accettabili, compresi nell'intervallo di riferimento, nelle tesi 10/40 e 20/30. Per la CRI, tutte le tesi hanno evidenziato valori ottimali compresi tra il 50 ed il 65%; la percentuale più bassa è stata riscontrata nel substrato con 50% di lolla, mettendo in evidenza la scarsa

capacità di trattenere l'acqua di questo materiale come già evidenziato da altri autori (Sambo, 2008; Cattivello, 2009).

Con l'aumento del compost, e la parallela diminuzione della lolla, è stato notato un graduale aumento di pH: i valori più alti (+17,4% rispetto al testimone) sono stati ottenuti appunto con il 50% di compost (tab. 1). Analogamente, si è rilevato un aumento della CE (tab. 1), raggiungendo il valore massimo di 3,86 mS/cm con la percentuale più alta di compost, nettamente superiore all'intervallo di riferimento (0,20-0,50 mS/cm) (Pozzi e Valagussa, 2009). L'elevata salinità ed il pH neutro-alcino del compost hanno comportato un aumento dei valori in maniera proporzionale alla percentuale di impiego similmente a quanto osservato da altri autori (Minuto *et al.*, 2006; Rea *et al.*, 2009).

Analizzando il contenuto di ioni presenti nei substrati (tab. 2), l'aumento del compost, e la diminuzione della lolla, hanno comportato aumenti delle concentrazioni di N-NH₄, N-NO₃, K, Ca, Mg, SO₄, Na, Cl, mostrando in taluni casi valori ben superiori all'intervallo di riferimento. Diversamente, è stato notato che la presenza del compost ha avuto un effetto negativo sulla concentrazione di P₂O₅ che si è evidenziata in particolar modo nelle tesi 40/10 e 50/0 per le quali sono stati registrati i valori minimi, inferiori rispetto al testimone del 78%. Va fatto notare, comunque, che anche il substrato aziendale ha presentato, per molti parametri, valori discostanti da quelli di riferimento (superiori per N-NH₄, K, Ca, SO₄ e P₂O₅) (Pozzi e Valagussa, 2009); questo è facilmente giustificabile con il fatto che si tratta di un substrato commerciale già addizionato di nutrienti.

Conclusioni

I dati analitici raccolti hanno messo in evidenza alcuni limiti nel potenziale utilizzo del compost in

Tab. 1 - Caratteristiche fisiche chimiche dei substrati analizzati.
Tab. 1 - *Physical and chemical properties of the analyzed substrates.*

Substrato	AZ	0/50	10-40	20/30	30/20	40/10	50/0
Peso volumico apparente (g/L)	110 f	115 f	150 e	170 d	227 c	259 b	278 a
Porosità totale (%)	84,7 a	84,8 a	83,4 ab	80,5 bc	78,3 cd	76,2 de	73,3 e
Capacità per l'aria (%)	21,5 c	34,4 a	27,5 b	18,6 c	11,5 d	11,6 d	8 d
Capacità di ritenzione idrica (%)	63,2 bc	50,4 e	55,9 d	61,9 c	66,7 a	64,6 ab	65,2 ab
pH	6,13 d	6,17 d	6,63 c	6,67 c	6,73 c	6,9 b	7,2 a
Cond. Elettr. (mS/cm)	0,54 f	0,45 f	1,25 e	1,73 d	2,81 c	3,62 b	3,86 a
Sostanza organica (%)	77,4 ab	79,3 a	67,8 b	60,6 c	58,2 c	55,8 c	52,8 c

Nelle righe, valori senza alcuna lettera in comune nelle righe differiscono significativamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey)

Tab. 2 - Concentrazione (mg/L) di macro e micro nutrienti nell'estratto acquoso dei substrati analizzati.
 Tab. 2 - Concentration (mg/L) of macro and micro nutrients in the water extraction of the analyzed substrates.

Substrato	AZ	0/50	10-40	20/30	30/20	40/10	50/0	Valore Ideale
N-NO ₃	3,33 c	5,15 c	39,2 c	52,6 bc	106 ab	136 a	138 a	nov-23
N-NH ₄	23,4 a	15,1 bc	15,6 bc	8,3 d	11,1 cd	12,4 cd	19,9 ab	8-dic
P ₂ O ₅	27,9 a	19,9 ab	15,3 bc	11,1 cd	12,5 bcd	6,35 d	5,69 d	14-19
K	42,8 b	35,7 b	168 b	215 b	431 a	473 a	592 a	apr-14
Ca	36,3 c	26,2 c	61,1 c	74,4 bc	125 a	122 ab	118 ab	ott-19
Mg	6,36 b	4,33 b	13,4 b	17,0 b	32,0 a	33,6 a	34,1 a	6-ott
SO ₄	123 b	50,3 b	143 b	168 b	365 a	339 a	420a	35-45
Na	8,07 b	4,18 b	44,1 b	67,8 b	135 a	155 a	196 a	nov-16
Cl	5,71 c	7,05 c	83,8 c	120 c	265 b	314 ab	420 a	18-30

Nelle righe, valori senza alcuna lettera in comune nelle righe differiscono significativamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey)

elevate percentuali. Ciononostante, l'impiego di questo materiale in miscela con la lolla ha permesso di limitare l'effetto negativo del compost ristabilendo almeno in parte i valori ottimali nei substrati contenuti il 20-30% di lolla di riso.

Riassunto

Sono state determinate le caratteristiche fisico-chimiche di sette substrati: uno commerciale a base di torba (testimone) e sei miscugli contenenti il 50% (V/V) di torba e il 50% di compost da verde e lolla di riso in varie combinazioni (0/50, 10/40, 20/30, 30/20, 40/10, 50/0% V/V). I valori rilevati hanno evidenziato alcuni limiti nell'utilizzo del compost in elevate percentuali; tuttavia, il suo impiego in miscela con la lolla di riso ha permesso di contenere questi effetti negativi.

Parole chiave: Peso volumico apparente, capacità di ritenzione idrica, conducibilità elettrica, nutrienti.

Ricerca finanziata dalla Regione Veneto con fondo PSR 2007-2013, Misura 124 – progetto VALMOF

Bibliografia

- CABALLERO R., PAJUELO P., ORDOVÁS J., CARMONA E., DELGADO A., 2009. *Evaluation and correction of nutrient availability to Gerbera jamesonii H. Bolus in various compost-based growing media*. Scientia Horticulturae, 122: 244–250.
- CATTIVELLO C., ZACCHEO P., 2009. *I substrati di coltivazione*. Edizioni Agricole del Il Sole 24 ORE, Bologna.
- FONTENO W.C., HARDIN C.T., 1995. *Procedures for determining physical properties of horticultural substrates using the NCSU Porometer*. Horticultural Substrates Laboratory, North Carolina State University.
- MINUTO G., SALVI D., SANNA M., RAVIOLA S., GULLINO M.L., GARIBALDI A., 2006. *Valutazione della possibilità di utilizzo di compost come substrati nel settore florovivaistico*. Informatore Fitopatologico, 12: 34-43
- POZZI A. E VALAGUSSA M., 2009. *Caratterizzazione agronomica dei substrati di coltivazione: metodologie ed esperienze a confronto*. Fertilitas Agrorum, 3 (1): 50-55.
- REA E., DE LUCIA B., VENTRELLI A., PIERANDREI F., RINALDI S., SALERNO A., VECCHIETTI L., VENTRELLI V., 2009. *Substrati alternativi a base di compost per l'allevamento in contenitore di specie ornamentali mediterranee*. Fertilitas Agrorum, 3 (1):64-73.
- RIVA F., TITTARELLI F., CANALI S., 2008. *Cercasi sostituti alla torba per vivaismo biologico. Substrati culturali organici e inorganici*. L'informatore agrario, 24: 43-47.
- SAMBO P., SANNAZZARO F., EVANS M.R., (2008). *Physical properties of ground fresh rice hulls and sphagnum peat used for greenhouse root substrates*. HortTechnology, 18 (3): 384-388.

Coltivazione di piante ornamentali arbustive in substrati contenenti torba, compost e lolla di riso

Samuele Bonato*, Matteo Passoni, Carlo Nicoletto, Giorgio Ponchia, Paolo Sambo e Giampaolo Zanin
Dipartimento Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente, Università di Padova

Growing media containing peat, compost and rice hulls for cultivation of ornamental shrubs

Abstract. Environmental, technical and economic considerations force the nursery industry to search for alternative material to peat. The aim of the work was to evaluate, through the productive response of rose and abelia, the potential of two sustainable matrices for the preparation of growing media. For both species a 15 cm (1,5 L) pot was used, and for abelia only also a repotting from 15 cm to 19 cm (3,9 L) pot was tested. Seven substrates were evaluated: a peat based substrate was the control and six others substrates containing 50% (V/V) of the control substrates and the other 50% represented by compost and rice hulls in the following volume ratio: 0/50, 10/40, 20/30, 30/20, 40/10, 50/0 %. A different growth response of the two species was observed and, for abelia, also in relation to container type. Growth reduction of rose and abelia in 15 cm containers was observed in substrates containing compost and rice hulls. However, the negative effect was higher in rose plants which did not survived in the substrate containing 50% compost. Plants of abelia repotted in 19 cm containers were rarely negatively affected by the different combinations of compost and rice hulls, compared to the substrate containing 100% peat.

Key words: *Rosa* 'Sweet Haze', *Abelia* × *grandiflora* 'Prostrata Variegata', repotting.

Introduzione

La coltivazione in contenitore ha da sempre portato molti vantaggi. Tuttavia, il ridotto volume di substrato a disposizione per lo sviluppo radicale impone la somministrazione di notevoli quantità di fertilizzanti e di acqua irrigua, e si rendono talora necessari dei rinvasi per permettere un adeguato accrescimento

della pianta (Fini, 2008). Oggi il progressivo esaurimento delle torbiere sta creando un peggioramento della qualità della torba, l'aumento dei costi di trasporto e del rischio ambientale connesso all'alterazione di questi ecosistemi. Lo scopo del presente lavoro è stato quindi quello di valorizzare due materiali ecosostenibili provenienti da prodotti di scarto delle attività antropiche e agro-industriali con problemi di smaltimento (compost e lolla di riso) che, con la torba, sono stati impiegati per realizzati sette miscugli successivamente valutati come substrati per la coltivazione di rosa e abelia.

Materiali e metodi

La prova è stata condotta presso un'azienda florovivaistica in provincia di Treviso. Per il trapianto è stato utilizzato un vaso in plastica di diverse misure: 15 cm di diametro (1,5 L) per le talee radicate di rosa e abelia e diametro 19 cm (3,9 L) per le sole piante di abelia (provenienti da precedente coltivazione in vaso 15, con substrato aziendale). Sono stati impiegati 7 substrati: uno aziendale a base di torba e 6 substrati contenenti il 50% di torba e la rimanente parte costituita da lolla di riso e compost (0/50, 10/40, 20/30, 30/20, 40/10, 50/0 % V/V). Le caratteristiche chimico fisiche dei substrati sono riportate in Bonato *et al.* (2016).

Il 16 maggio 2014, sono state trapiantate 75 talee radicate di rose (*Rosa* 'Sweet Haze') e abelia (*Abelia* × *grandiflora* 'Prostrata Variegata') in vaso 15, ed altrettante piante di abelia in vaso 19. Di seguito le piante sono state collocate in aiuole di coltivazione. Specie e tipologie di coltivazione sono stati tenuti separati e disposte secondo uno schema sperimentale a blocchi randomizzati con 3 ripetizioni (di 25 vasi ciascuna). Durante il ciclo coltivazioni si sono eseguiti due rilievi per la determinazione dell'indice di crescita $[IC=(H+L_{max}+L_{ort})/3]$. A fine ciclo culturale (2 ottobre) è stata valutata la mortalità delle piante; inoltre per abelia è stato calcolato l'indice di crescita mentre, per le piante di rosa, visto il tipo di accrescimento

* bonato.samuele@gmail.com

poco ordinato della pianta, si è preferito valutare la lunghezza cumulativa dei rami. In seguito è stato eseguito il rilievo distruttivo su 5 piante per tesi e blocco. I dati raccolti sono stati sottoposti ad analisi della varianza e le differenze saggiate con il test di Tukey.

Risultati e discussione

Rosa vaso 15 cm

Gli IC rilevati a 70 e 97 giorni dal trapianto, e la lunghezza cumulata dei rami alla fine della prova, hanno sempre fatto registrare valori inferiori, rispetto al testimone, con i substrati contenenti lolla e compost (tab. 1). Con il substrato 50/0 al primo rilievo, e già con il 40/10, negli altri due, si sono osservati gli accrescimenti minori. All'ultimo rilievo si è riscontrata una mortalità del 22, 65 e 100% rispettivamente nelle tesi 30/20, 40/10 e 50/0 (tab. 1). La presenza del compost ha influito negativamente anche sul peso secco della chioma, evidenziando i valori più bassi con la tesi 40/0 (6,61 g); più contenuta l'influenza negativa nei substrati contenenti le dosi minori di compost e maggiori di lolla (tesi 0/50 e 10/40). La rosa, su vaso 15 cm, appare quindi poco tollerante all'uso del compost; i parametri di crescita rilevati hanno evidenziato valori via via inferiori con l'aumentare della percentuale di compost all'interno del substrato similmente a quanto riscontrate da Papafiotiou *et al.* (2004) su poinsettia, impiegando il 25 e il 50% di compost da scarti di frantoio. La presenza della lolla di riso in percentuali mag-

giori rispetto al compost ha contenuto l'effetto negativo di quest'ultimo, con particolare riferimento al rapporto chioma/radice, per il quale si sono verificati valori simili al testimone nelle piante coltivate con il 40 e 50% di lolla.

Abelia vaso 15 cm

Per quanto riguarda gli IC, l'accrescimento maggiore è stato ottenuto con il testimone che solo nell'ultimo rilievo è risultato non dissimile da quanto rilevato nella tesi 0/50 (tab. 2). Nel rilievo finale si è visto che la mortalità delle piante allevate con i maggiori contenuti di compost (40 e 50%) è stata rispettivamente dell'8 e 17% (tab. 3). La presenza di lolla e compost ha comportato una netta riduzione del peso secco della chioma rispetto al testimone (in media del 47%) come osservato da Grigatti *et al.* (2007) in piante di *Philodendron* allevate con il 50% di compost. Rispetto a rosa, abelia si è dimostrata più rustica: l'influenza negativa del compost è stata meno evidente con riduzione della mortalità. Su abelia, il peso secco della chioma non ha risentito della presenza delle diverse percentuali di compost e lolla, che si sono dimostrati però inferiori al testimone. Anche il rapporto C/R è stato influenzato dalla specie: le piante di abelia coltivate con il 50% di compost hanno evidenziato un rapporto simile al testimone e maggiore a tutte le altre tesi; l'aumento del rapporto C/R causato dal compost già con il 25% è stato riscontrato anche in una prova su *Philodendron* (Grigatti *et al.*, 2007).

Tab. 1 - Parametri di crescita rilevati su *Rosa* 'Sweet Haze' coltivata in vaso 15.

Tab. 1 - Growth parameters collected on *Rosa* 'Sweet Haze' grown in 15 pots.

Substrato	AZ	0/50	10/40	20/30	30/20	40/10	50/0
IC al 25/07/2014	28,1 a	23,5 b	24 b	25,5 b	21,0 c	17,7 d	17,8 cd
IC al 21/08/2014	35,8 a	28,5 b	27,7 b	28,4 b	24,0 c	22,5 c	-
Lunghezza cumulata rami (cm)	155 a	89,5 b	77,9 bc	66,9 bcd	58,6 cd	50,6 d	-
Mortalità (%)	0 a	0 a	0 a	0 a	22 b	65 c	100 d
Peso secco chioma (g)	15,2 a	11,1 b	10,7 b	7,22 c	7,54 c	6,61 c	-
Sostanza secca chioma (%)	40,9 b	47,8 a	47,5 a	47,9 a	47,4 a	46,5 a	-
Chioma/Radice	2,47 ab	2,59 bc	2,14 bc	1,86 c	1,87 c	1,86 c	-

Nelle righe, valori senza alcuna lettera in comune nelle righe differiscono significativamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

Tab. 2 - Parametri di crescita rilevati su *Abelia* \times *grandiflora* 'Prostrata Variegata' coltivata in vaso 15.

Tab. 2 - Growth parameters collected on *Abelia* \times *grandiflora* 'Prostrata Variegata' grown in 15 cm pots.

Substrato	AZ	0/50	10/40	20/30	30/20	40/10	50/0
IC al 25/07/2014	28,1 a	23,5 b	24 b	25,5 b	21,0 c	17,7 d	17,8 cd
IC al 21/08/2014	35,8 a	28,5 b	27,7 b	28,4 b	24,0 c	22,5 c	-
Lunghezza cumulata rami (cm)	155 a	89,5 b	77,9 bc	66,9 bcd	58,6 cd	50,6 d	-
Mortalità (%)	0 a	0 a	0 a	0 a	22 b	65 c	100 d
Peso secco chioma (g)	15,2 a	11,1 b	10,7 b	7,22 c	7,54 c	6,61 c	-
Sostanza secca chioma (%)	40,9 b	47,8 a	47,5 a	47,9 a	47,4 a	46,5 a	-
Chioma/Radice	2,47 ab	2,59 bc	2,14 bc	1,86 c	1,87 c	1,86 c	-

Nelle righe, valori senza alcuna lettera in comune nelle righe differiscono significativamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

Tab. 3 - Parametri di crescita rilevati su *Abelia* × *grandiflora* 'Prostrata Variegata' coltivata in vaso 19.
 Tab. 3 - Growth parameters collected on *Abelia* × *grandiflora* 'Prostrata Variegata' grown in 19 cm pots.

Substrato	AZ	0/50	10/40	20/30	30/20	40/10	50/0
IC al 25/07/2014	40,4 a	38,1 ab	37,5 abc	37,2 abc	36,7 bc	36,1 bc	34,9 c
IC al 21/08/2014	40,3 a	38,4 abc	38,7 ab	37,6 abc	37,1 bc	35,5 c	36,1 bc
IC al 02/10/2014	42,6	38,6	40,3	40,0	39,3	39,0	39,1 n.s.
Mortalità (%)	0	0	0	0	0	5	5 n.s.
Peso secco chioma (g)	79,0 a	61,2 b	62,1 b	67,4 b	59,9 b	56,7 b	53,7 b
Sostanza secca chioma (%)	35,6 b	41,7 a	36,9 b	35,9 b	33,7 c	33,4 c	33,0 c
Chioma/Radice	17,8 a	16,5 ab	14,4 bc	14,2 bc	13,7 bc	11,5 c	14,4 bc

Nelle righe, valori senza alcuna lettera in comune nelle righe differiscono significativamente per $P \leq 0,05$ (Test di Tukey).

Abelia vaso 19 cm

Gli IC hanno evidenziato, nei primi rilievi, un accrescimento volumetrico simile nelle piante allevate nei substrati contenenti sino al 20% di compost (tab. 3). A fine prova, l'IC è risultato simile in tutte le tesi e la mortalità trascurabile. Analogamente, Larcher e Scariot (2009) in *Camela japonica* hanno evidenziato riduzione dell'IC con un 30% di compost da verde miscelato a torba; al contrario Rea *et al.*, (2009) in *Rosmarinus officinalis* hanno ottenuto risultati simili al testimone con percentuali inferiori al 50%. Infine, per quanto riguarda il peso secco della chioma, è stato rilevato un accrescimento simile nelle tesi contenenti lolla e/o compost (60,1 g), inferiore del 24,1 % rispetto a quello della tesi testimone. Solamente il rapporto C/R e la percentuale di sostanza secca della parte epigea sono stati influenzati dalla presenza del compost, per le quali ha provocato una lieve riduzione dei valori. Da notare come le piante allevate con il 50% di lolla abbiano prodotto le percentuali più alte di sostanza secca, e valori simili al testimone per il rapporto C/R. In linea generale le piante di abelia in vaso 19 hanno risposto meglio rispetto alle plantule coltivate in vaso 15. Sicuramente l'età della pianta ha svolto un ruolo importante nel determinare la risposta della stessa. Oltretutto l'incidenza dei substrati allo studio, nel totale del volume del vaso, nel rinvaso è stata di solo il 61,5%. In pratica in questa tipologia di produzione le piante si sono giovate di un effetto di diluizione.

Conclusioni

La sostituzione del 50% della torba con compost e lolla è risultata eccessiva per la coltivazione in vaso 15 di talee radicate; infatti, per entrambe le specie non sono stati raggiunti risultati accettabili. Diversamente, i risultati soddisfacenti ottenuti su abelia in vaso 19 suggeriscono il valido impiego di questi materiali per i rinvasi, sia per la maggiore tolleranza della pianta legata al suo grado di maturità che, probabilmente, per l'effetto di diluizione del substrato.

Riassunto

Per una maggiore sostenibilità ambientale, le produzioni florovivaistiche dovranno ridurre l'utilizzo di risorse naturali difficilmente rinnovabili come la torba. L'obiettivo del lavoro è stato quello di valutare, attraverso la risposta produttiva di abelia e rosa, le potenzialità di due matrici ecosostenibili quali la lolla di riso e il compost, come parziali sostituti della torba per la preparazione di substrati di coltivazione. La sostituzione del 50% di torba nel substrato con miscele di compost e lolla è risultata limitante per la coltivazione di piante in vaso di 15 cm, mentre è parsa più appropriata per rinvasi in contenitori di 19 cm, adottando percentuali di compost non superiori al 20-30%.

Parole chiave: *Rosa* 'Sweet Haze', *Abelia* × *grandiflora* 'Prostrata Variegata', coltivazione, ricoltivazione

Ricerca finanziata dalla Regione Veneto con fondo PSR 2007-2013, Misura 124 – progetto VALMOF

Bibliografia

- FINI A., 2008. *Selezione in vivaio: il metodo di produzione*. Acer 3:103-104
- GRIGATTI M., GIORGIONI M.E., CAVANI L., CIAVATTA C., 2007. *Vector analysis in the study of the nutritional status of Philodendron cultivated in compost-based media*. Sci. Hort., 112 (4): 448-455.
- LARCHET F. E SCARIOT V., 2009. *Assessment of Partial Peat Substitutes for the Production of Camellia japonica*. HortScience, 44 (2): 312-316.
- PAPAFOTIOU M., PHSYHALOU M., KARGAS G., CHATZIPAVLIDIS I., CHRONOPOULOS J., 2004. *Olive-mill wastes compost as growing medium component for the production of poinsettia*. Sci. Hort., 102: 167-175.
- REA E., DE LUCIA B., VENTRELLI A., PIERANDREI F., RINALDI S., SALERNO A., VECCHIETTI L., VENTRELLI V., 2009. *Substrati alternativi a base di compost per l'allevamento in contenitore di specie ornamentali mediterranee*. Fertilitas Agrorum, 3(1): 64-73.

Valutazione delle capacità predittive di due metodi di misura del volume commerciale dei substrati

Costantino Cattivello^{1*}, Daria Orfeo², Laura Crippa³ e Patrizia Zaccheo³

¹ ERSA FVG - Laboratorio substrati, Pozzuolo del Friuli (UD)

² AIPSA - Associazione italiana produttori substrati di coltivazione e ammendanti, Castel San Giovanni (PC)

³ DISAA - Università di Milano

Comparison between predictive capacities of two methods for volume measurements of growing substrates

Abstract. Over the years several methods for determining the volume of growing substrates have been proposed and used. Nowadays the EN 12580 method is the most common for commercial volume determination, and it is often used to predict the amount of pots filled with a certain quantity of substrate. Recently, a modification of this method has been proposed in order to improve the predictive capabilities in terms of pots filling. A comparison between EN 12580 and the modification proposed by RHP has been carried out on three commercial peat based substrates, using pots with an upper diameter of 14 cm and the same equipments. On the basis of the obtained results, EN 12580 predicted data show a maximum variation of $\pm 5-6\%$ between pots as expected and actually obtained, whereas the modified method always underestimates values (from minus 8% to minus 16% of the number of pots).

Key words: Peat based substrates, filling pots, compression, EN 12580, RHP.

Introduzione

La determinazione del volume commerciale dei substrati rappresenta una misura particolarmente delicata. Nel corso del tempo sono stati proposti ed utilizzati diversi metodi quali il DIN 11540 e, negli ultimi anni, l'EN 12580. Quest'ultimo è divenuto il metodo di riferimento all'interno della Unione Europea, essendo caratterizzato da facile e rapida esecuzione e

buona ripetibilità delle misure. Lo stesso metodo viene utilizzato per prevedere la possibile resa in contenitori all'invaso, conoscendo il volume dei vasi utilizzati. In alcuni casi, tuttavia, si lamenta una insufficiente capacità predittiva del metodo EN 12580 e pertanto la società olandese RHP (*Regeling Handels Potgronden*) ha proposto una variante che, utilizzando lo stesso apparato (cilindro da 20 L, collare e setaccio a maglie quadrate di diversa dimensione in base alle caratteristiche granulometriche del substrato), prevede l'applicazione al terriccio di una pressione, a mezzo piastra metallica, pari a 12,5 g/cm² per simulare il compattamento a cui andrebbe incontro il terriccio nel corso delle operazioni di invasore.

Con questo lavoro si è inteso porre a confronto i due metodi in una realtà aziendale italiana, al fine di verificare, su un tipo di contenitore diffuso in floricoltura, quale delle due modalità di misura sia in grado di assicurare le migliori capacità predittive.

Materiali e metodi

La prova è stata portata a termine presso un'azienda floricola sita in provincia di Udine, specializzata nella produzione di varie specie ornamentali in vaso. In diversi momenti sono stati allestiti tre esperimenti su altrettanti substrati a base torbosa commercializzati in sacconi (*big bags*) da 5 m³ e caratterizzati da una diversa composizione granulometrica (tab. 1). Il substrato n° 1 era costituito da un miscela fra torba poco decomposta e perlite (90:10 V/V); il terriccio n° 2 solamente da torba poco decomposta, infine il substrato n° 3 era formulato con torba di media decomposizione e l'aggiunta di 50 kg/m³ di argilla granulare. Il cantiere di lavoro era costituito da un caricatore Da Ros CT2, una invasatrice Calzavara C3-2 e da 4 operatori. La prova è stata condotta su vasi con diametro superiore di 14 cm e volume pari a 1,22 litri. I substrati

* costantino.cattivello@ersa.fvg.it

Tab. 1 - Composizione granulometrica dei substrati in esame.
Tab. 1 - Particle size distributions of the examined substrates.

Substrato	Classi granulometriche (%)					
	>16 mm	8-16 mm	4-8 mm	2-4 mm	1-2 mm	< 1 mm
1	25,18	20,82	18,65	11,36	7,2	16,79
2	4,87	7,6	16,65	16,16	14,91	39,81
3	6,24	15,13	20,83	20,32	20,79	16,69

n°1 e n°2 sono stati invasati in contenitori di plastica per specie ornamentali da balcone mentre con il substrato n°3 sono stati riempiti vasi di terracotta comunemente utilizzati per la coltivazione del ciclamino. In ciascuno dei 3 test sono stati presi in esame 5 'big bags'. Su ciascun saccone sono state effettuate 8 determinazioni volumetriche per ottenere per ciascun metodo, prima e poco dopo il ricondizionamento che prevedeva prima dell'invaso un leggero umettamento del substrato con 15 L/m³ di acqua. Complessivamente sono state effettuate 120 misure per ciascun metodo e sono stati interessati dall'esperimento poco più di 63.000 vasi. I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza e le medie sono state poste a confronto utilizzando la DMS per $P \leq 0,05$, impiegando il pacchetto statistico CoStat 6.400.

Risultati e discussione

La variante proposta da RHP ha sempre portato ad una sottostima statisticamente significativa della resa in vasi rispetto ad EN 12580.

Nel substrato inumidito la discrepanza fra dato calcolato e valore osservato è oscillata fra l'8% ed il 16%. Nelle medesime condizioni l'EN 12580 ha sovrastimato (un caso) o sottostimato (due casi) la resa in vasi di una percentuale pari al 5-6% (tab. 2). Le misurazioni effettuate sul substrato tal quale, direttamente sul saccone prima del ricondizionamento, hanno confermato gli stessi comportamenti osservati sul mezzo inumidito anche se con oscillazioni leggermente più contenute. La costante sottostima della variante di misura volumetrica RHP, potrebbe essere causata dalla modalità di riempimento dei vasi che avviene per caduta e senza compressione.

Tab. 2 - Scostamento fra resa all'invaso calcolata ed osservata.
Tab. 2 - Differences between estimated and measured filled pots.

Metodo utilizzato	Substrato tal quale			Substrato umettato		
	1	2	3	1	2	3
	%					
EN 12580	4,32	-1,49	-6,44	4,61	-1,2	-5,3
Variante RHP	-5,63	-15,32	-14,67	-8,04	-16,27	-15,38
Media	-0,65	-8,41	-10,55	-1,71	-8,74	-10,34
Dms $P \leq 0,05$	2,53	1,53	0,71	1,35	3,12	0,72
Significatività	***	***	***	***	***	***

La prova ha inoltre messo in luce come, nella variante proposta da RHP, la diminuzione percentuale di volume rispetto ad EN 12580 a seguito dell'applicazione della pressione di 12,5 g/m² sia correlata al grado di umidità del substrato (tab. 3). La perdita di volume è infatti passata dall'11% del substrato tal quale al 13%, una volta che questo veniva umettato. Ciò potrebbe essere dovuto all'effetto lubrificante dell'acqua che, facilitando lo scorrimento della massa lungo le pareti interne del cilindro, ne ha indotto la compressione della stessa e la conseguente perdita di volume. Appare infine interessante notare come la maggiore riduzione di volume e la più alta discrepanza fra resa attesa ed effettivamente osservata si abbia nel substrato dove è presente una frazione fine (< 1 mm) pari a quasi il 40% V/V. Questa componente, avendo una scarsa elasticità, risente maggiormente della compressione subita e, al venir meno della stessa, non recupera parte del volume iniziale come invece si osserva in presenza di componenti fibrose e/o grossolane.

Conclusioni

Nelle condizioni in cui si è operato e nei substrati presi in esame, la variante RHP sembra fornire risultati predittivi inferiori rispetto alla metodica comunemente adottata per la misura del volume commerciale dei substrati (EN 12580) sottostimando sempre la resa effettiva in vasi in percentuali variabili fra l'8 ed il 16%. Nei tre substrati commerciali presi in esame il metodo EN 12580 ha presentato scostamenti fra dato atteso ed osservato contenuti e non superiori a $\pm 5-6\%$.

Riassunto

L'EN 12580 è il metodo di misura del volume commerciale più diffuso e viene utilizzato anche per stimare la resa finale in vasi; tuttavia a volte si lamenta una sua insufficiente capacità predittiva in termini di resa all'invaso dei substrati. Per superare tale problema la società olandese RHP ha proposto una variante.

Tab. 3 - Effetto dell'umidità sulla perdita di volume utilizzando la variante al metodo EN 12580.

Tab. 3 - Role of humidity in the loss of volume using the modified method in comparisons with EN 12580.

Caratteristiche	Substrati (%)		
	Substrato 1	Substrato 2	Substrato 3
Tal quale	-9,48	-14,03	-8,67
Umido	-12,09	-16,02	-10,58
media	-10,79	-15,03	-9,63
DMS $P \leq 0,05$	1,7	0,73	0,73
Significatività	*	**	**

Con questo lavoro si sono posti a confronto il metodo EN 12580 con la suddetta variante su tre substrati commerciali, utilizzando lo stesso cantiere di lavoro. I risultati emersi dalle sperimentazioni indicano una costante sottostima in vasi effettivamente ottenuti impiegando la variante proposta dall'RHP, pari o superiore all'8%.

Parole chiave: substrati torbosi, riempimento vasi, compressione, EN 12580, RHP.

Bibliografia

RHP - www.rhp.nl

UNI EN 12580: 2013 - *Ammendanti e substrati di coltivazione - Determinazione della quantità.*

Utilizzo del separato solido di digestato di *Arundo donax* L. nella costituzione di substrati a base di torba: risultati preliminari

Laura Crippa, Patrizia Zaccheo* e Barbara Scaglia

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali DiSAA, Università di Milano

Use of the solid fraction of *Arundo donax* L. digestate as a component of peat based growing media: preliminary results

Abstract. Giant reed (*Arundo donax* L.) is a perennial rhizomatous grass which is proposed as a promising energy crop for biofuels production. The solid fraction obtained from arundo digestate filtration, mainly composed of organic matter, can be employed in soilless potting mix as partial peat substitute for its stability due to fibrous structures rich in lignin. In this preliminary study a sample of solid residue of arundo digestate (A_{SSD}) from a laboratory micro-reactor, was analysed for electrical conductivity, pH, organic matter, total nitrogen, water soluble nutrients as determined following EN methods for soil improvers and growing media. The alkaline pH observed suggested to mix A_{SSD} with an acid white peat (pH 4.3) in order to obtain a substrate with pH value suitable for plant growth (5.5–6.0). Two substrates were prepared, adding to peat, 25% and 50% of A_{SSD} on volume basis: the values of peat pH increased to 4.6 and 5.4 respectively. The addition of $CaCO_3$ in two further mixtures, with same arundo/peat ratios, allowed to reach the desired pH (5.8) reducing of one half and 1/6 the amounts of lime. The positive responses of bioassays with cress on mixtures confirmed the agronomic complementarity of the two materials.

Key words: Giant reed, biofuel, digestion, germination bioassay.

Introduzione

La rusticità e la resistenza, che consentono rese elevate anche in condizioni pedoclimatiche sfavorevoli, ed il buon potenziale metanigeno fanno della canna

comune (*Arundo donax* L.) una coltura molto promettente per la produzione di energia rinnovabile e per l'ottenimento di prodotti nell'ambito della chimica verde in alternativa al mais, soprattutto in aree marginali. Arundo è una pianta poliploide sterile con bassissima variabilità genetica ma con una certa mutevolezza fenotipica che risulta interessante per finalità applicative. Presso il DiSAA è in corso una ricerca multidisciplinare finalizzata:

- all'ampliamento di una collezione di cloni di *Arundo donax* campionati su tutto il territorio Italiano;
- alla valutazione quantitativa della sostenibilità agronomica, energetica ed economica dell'utilizzo di *A. donax* per la produzione di biogas in aree marginali;
- alla valutazione delle potenzialità produttive in biogas dei cloni di arundo selezionati.

Nella produzione di biogas, al termine della fermentazione, residua un digestato costituito dalla componente organica più recalcitrante e da una soluzione acquosa ricca di sali: per filtrazione è possibile separare la fase solida che ha una consistenza fibrosa simile a quella della torba. In questo contesto si colloca lo studio, volto alla identificazione dei punti di forza e degli eventuali aspetti critici legati all'introduzione del separato solido di digestato di *Arundo donax* come componente dei substrati di coltivazione nonché a valutare le interazioni tra digestato e matrici organiche convenzionali quali la torba di sfagno. Saranno provati diversi dosaggi, sottoposti ad analisi chimica e test biologici brevi per verificare l'attitudine agronomica, prima di procedere a prove di coltivazione in serra.

Materiali e metodi

Il digestato deriva dalla produzione sperimentale di biogas, svoltasi in un microreattore da 2 L, nel quale erano stati miscelati insilato di *A. donax* trincia-

* patrizia.zaccheo@unimi.it

to a 1 cm e liquame suino per raggiungere il 77% di umidità. La frazione solida (A_{SSD}), separata per pressatura e filtrazione dalla fase liquida minerale, è stata essiccata a 30 °C in stufa ventilata e sottoposta a una serie di analisi, adottando i metodi europei sviluppati per la caratterizzazione di ammendanti e substrati di coltivazione. Nella fattispecie sono stati determinati: ripartizione granulometrica (EN 15428, 2008), densità apparente compattata e sostanza organica (EN 13039, 2011), pH (EN 13037, 2012), conducibilità elettrica (EN 13038, 2012), azoto totale (EN 13654-1, 2001), elementi nutritivi solubili in acqua (EN 13652, 2001) ovvero azoto nitrico e ammoniacale, calcio, magnesio e potassio ed infine l'indice di stabilità biologica OUR (EN 16087-1, 2012). Per valutare la capacità di correggere l'acidità della torba da parte di A_{SSD} , sono stati preparati quattro substrati, miscelando ad una torba bionda di sfagno (T) il 25% ed il 50% in volume di A_{SSD} in assenza (A_{25} , A_{50}) e con aggiunta (A_{25+} , A_{50+}) di carbonato di calcio. Parallelamente è stato allestito un substrato controllo, costituito dalla stessa torba usata per le miscele con A_{SSD} neutralizzata con carbonato di calcio a pH 5,8 (T+). La torba bionda impiegata aveva granulometria 0-10 mm, un grado di decomposizione H2-H3 secondo la scala Von Post ed un valore di pH di 4,32. I quattro substrati ed il controllo sono stati sottoposti ad un test di germinazione con crescita (*Lepidium sativum* L.) seguendo il metodo EN 16086-2 (2012), i cui *end-points* sono rappresentati dal numero di semi germinati e dalla lunghezza delle radichette; i risultati del test sono stati poi espressi come percentuale di semi germinati in ciascun trattamento e come Indice di Allungamento radice (%), ottenuto rapportando il risultato ottenuto nel campione rispetto a quello ottenuto nel controllo.

Risultati e discussione

Il digestato di arundo è costituito essenzialmente da composti carboniosi poveri in azoto (C/N=77), che come atteso risultano moderatamente reattivi dal punto di vista microbiologico: i valori del tasso di respirazione (OUR= *oxygen uptake rate*) sono simili a quelli riportati per compost verdi maturi (Veecken et al., 2003), ovvero materiali che non presentano problemi di stabilità, ma sono dotati di intrinseca carica microbica che può avere positiva azione repressiva nei confronti dei patogeni che possono svilupparsi nel corso della coltivazione. I risultati presentati in tabella 1 segnalano una reazione fortemente alcalina, una conducibilità elettrica al limite del valore ammesso per i substrati di coltivazione base (max 0,7 dS m⁻¹) ed un elevato tenore di potassio disponibile, tale da poter

Tab. 1 - Caratteristiche chimiche del digestato di arundo studiato (ogni valore è la media di tre repliche ± d.s.).

Tab.1 - Main characteristics of the studied arundo solid fraction (each value is the mean of three replications).

Parametro	Unità di misura	Valore
pH		9,54± 0,12
EC	dS m ⁻¹ 25°C	0,62± 0,03
Sostanza organica	mg g ⁻¹ s.s.	938± 1,72
Ceneri	mg g ⁻¹ s.s.	62± 1,72
N tot	mg g ⁻¹ s.s.	6,04± 0,21
K sol	mg L ⁻¹ estratto 1:5	107± 9,44
Ca sol	mg L ⁻¹ estratto 1:5	3,63± 0,14
Mg sol	mg L ⁻¹ estratto 1:5	1,57± 0,18
N-NH ₄ sol	mg L ⁻¹ estratto 1:5	6,27± 0,38
N-NO ₃ sol	mg L ⁻¹ estratto 1:5	1,17± 0,21
OUR	mmol O ₂ kgSO ⁻¹ ora	6,69± 1,99

rappresentare un contributo alla fertilizzazione di base dei substrati.

Le caratteristiche della frazione solida di arundo emerse dalle analisi ne sconsigliano l'utilizzo in purezza, mentre aprono positive prospettive alla combinazione con matrici acide e povere di elementi nutritivi e di microflora, come il caso della torba acida di sfagno.

I dati di tabella 2, dove sono riportate le variazioni di pH della torba addizionata con A_{SSD} , mostrano che il materiale possiede una buona azione correttiva, che nel caso del dosaggio superiore è in grado di muovere il valore del pH della torba di una unità. In ogni caso per portare la reazione al valore stabilito di 5,8, ritenuto ottimale per la crescita delle piante in substrato, l'aggiunta di carbonato di calcio alla torba risulta notevolmente diminuita dalla miscelazione dei materiali: dimezzata in A_{25+} e ridotta ad un sesto in A_{50+} .

Gli esiti del biosaggio illustrati in tabella 3 e in figura 1, segnalano la totale assenza di effetti negativi sulla germinazione e la crescita delle radichette di crescita delle dosi testate di A_{SSD} , quando il pH del substrato si colloca nell'ambito dei valori ottimali; si è infatti osservata, nei due substrati in cui non era stato

Tab. 2 - Quantità di correttivo (CaCO₃ g/L) apportato alla Torba ed alle miscele a base di A_{SSD} e Torba e valori di pH rilevati.

Tab.2 - Amounts of CaCO₃ (g/L) added to peat and to mixtures of A_{SSD} + peat and values of pH.

Substrato	CaCO ₃ g L ⁻¹	pH
A_{25}	0	4,65
A_{50}	0	5,4
A_{25+}	1,47	5,77
A_{50+}	0,5	5,87
T+	2,9	5,75

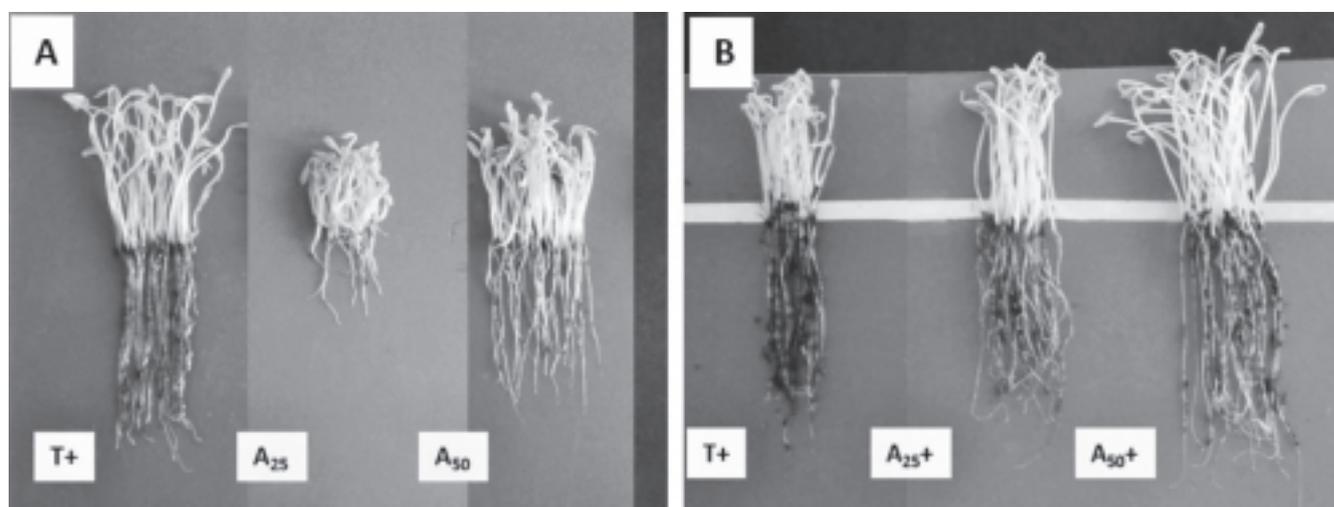


Fig. 1 - Risultati del Test di Germinazione effettuati sulle miscele A_{SSD} e Torba senza aggiunta (A) e con aggiunta (B) di correttivo
 Fig. 1 - Results of Germination Test performed on mixtures of A_{SSD} and Peat without (A) and with (B) lime addition

Tab. 3 - Risultati del test di germinazione effettuato su torba calcinata (T+ = controllo) e sulle miscele A_{SSD} + torba senza aggiunta e con aggiunta di correttivo.

Tab. 3 - Results of Germination Test performed on limed Peat (T+ = control) and on mixtures of A_{SSD} and peat without and with lime addition.

Substrato	Germinazione (%)	Indice allungamento radice (%)
A_{25}	98	18
A_{50}	98	63
A_{25}^+	100	96
A_{50}^+	98	130
T+	98	100

aggiunto il correttivo, una riduzione della crescita delle radici inversamente proporzionale alla dose di digestato di arundo miscelata e direttamente legata all'acidità del mezzo.

Conclusioni

Questi risultati preliminari incoraggiano l'utilizzo del digestato di arundo nella composizione dei substrati di coltivazione e confermano la complementarietà e la positiva sinergia della miscelazione con le torbe acide. La prosecuzione del lavoro prevede l'esecuzione di prove di coltivazione di lunga durata con specie floricole e/o orticole, nelle quali evidenziare le potenzialità fertilizzanti del sottoprodotto.

Riassunto

La canna comune (*Arundo donax* L.) è una graminacea rizomatosa perenne interessante come nuova

coltura per la chimica verde e la produzione di biocombustibili. Presso il DiSAA è in corso uno studio multidisciplinare che riguarda l'impiego della frazione solida del digestato di arundo nei substrati di coltivazione. In questa prova le specifiche attitudini agronomiche e gli eventuali aspetti critici dell'impiego del separato solido di arundo in miscela con torba acida di sfagno, sono stati valutati attraverso la verifica analitica e gli esiti di un biosaggio di germinazione: i risultati evidenziano la complementarietà e la positiva sinergia dei due materiali.

Parole chiave: Canna comune, biocombustibili, digestione, biosaggio di germinazione.

Bibliografia

- EN 13037, 2012. *Soil improvers and growing media — Determination of pH*
- EN 13038, 2012. *Soil improvers and growing media - Determination of electrical conductivity*
- EN 13039, 2011. *Soil improvers and growing media - Determination of organic matter content and ash*
- EN 13654-1, 2001. *Soil improvers and growing media. Determination of nitrogen. Modified Kjeldahl method*
- EN 13652, 2001. *Soil improvers and growing media. Extraction of water soluble nutrients and elements*
- EN 16086-2, 2012. *Soil improvers and growing media. Determination of plant response. Part 2: Petri dish test using cress*
- EN 16087-1, 2012. *Soil improvers and growing media Determination of the aerobic biological activity. Part 1: Oxygen uptake rate (OUR)*
- VEEKEN A.H.M., DE WILDE V., HAMELERS H.V.M., MOOLENAAR S.W., POSTMA R., 2003. *OxiTop® measuring system for standardised determination of the respiration rate and N-mineralisation rate of organic matter in waste material, compost and soil*, Wageningen University and Nutrient Management Instituut NMI B.V., Wageningen.

Zeoliti naturali ed arricchite in ammonio come ammendanti per ridurre la fertirrigazione aumentando le rese: applicazioni ai substrati di coltivazione

Barbara Faccini^{*}, Dario Di Giuseppe¹, Giacomo Ferretti¹, Massimo Coltorti¹, Daniele Malferrari², Elio Passaglia²

¹ *Dipartimento di Fisica e Scienze della Terra, Università di Ferrara*

² *Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia*

Natural and NH₄-enriched zeolites as soil conditioner for fertilization and irrigation reduction: applications to cultivation substrates

Abstract. Intensive agriculture often affects soil and water quality, thus research is devoted to find viable options to diminish nutrient loss, recover soil quality and increase crop yield in agricultural systems. In recent times, natural zeolites have been used to reduce nutrient leaching and increase irrigation efficiency. In this study, an experimental field site of about 6 ha was divided into 6 parcels: three controls, cultivated and irrigated according to the standard practice; two parcels amended with different doses of coarse-grained natural zeolite (50 and 150 t/ha), one parcel was amended with fine-grained NH₄⁺-charged zeolite (70 t/ha) and one with coarse-grained NH₄⁺-charged zeolite (100 t/ha). The raw material was a chabazite-rich zeolite sourced in Central Italy. Fertilization reductions of 30 % and 50 % were applied to parcels amended with natural and with NH₄⁺-charged zeolite, respectively, obtaining yield increments ranging from 0,12 to 21,7 % and a nitrate reduction up to 70 % in the circulating water. In addition the paper reports a lysimeter experiment on chicory grown on a substrate (2/3 sand, 1/3 peat V/V) amended with 7 kg/m² of fine-grained NH₄⁺-charged zeolite. The treatment caused a significant increase (20 %) in leaf fresh weight and a better rooting, showing the potential of this material as an innovative mineral matrix for substrate productions.

Key words: Natural zeolite, Chabazite, nitrate, mineral matrix.

Introduzione

L'agricoltura intensiva ha un forte impatto sulla qualità del suolo e delle acque, e a tutt'oggi si discute molto sulla sostenibilità a lungo termine delle pratiche

agricole ad essa associate, anche in relazione ai cambiamenti climatici in atto (Olesen *et al.*, 2011). La ricerca scientifica si sta focalizzando su innovative strategie di *management* per migliorare la fertilità dei suoli, ottimizzare l'uso della risorsa idrica e minimizzare la dispersione di nutrienti nelle acque superficiali e di falda (Buckley e Carney, 2013). Una parte consistente dell'azoto immesso in campo, infatti, non viene assorbita dalla coltura e viene convertita in nitrato, composto molto solubile e lisciviato velocemente nel sistema idrico ove provoca diversi processi degenerativi e fenomeni di eutrofizzazione. Le strategie sperimentate includono l'utilizzo di ammendanti organici per aumentare la capacità di ritenzione idrica del suolo, l'aerazione della zona radicale e la ritenzione di nutrienti; tuttavia, la decomposizione della sostanza organica provoca una compattazione del suolo. Al contrario, gli ammendanti inorganici mantengono inalterate le loro proprietà fisiche per periodi lunghi e sono dunque più adatti allo scopo, ma presentano una ridottissima capacità di stoccaggio dei principali nutrienti.

Le zeoliti naturali sono rocce costituite da più del 50 % di zeoliti (Galli e Passaglia, 2011), minerali idrati dalle peculiari proprietà chimico-fisiche tra cui spiccano elevata capacità di scambio cationico (CSC) e disidratazione reversibile. Le zeoliti italiane potassiche a cabasite hanno CEC superiore a quella delle zeoliti a clinoptilolite di altri Paesi europei ed extra-europei, elevata cripto-porosità e bassa densità, caratteristiche che le rendono ideali per utilizzi in campo agronomico.

Durante il progetto ZeoLIFE (LIFE+10 ENV/IT/000321) è stato testato un innovativo ciclo integrato delle zeoliti volto a ridurre l'uso dei fertilizzanti e ad ottimizzare l'irrigazione in agricoltura, per diminuire l'inquinamento delle acque e il loro eccessivo sfruttamento. Le caratteristiche della zeolite arricchita in ammonio la rendono un prodotto ideale anche per l'utilizzo come componente dei substrati di coltivazione in campo orticolo e florovivaistico.

^{*} barbara.faccini@unife.it

Materiali e metodi

Nella sperimentazione in piano campo, su terreno di estensione di circa 6 ha, l'orizzonte superficiale del suolo è composto di *silt* argilloso ricco in carbonati, a pH debolmente alcalino (7-8). A novembre 2012 il campo è stato suddiviso in 6 parcelle: 3 di controllo (CNTR1, 2 e 3) per un'area di 3,5 ha, due parcelle sperimentali di 1 ha ciascuna (NZE05 e NZEO15), ammendate rispettivamente con 50 e 150 t/ha di zeolite grossolana ($\varnothing = 3-6$ mm) allo stato naturale, e una parcella sperimentale di 0,5 ha (CZEO1) ammendata con 70 t/ha di zeolite fine ($\varnothing = 0,7-2$ mm) arricchita in ammonio. Nel primo anno di sperimentazione è stato coltivato *Sorghum vulgare* Pers, con fertilizzazione pari a 190 kg/ha di N in CNTR1, 2 e 3; in NZEO5 e 15 la fertilizzazione azotata è stata ridotta del 30 % e in CZEO1 del 50% rispetto ai controlli. A novembre 2013 la parcella CNTR2 è stata suddivisa ulteriormente per ricavare una settima parcella di 0,4 ha (CZEO2), ammendata con 100 t/ha di zeolite grossolana arricchita in ammonio; sono state aggiunte altre 30 t/ha di zeolite fine arricchita in ammonio in CZEO1, per portare le due parcelle allo stesso dosaggio. *Zea Mays* è stata la coltura scelta per il secondo anno di sperimentazione, apportando un totale di 240 kg/ha di N sulle parcelle di controllo e applicando riduzioni di fertilizzazione del 25 % in NZEO5 e 15 e del 50 % in CZEO1 e 2. Il mais è stato irrigato utilizzando l'impianto di subirrigazione presente nel campo e praticando una riduzione dell'irrigazione del 50% in tutte le parcelle ammendate con zeolite. Al raccolto, la resa di ciascuna parcella è stata pesata separatamente.

La zeolite usata nel progetto è un materiale di scarto di cave di mattoni dell'Italia Centrale, impostate su formazioni ignimbriche zeolitizzate ove la cabasite potassica è la specie minerale prevalente (Malferrari *et al.*, 2013). Essa viene arricchita median-

te scambio cationico con liquame suino, ricco in azoto ammoniacale (in media 2000 mg/l), in un impianto di trattamento appositamente studiato dal progetto.

Per la sperimentazione in vaso, a fine agosto 2013 sono stati allestiti quattro contenitori (90x35x50 cm, Fig. 1a) con una coltivazione (3,5 piante per contenitore) di radicchio verde variegato (*Cicorium Intybus*) su un substrato composto da 2/3 di sabbia e 1/3 di torba bionda (V/V). In due contenitori (Tesi) è stata aggiunta zeolite fine, arricchita in ammonio, in dose di 17,5 kg/m³. I vasi sono stati lasciati in esterno. La concimazione, effettuata con NPK 20-10-10 a lenta cessione, è stata distribuita in due fasi, per un totale di 9 g di N nei Controlli e 6,3 g nelle Tesi (diminuzione del 30% rispetto ai Controlli). L'irrigazione nelle Tesi è stata diminuita del 20 % rispetto ai Controlli.

Risultati e discussioni

Sperimentazione in campo aperto

Le rese dei due anni di sperimentazione in campo aperto sono riportate in tabella 1a. A fronte di una riduzione di fertilizzante e, in mais, anche dell'irrigazione, sono state ottenute rese uguali o superiori ai controlli fino al 21%. Esse sono superiori in CZEO1 rispetto ad NZEO5 e 15 per il sorgo, l'opposto per il mais. Le quantità di nitrato nelle acque interstiziali del suolo ed in uscita dai dreni durante la stagione invernale nelle parcelle trattate con zeolite sono inferiori (acque interstiziali, 17-43 %; dreni, 13-73 %) rispetto a quelle dei controlli, nonostante le quantità totali di N immesso nelle parcelle CZEO1 e 2 fossero superiori.

Sperimentazione in vaso

Il peso fresco delle foglie e degli apparati radicali delle Tesi è risultato rispettivamente maggiore del 20 % ed inferiore del 50 % rispetto a foglie e radici dei Controlli (tab. 1b). Inoltre, la morfologia delle radici

Tab. 1 - Dosaggi, riduzioni di fertilizzante applicate, rese e risultati di due anni di coltivazione in pieno campo (a) e in vaso (b).

Tab. 1 - Dosages, applied fertilization reductions, and yield for the open field experiment (a), and the pot experiment (b).

	Parcella	Azoto con zeolite (kg N/ha)		Fertilizzante (Kg N/ha)		Resa (q/ha)		Incremento	
		<i>Sorgo</i>	<i>Mais</i>	<i>Sorgo</i>	<i>Mais</i>	<i>Sorgo</i>	<i>Mais</i>	<i>Sorgo</i>	<i>Mais</i>
(a)	CNTR*	0	0	173 (5,8)	240 (0)	58,1 (6,9)	96,7 (9,5)	-	-
	CZEO1	436	140	81	120	66,3	97,1	13,9	0,12
	CZEO2	-	467	-	120	-	100	-	3,12
	NZEO5	0	0	120	180	60,3	103	3,7	6,30
	NZEO15	0	0	120	180	60,3	118	3,7	21,7
(b)	Trattamento	N da zeolite (g)	N da fertilizz. (g)	Peso pianta (g)**	Peso foglie (g)**	Peso radici (g)**			
	CNTR	0	9	850	750	100			
	TESI	13,9	6,3	950	900	50			

* Media dei tre controlli; **media dei due trattamenti; (SD)

ha evidenziato una notevole diversità: nei Controlli le radici secondarie erano più numerose e sviluppate rispetto a quelle delle Tesi in cui, al contrario erano più sviluppate le radici primarie (fig. 1b).

Conclusioni

In questo studio sono riportati i risultati preliminari del progetto europeo ZeoLIFE. Sia gli esperimenti in pieno campo che quelli realizzati in vaso hanno dimostrato che grazie all'utilizzo di materiali "strategici" come le zeolitite è possibile mitigare gli effetti di inquinamento derivati dai nitrati di origine agricola senza diminuire i rendimento delle colture.

Anche se la sperimentazione è ancora in fase preliminare, i dati ottenuti fino ad ora, sono utili per impostare i test successivi e per supportare le ipotesi iniziali che hanno portato alla nascita il progetto ZeoLIFE.

Riassunto

Due sperimentazioni, in pieno campo e in vaso, sono state condotte ammendando il terreno agricolo ed il substrato di coltivazione con variabili quantità di zeolitite a cabasite di origine italiana sia allo stato naturale che arricchita in ammonio. A fronte di riduzioni di fertilizzazione e irrigazione (30-50 %), si sono ottenute rese pari o superiori, fino al 21,7 %, rispetto ai

controlli, assieme ad una riduzione dei nitrati nelle acque drenate dal campo ed immesse nel sistema idrico superficiale fino al 70 %. La zeolitite, in particolare quella arricchita, si dimostra un materiale estremamente performante per una gestione sostenibile di colture allevate sia in pieno campo che in fuori suolo.

Parole chiave: zeolitite naturale, cabasite, nitrato, matrice minerale.

Bibliografia

- BUCKLEY C., CARNEY P., 2013. *The potential to reduce the risk of diffuse pollution from agriculture while improving economic performance at farm level*. Environmental Science and Policy 25: 118-126.
- GALLI E., PASSAGLIA E., 2011. *Natural zeolites in environmental engineering*. In: Zeolites in chemical engineering. (eds): H. Holzappel, Process Eng Engineering GmbH, Vienna, 392-416.
- MALFERRARI D., LAURORA A., BRIGATTI M. F., COLTORTI M., DI GIUSEPPE D., FACCINI B., PASSAGLIA E., VEZZALINI M. G., 2013. *Open-field experimentation of an innovative and integrated zeolite cycle: project definition and material characterization*. Rend. Fis. Acc. Lincei 24: 141-150.
- OLESEN J.E., TRNKA M., KERSEBAUM K.C., SKJELVÅG A.O., SEGUIN B., PELTONEN-SAINIO P., ROSSI F., KOZYRA J., MICALÈ F., 2011. *Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change*. European Journal of Agronomy, 34(2): 96-112.
- PRISA D., BURCHI G., 2015. *Radicazione, la forza della Cabasite*. Il Floricoltore Maggio-Giugno, 2015: 40-44.

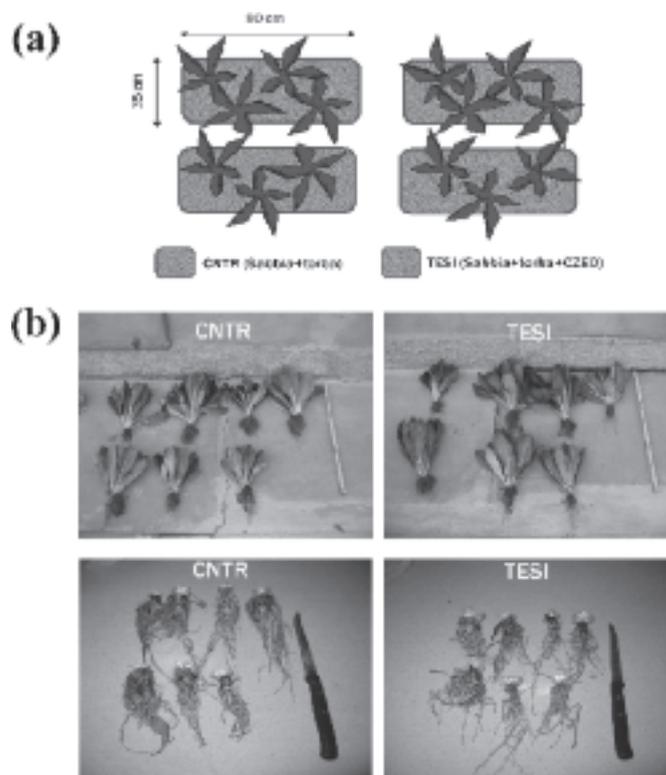


Fig. 1 - Schema dell'esperimento in vaso (a) e fotografie delle piante e dei loro apparati radicali (b).
Fig. 1 - Schematic illustration of the lysimeter experiment (a) and photos of the plants and their root systems (b).

La tecnologia NTP nella coltivazione del pomodoro in vaso: effetti sulla qualità del prodotto e sulla produttività

Agostino Bazzichi^{1*}, Francesca Gambineri¹, Silvia Zuccherelli², Marco Calderisi¹ e Antonio Cecchi¹

¹Laboratori ARCHA Srl, Ospedaletto (PI)

²Sicural Srl consortile, Cesena (FC)

Non thermal plasma for microbiological sanitation potentially applied to growing media

Abstract. The effect of treatment with ionized Non-Thermal-Plasma (NTP) air has been employed to induce an *oxidative controlled stress* in pot-grown tomato and cherry-tomato plants. The ionized air, directly delivered on the aerial part of plants and/or to the root system *via* the irrigation water, has induced an increase of productivity in some cultivars and, above all, a considerable increase of the development of the root systems of treated plants. NTP treatment induces an increase of the flavonoids content, while the concentration of antioxidants substances does not vary significantly. Co-treatment with lipoic acid showed no effect on the presence of antioxidants, but causes weight gain of fruits.

Key words: Non-Thermal-Plasma (NTP), *Solanum lycopersicum*, Lipoic Acid, root system development, antimicrobial activity.

Introduzione

La sperimentazione descritta nel presente lavoro si colloca nell'ambito di un più ampio progetto di ricerca finanziato dal Ministero per l'Istruzione e la Ricerca Scientifica e finalizzato all'ottimizzazione ed integrazione del processo di produzione di prodotti semilavorati e lavorati a base di pomodoro - a partire dalle pratiche agronomiche fino ai processi di trasformazione industriale del prodotto - al fine di ottenere un alimento originale e stabile per caratteristiche nutrizionali, elevato contenuto di sostanze antiossidanti e appetibilità per il consumatore (Progetto

MIUR DM62144). Una sezione di tale studio ha riguardato l'impiego del Non-Thermal-Plasma (NTP) una tecnologia che, attraverso la generazione di un intenso campo elettrico in un condensatore (effetto corona), induce la ionizzazione dei gas con cui entra in contatto. L'aria che attraversa un dispositivo NTP si arricchisce di specie reattive dell'ossigeno (ROS, tra cui ozono) e dell'azoto (RNS)(Riccardi C, Barni R, 2012) originando specie ioniche e radicali liberi altamente instabili e, di conseguenza, dotate di elevata reattività verso le componenti organiche con cui entrano in contatto, siano queste libere o integrate in strutture più complesse come i microrganismi o le cellule di organismi superiori, quali le piante.

L'obiettivo dello studio è stato quello di valutare se l'NTP fosse in grado di indurre uno stress ossidativo controllato nella pianta, in modo da stimolare, soprattutto nei frutti, la produzione di sostanze antiossidanti quali il licopene. In secondo luogo si voleva valutare se la ben nota attività antimicrobica a vasto spettro delle specie ionizzate prodotte dall'NTP (Deng *et al.*, 2006; Fernandez e Thompson, 2012; Rowan *et al.*, 2007) potesse portare benefici a piante allevate in condizioni ecologiche sfavorevoli quali quelle legate alla crescita in vaso.-

Materiali e metodi

Lo studio è stato condotto durante due successive stagioni di produzione (2013 e 2014) su 3 genotipi di pomodoro (*Solanum lycopersicum* cv Strombolino F1 e cv Scarpariello F1, ed una varietà ancora oggetto di sperimentazione, la cv. ISI 45652) e 3 genotipi di pomodoro (*Solanum lycopersicum* cv Nemabrix F1 e cv Impact F1, ed una selezione sperimentale, la cv ISI 20142).

Al fine di valutare al meglio alcuni effetti, quali la crescita radicale e l'incidenza dei trattamenti di irri-

* agostino.bazzichi@archa.it

gazione con acqua saturata con NTP, le piante sono state coltivate in vasi da 6 litri contenenti terriccio a base di torba addizionato, al momento dell'impianto, con fertilizzante per colture orticole (NPK + microelementi).

I trattamenti NTP studiati sono riconducibili a due categorie:

- un trattamento di “fumigazione” mediante aria prodotta da generatori NTP (aria NTP) somministrata sulla parte aerea della pianta;
- un trattamento di “irrigazione” e/o irrorazione della parte aerea mediante acqua precedentemente saturata con aria NTP (successivamente denominata acqua NTP).

E' stato inoltre studiato l'effetto legato alla somministrazione di Acido Lipoico (anche noto come Vitamina N), una sostanza che gioca un ruolo fondamentale come cofattore di numerosi enzimi che intervengono nelle reazioni di decarbossilazione ossidativa a livello dei mitocondri (ad esempio del piruvato e di altri chetoacidi) e che partecipa a diversi meccanismi antiossidativi quali la riduzione del glutatione e dell'acido ascorbico. Per tali ragioni l'acido lipoico è riconosciuto come un “antiossidante universale” sia nelle cellule di eucarioti che di procarioti e svolge una funzione protettiva contro i danni ossidativi. Nell'ottica di incrementare il contenuto di antiossidanti nel pomodoro, il presente studio ha indagato l'effetto legato alla somministrazione diretta di acido lipoico alle piante, somministrandolo in due momenti (20 e 10 giorni) prima della raccolta dei frutti.

Per tutte le varietà di pomodoro testate sono stati allestiti gruppi di piante di “controllo” che, pur essendo state allevate nelle stesse condizioni, non subivano alcun tipo di trattamento sperimentale.

Gli effetti dei vari trattamenti sono stati monitorati sotto diversi punti di vista:

- in termini agronomici, andando a monitorare le dimensioni ed il vigore della parte aerea, lo sviluppo dell'apparato radicale nonché la produttività e l'integrità dei frutti delle piante trattate rispetto ai gruppi di controllo;
- in termini biochimici, andando a monitorare la qualità dei frutti ottenuti mediante la determinazione analitica di vari parametri, quali pH, colore, acidità, contenuto in carotenoidi (licopene, carotene, luteina, etc.), acido ascorbico, antiossidanti, polifenoli e flavonoidi.

La progettazione degli esperimenti è stata effettuata mediante tecniche di *Experimental Design* (DoE), mentre la trattazione statistica dei risultati è stata eseguita con l'utilizzo di tecniche di statistica multivariata.

Risultati e discussione

Dallo studio è emerso che l'utilizzo di Acqua NTP e/o Aria NTP, nonché la somministrazione di acido lipoico nella gestione colturale delle piante di pomodoro e pomodorino, permette di incrementare la produttività delle piante in termini di numero di frutti e di dimensioni degli stessi; la percentuale specifica di incremento di produttività si attesta mediamente intorno al 30%, ma risulta decisamente genotipo-specifica, ovvero differente sia tra pomodoro e pomodorino - con quest'ultimo molto più “sensibile” ovvero più reattivo al trattamento - che nell'ambito delle varietà testate.

Rispetto alle caratteristiche dei frutti ottenuti, il trattamento NTP comporta una leggera diminuzione del pH ed un incremento del contenuto in flavonoidi, mentre il contenuto di antiossidanti (licopene, carotene, criptoxantina e luteina) sembra non dipendere dal trattamento.

Il trattamento con acido lipoico non sembra influenzare le caratteristiche biochimiche dei frutti, ma sembrerebbe indurre un incremento ponderale.

In termini di sviluppo vegetativo delle piante, i pomodori trattati con Aria NTP e, soprattutto, Acqua NTP risultano mediamente più rigogliosi e presentano un apparato radicale molto più sviluppato rispetto alle piante di controllo (fig. 1), mentre i frutti risultano più integri e meno soggetti a fenomeni degenerativi, quali il marciame apicale.

La spiegazione di tali fenomeni è assai complessa e, con buona probabilità, dovuta ad una combinazione

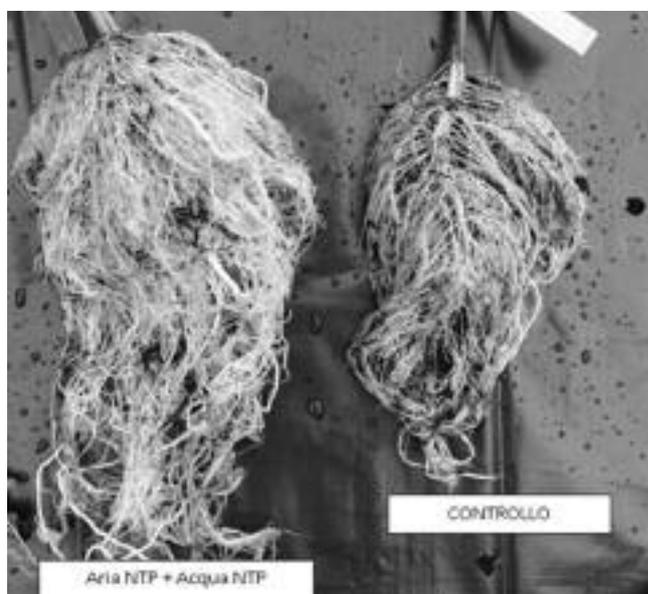


Fig. 1 - Sviluppo dell'apparato radicale di una pianta trattata con tecnologia NTP rispetto ad una di controllo
Fig. 1 - Development of the root of a plant treated with NTP technology compared to a control.

di vari effetti, tra cui è possibile ipotizzare una maggiore biodisponibilità/fruibilità di azoto per la pianta in seguito all'azione dell'NTP sull'azoto dell'aria, una bio-stimolazione dovuta ai gas ionizzati generati dall'NTP e ultimo, ma non per importanza, un effetto benefico dovuto alla attività biocida dell'aria ionizzata.

I risultati lasciano individuare interessanti prospettive in termini di applicazione della tecnologia NTP anche su colture di differente natura - quali quelle del settore florovivaistico - sia in pieno campo che, soprattutto, in serra.

Infatti, un ambiente circoscritto - come quello della serra - risulta più facilmente gestibile mediante i trattamenti di fumigazione con aria ionizzata poiché, a causa della minore dispersione ambientale, l'effetto si può esplicare per tempi più prolungati rispetto ai trattamenti effettuati in campo aperto. Lo stesso principio può essere applicato alla irrigazione delle piante in vaso con acqua NTP rispetto allo stesso trattamento eseguito su piante cresciute in terra, dove l'apparato radicale potrebbe essere più difficilmente raggiungibile da acqua ancora ricca di specie ionizzate.

Infine, ma non per importanza, gli elevati valori termici e di umidità relativa dell'atmosfera interna alle serre possono favorire lo sviluppo di microrganismi patogeni pericolosi per le piante ed in alcuni casi anche per l'uomo (es. ceppi allergenici di alcune muffe): anche in questo ambito la tecnologia NTP, grazie alle spiccate capacità biocide a vasto spettro degli ioni generati (Zhang *et al.*, 2009), potrebbe consentire una riduzione dei dosaggi e delle frequenze di impiego degli anticrittogamici di tipo classico e prevenire effetti indesiderati sulla salute degli addetti al florovivaismo (Monsò *et al.*, 2002).

Conclusioni

L'adozione della tecnologia NTP a supporto della coltivazione in vaso di diverse cultivar di pomodoro ha riportato risultati positivi in termini di produttività e integrità dei frutti raccolti.

Effetti positivi sono stati rilevati anche in termini di vigore della pianta e di sviluppo dell'apparato radicale.

Gli effetti sulle caratteristiche biochimiche del frutto sono contrastanti (i polifenoli diminuiscono, il licopene rimane invariato, i flavonoidi aumentano)

I risultati lasciano individuare interessanti prospettive in termini di applicazione della tecnologia NTP

anche su colture di differente natura - quali quelle del settore florovivaistico - sia in pieno campo che, soprattutto, in serra. In questo ambito la tecnologia NTP, oltre a favorire la crescita delle piante coltivate in vaso, potrebbe consentire una riduzione dei dosaggi e delle frequenze di impiego degli anticrittogamici di tipo classico e portare benefici alla salute degli addetti.

Riassunto

L'effetto del trattamento con aria ionizzata (NTP) è stato sfruttato per indurre uno *stress ossidativo controllato* in piante di pomodoro coltivate in vaso. L'aria ionizzata, somministrata direttamente sulla parte aerea e/o all'apparato radicale tramite l'acqua di irrigazione, ha indotto un incremento di produttività in alcune cultivar e, soprattutto, un notevole incremento dello sviluppo dell'apparato radicale. Il trattamento NTP induce un incremento del contenuto in flavonoidi, mentre la concentrazione di antiossidanti non varia in maniera significativa. La contemporanea somministrazione di acido lipoico alle piante trattate non ha evidenziato effetti sulla presenza di antiossidanti, ma induce un incremento ponderale nei frutti.

Parole chiave: Non-Thermal-Plasma (NTP), *Solanum lycopersicum*, acido lipoico, sviluppo apparato radicale, attività antimicrobica.

Bibliografia

- DENG X., SHI J., KONG M.G., 2006. *Physical mechanisms of inactivation of Bacillus subtilis spores using cold atmospheric plasmas*. IEEE Transaction on Plasma Sciences, 34(4): 1310-1316
- FERNANDEZ A., THOMPSON A., 2012. *The inactivation of Salmonella by cold atmospheric plasma treatment*. Food Res. Int. 45(2): 678-684
- MONSÓ E., MAGAROLAS R., BADORREY I., RADON K., NOWAK D., MORERA J., 2002. *Occupational Asthma in Greenhouse Flower and Ornamental Plant Growers*. Am. J. of Resp. and Crit. Care Med., 165: 954-960
- RICCARDI C., BARNI R., 2012. *Chemical Kinetics in Air Plasmas at Atmospheric Pressure*. In Chemical Kinetics, InTech Europe (Rijeka): 185-202
- ROWAN N.J., ESPIE S., HARROWER J., 2007. *Evidence of lethal and sublethal injury in food-borne bacterial pathogens exposed to high-intensity pulsed-plasma gas discharges*. Lett. in Appl. Mic. 46: 80-86
- ZHANG G., MA L., BEUCHAT L., ERICKSON MC, PHELAN V.H., DOYLE M.P., 2009. *Evaluation of treatments for elimination of foodborne pathogens on the surfaces of leaves and roots of lettuce (Lactuca sativa L.)*. J. Food Prot., 72(2): 228-234.

La tecnologia NTP come sistema di sanificazione microbiologica potenzialmente applicabile ai substrati di coltivazione

Francesca Gambineri, Agostino Bazzichi, Fabrizio Cervelli* e Antonio Cecchi

Laboratori ARCHA Srl, Pisa

Non thermal plasma for substrate cultivation of tomato: effects on quality and productivity

Abstract. It has been investigated the biocidal activity with ionized air by means of NTP technology (Not Thermal Plasm) against a lot of microorganisms, in order of a possible future application in floriculture as sanitizing agent to be used for the remediation of substrates work surfaces and equipment. Nearly all of the organisms tested (gram positive, negative, or fungi) has been deleted totally (100%) from the surfaces of the plates inoculated in very short time, while the biocide action in aqueous suspensions of microbes is lower with reductions ranging from 100% (*Escherichia coli* and *Enterococcus faecalis*) up to 21% for *Pseudomonas aeruginosa*.

Key words: Non-Thermal-Plasma (NTP), biocidal activity, horticulture, hydroponics.

Introduzione

La produzione di plasma freddo (*Non Thermal Plasm* -NTP) ottenuto grazie al passaggio di gas da appositi generatori ad alto voltaggio, permette di creare, in funzione del gas utilizzato, numerose specie ioniche altamente reattive (*Reactive Oxygen Species* -ROS; *Reactive Nitrogen Species* -RNS) note per il loro potere fortemente ossidante e biocida (Riccardi e Barni, 2012). Negli ultimi anni si sono moltiplicati gli studi volti ad indagare le molteplici applicazioni che questa tecnologia può avere, in particolare per il miglioramento igienico-sanitario di ambienti, superfici e substrati vari.

In ambito florovivaistico, la cura dell'igiene degli ambienti e attrezzature risulta essere importante al fine di impedire il diffondersi di eventuali patologie di

origine microbica fra le specie coltivate. Per questo motivo particolare attenzione viene di norma posta alla sanificazione di superfici e attrezzature. Per gli stessi motivi l'impiego di terreni di coltura derivati dal compost richiede operazioni di parziale bonifica degli stessi da eventuali agenti microbici patogeni per le specie vegetali, così come nelle colture idroponiche la qualità microbiologica dell'acqua utilizzata riveste un ruolo estremamente importante ai fini di migliorare e preservare lo stato di salute delle specie coltivate.

Il presente studio aveva lo scopo di valutare preliminarmente l'effetto biocida dell'aria ionizzata mediante NTP (Deng *et al.*, 2006; Fernandez e Thompson A, 2012; Rowan *et al.*, 2007; Zhang *et al.*, 2009) nei confronti di numerose specie microbiche, nella prospettiva di poter utilizzare flussi di aria ambiente opportunamente ionizzata come agente sanificante di substrati di coltura, superfici e attrezzature in ambito florovivaistico.

Per questo motivo sono stati impiegati generatori sperimentali di plasma freddo in grado di ionizzare efficacemente l'aria fatta passare attraverso essi, arricchendosi così di tutte le specie fortemente reattive rappresentate in questo caso dalle ROS.

Materiali e metodi

I microrganismi utilizzati per le prove, patogeni e non patogeni generalmente indicati come contaminanti indesiderati di superfici ambienti e attrezzature, sono stati scelti in maniera da potere valutare gli effetti su rappresentanti di batteri grammi positivi, gram negativi e miceti (muffe e lieviti): *Salmonella* spp. (WDCM 00031); *Listeria Monocytogenes* (WDCM 00020); *Escherichia coli* (WDCM 00013); *Enterococcus faecalis* (WDCM 000849); *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 9027); *Staphylococcus aureus* (WDCM 00034); *Candida albicans* (ATCC 10231); *Aspergillus brasiliensis* (WDCM 00053); *Bacillus subtilis* (WDCM 00003); *Corynebacterium minutissi-*

* fabrizio.cervelli@archa.it

mum (ATCC 23348); *Brevibacterium epidermidis* (ATCC 35514); *Bispora* spp., *Torula* spp. e *Scolecobasidium* spp. (ceppi selvaggi).

Prove di riduzione microbica su superfici

Dopo gli opportuni passaggi necessari per la loro rivitalizzazione, ciascun microorganismo è stato depositato su piastre di coltura in maniera tale da avere circa 10^2 UFC/piastra; ogni piastra è stata poi esposta a flussi d'aria ionizzata o meno mediante NTP, per tempi variabili in funzione del tipo di microorganismo valutato. Al termine del trattamento le piastre sono state incubate alle necessarie temperature per permettere la crescita microbica. Al termine del periodo di incubazione prefissato i risultati sono stati confrontati con le piastre di controllo (esposizione ad aria ambiente senza trattamento).

Prove di riduzione microbica in acqua

I microrganismi su cui testare l'attività biocida dell'aria ionizzata sono stati dispersi in acqua in maniera tale da avere concentrazioni sufficientemente alte da poterne apprezzare una significativa riduzione; l'aria ionizzata prodotta dai generatori è stata fatta gorgogliare all'interno del liquido per mezzo di diffusori a microbolle in grado di garantire un'ottimale miscelazione del gas con il liquido. Alla fine di ciascun periodo di trattamento, aliquote delle sospensioni sono state opportunamente diluite, seminate su appropriati terreni di coltura ed infine incubate alle prescritte temperature.

Risultati e discussione

La quasi totalità dei microrganismi testati (gram positivi, negativi o miceti) è stata eliminata totalmente (100%) dalle superfici delle piastre in tempi estremamente rapidi (pochi secondi per il *Brevibacterium epidermidis* e il *Corynebacterium minutissimum*, qualche minuto per *Candida albicans*).

Solamente nel caso di *Bacillus subtilis* e *Aspergillus brasiliensis* si è evidenziato un certo grado di resistenza agli effetti biocidi dell'aria ionizzata, anche se è stato comunque possibile apprezzare un lieve affetto biocida del trattamento. Tutte le piastre di controllo (trattate con aria ambiente) hanno portato ad una normale crescita microbica, testimoniando la perfetta vitalità dei microrganismi utilizzati.

Per quanto concerne le prove in acqua, gli Indicatori di contaminazione fecale (*Escherichia coli* e *Enterococcus faecalis*) sono stati rapidamente abbattuti del 100% in tempi brevi mediante il trattamento con aria ionizzata (fig. 1).

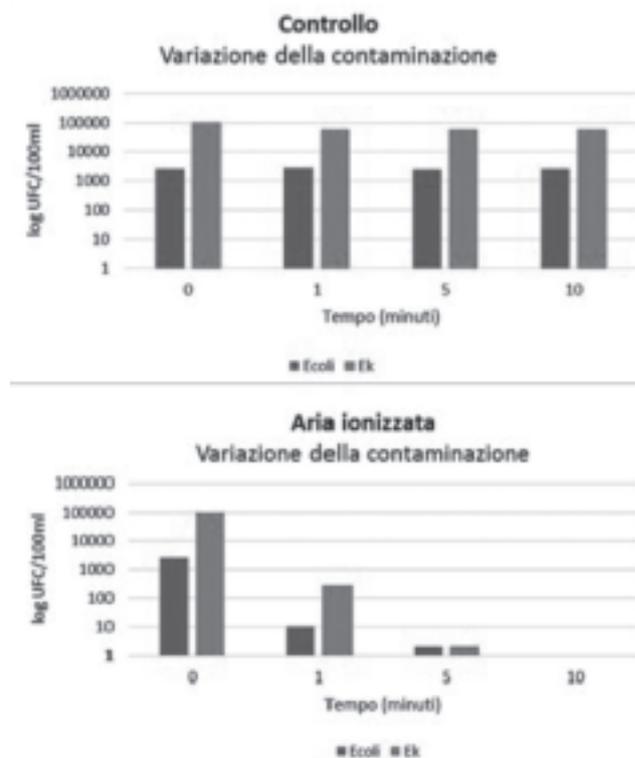


Fig. 1 - Riduzione della contaminazione microbica in una soluzione. Effetti del tempo di trattamento.

Fig. 1 - Reduction of microbial contamination in liquid medium. Effects of the treatment time.

L'abbattimento percentuale degli altri microrganismi testati in soluzione acquosa è risultato molto meno marcato e più lento, fermandosi, dopo 20 minuti, a circa il 21% nel caso di *Pseudomonas aeruginosa* fino ad arrivare al 68% per *Staphylococcus aureus*.

Conclusioni

Il trattamento con aria ionizzata mediante la tecnologia NTP di superfici contaminate con diverse tipologie di microrganismi è risultato efficace già a partire dai primissimi minuti di utilizzo nonostante le condizioni di prova utilizzate, ottimali per i microrganismi (umidità, pH ottimale, presenza di nutrienti) e la presenza di grandi quantità di sostanza organica che notoriamente interferisce con i biocidi di tipo classico.

L'impiego di aria ionizzata fatta gorgogliare in acqua contaminata, ha prodotto un significativo abbattimento della carica microbica idrodispersa, anche se l'efficacia in termini di magnitudo degli effetti e tempi necessari per realizzarli sono risultati maggiori rispetto alla prova su superfici.

I risultati conseguiti aprono prospettive molto interessanti per impostare studi ad hoc in merito all'applicazione di aria NTP come agente sanificante in ambito orto-florovivaistico, in primis per il tratta-

mento dei bancali e delle attrezzature di coltivazione, ma anche per il contenimento delle cariche microbiche di potenziali patogeni presenti nei substrati preparati a partire da compost o comunque che necessitano di trattamenti di sanificazione per prevenire l'insorgenza di patologie vegetali. I risultati suggeriscono inoltre la possibilità di una applicazione di questa tecnologia anche nel settore delle colture idroponiche, permettendo un controllo anche della qualità igienico sanitaria dell'acqua utilizzata.

Riassunto

E' stato indagata l'azione biocida dell'aria ionizzata mediante tecnologia NTP (Non Thermal Plasma) nei confronti di numerose specie microbiche, al fine di una sua possibile futura applicazione in ambito florovivaistico come agente sanificante da utilizzare per la bonifica di substrati superfici di lavoro e attrezzature. La quasi totalità dei microrganismi testati (gram positivi, negativi o miceti) è stata eliminata totalmente (100%) dalle superfici delle piastre inoculate in tempi estremamente rapidi mentre l'azione biocida su

sospensioni microbiche acquose si è rilevata essere di grado minore con riduzioni percentuali che andavano dal 100% (*Escherichia coli* e *Enterococcus faecalis*) fino al 21% per *Pseudomonas aeruginosa*.

Parole chiave: Non-Thermal-Plasma (NTP), attività biocida, florovivaismo, colture idroponiche

Bibliografia

- DENG X., SHI J., KONG M.G., 2006. *Physical mechanisms of inactivation of Bacillus subtilis spores using cold atmospheric plasmas*. JEEE Transaction on Plasma Sciences, 34(4): 1310-1316
- FERNANDEZ A., THOMPSON A., 2012. *The inactivation of Salmonella by cold atmospheric plasma treatment*. Food Res. Int., 45(2): 678-684
- RICCARDI C., BARNI R., 2012. *Chemical Kinetics in Air Plasmas at Atmospheric Pressure*. In Chemical Kinetics, InTech Europe (Rijeka): 185-202
- ROWAN N.J., ESPIE S., HARROWER J., 2007. *Evidence of lethal and sublethal injury in food-borne bacterial pathogens exposed to high-intensity pulsed-plasma gas discharges*. Lett. in Appl. Mic. 46: 80-86
- ZHANG G., MA L., BEUCHAT L., ERICKSON M.C., PHELAN V.H., DOYLE M.P., 2009. *Evaluation of treatments for elimination of foodborne pathogens on the surfaces of leaves and roots of lettuce (Lactuca sativa L.)*. J. Food Prot., 72(2): 228-234.

Produzione di ortaggi nello slum di Al-Quarafa (Il Cairo) attraverso tecniche di idroponica semplificata su substrati locali

Andrea Giro^{1*}, Salvatore Ciapellano² e Antonio Ferrante¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali - Produzione, Territorio, Agro-energia, Università di Milano

² Dipartimento di Scienze degli Alimenti, Nutrizione e Ambiente, Università di Milano

Simplified hydroponic systems for safe horticultural production using locals substrates in cairo's slum

Abstract: The purpose of this study was to evaluate a new model of simplified hydroponics (SH) adapted to the extreme Cairo's environmental conditions for growing vegetables free of contaminations in particular heavy metals. SH technique's performances are mostly related to the substrate used for the cultivation. Two different substrate mixtures were compared during two seasons (spring and summer): one was formulated with peat and perlite (70:30 w/w) as a standard substrate versus a local one, formulated with sand and coir (50:50 w/w) for reducing costs. It was used a common irrigation weekly program: 20 L of H₂O each module (100x50x20 cm) with planting density of 4 plants/m². 3 g of Ca (NO₃)₂ for each plant is weekly added to water irrigation and monthly 25 g of NPK and 1 g of micronutrients were added to irrigation for each cultivation module. Agronomic variables as phenological stage (flowering), yield and mineral elements were measured. Heavy metals content in fruits was measured by inductivity couple plasma mass spectroscopy (Varian 820-MS). Results showed the perspectives skills of this SH protocol for growing vegetables in urban desert areas. This agronomic strategy it can be used to cultivate and provide safe vegetables inside African slums.

Key words: Food security, Middle Est.

Introduzione

Il tema della sicurezza alimentare è di fondamentale importanza nello sviluppo agricolo africano, tenendo conto della multidisciplinarietà della materia che coinvolge sia aspetti socio-culturali, politici ed

ambientali nonché agronomici ed economici (Deaton, 1997). Con il termine "sicurezza alimentare" si definisce una situazione in cui tutte le persone, in ogni momento, possono disporre, dal punto di vista economico e fisico, degli alimenti sufficienti, appropriati e sicuri per soddisfare il loro fabbisogno nutrizionale necessario per condurre una vita attiva e sana (WFS - Plan of action, 1996). L'insicurezza alimentare ha diffusione globale: ci sono dati certi che mostrano come la disponibilità di accesso al cibo sia una problematica generalizzata in tutte le aree in via di sviluppo, in particolare nelle grandi aree urbane (Breannan e Ellen, 1999; Charles e Godfray., 2012). La domanda dei prodotti agroalimentari è destinata a crescere col crescere della popolazione mondiale, tuttavia è maggiormente legata all'aumento del tasso di urbanizzazione (Chen e Ravallion, 2007; Mougeot e Luc, 2006). Nel 2005 "L'Egypt Demographic and Health Survey" stimò che il 16,2 % dei residenti nelle aree urbane soffrivano di malnutrizione cronica, con conseguenti ricadute sociali, come la diminuzione dello stato di salute e problemi di apprendimento scolastico (El-Zanaty and Way, 2006). Il miglioramento economico generale dell'Egitto ha reso disponibile una maggiore quantità di cibo pro-capite. Tuttavia, nelle urbane povere come Al-Qarāfa, il costo della frutta e delle verdure non permette una dieta sana e bilanciata (Musaiger *et al.*, 2011). "Città dei morti" in arabo Al-Qarāfa, è un'area attualmente abitata da circa 800 mila abitanti. In seguito all'esplosione demografica del Cairo degli anni 60' una massa di poveri ha occupato le tombe, rendendole stabilmente la loro dimora coesistendo nelle loro abitazioni con il culto dei morti. L'agricoltura urbana contribuisce, alla sicurezza alimentare di molte grandi città africane, in particolare per i gruppi sociali vulnerabili (Armar-Klemesu, 2003). L'impatto positivo dell'agricoltura urbana in Africa è stata verificata in studi condotti in Kenya dove tuttavia si è evidenziato una competizione

* andrea.giro@unimi.it

ne fra gli spazi coltivati e la città stessa (Mubvami e Mushamba., 2004). In questo senso l'idroponica semplificata permette di coniugare una efficace produzione agricola in spazi limitati (Sheikh, 2006). La tecnica di coltivazione idroponico semplificato HS permette una alta produttività incrementando la sicurezza del prodotto poiché evita contaminazioni sia organiche sia inorganiche presenti nel terreno.

Materiali e metodi

La coltivazione fuori suolo è stata effettuata in moduli singoli. I due miscugli di substrati sono stati formati nella seguente maniera: una combinazione di torba bionda e perlite 70:30 v/v usato come modello di riferimento; l'altro miscuglio formato di sabbia e di fibra di cocco al 50:50 v/v per la valutazione di un'alternativa a basso costo reperibile facilmente localmente. Il modulo produttivo è stato costruito in legno di recupero di dimensioni 100 cm x 50 cm profonde 20 cm al fine di garantire le condizioni migliori di crescita delle piante e la praticità del trasporto, fondamentale aspetto per la situazione socio-ambientale in cui si è operato (Santos e Ocampo, 2005). Il modulo è stato rivestito con un film di polietilene nero al fine di mantenere l'umidità del substrato utilizzato ed evitarne la sua dispersione (Pardossi *et al.*, 2009). Un telo di pacciamatura bianco è stato usato al fine di ridurre l'evaporazione dell'acqua dal modulo e limitare eventuali problemi di surriscaldamento del substrato durante la stagione estiva (Elia e Farina., 2010). Per quanto riguarda la preparazione del miscuglio con la torba bionda, prima della formulazione è stato modificato il pH attraverso l'aggiunta di CaCO_3 fino a raggiungere valori di 5,5, pH idoneo per la coltivazione. Le prove sono state effettuate utilizzando piante di pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.) da mensa. I moduli per la sperimentazione sono stati posizionati in più stazioni all'interno dell'area di studio e disposti in maniera randomizzata per limitare la variabile legata all'esposizione alla luce. La resa è stata valutata considerando il pomodoro a piena maturazione. Una concimazione di base è stata effettuata per entrambi i substrati in fase di preparazione con 25 g di NPK titolo 20:20:20 contenente anche Fe 5 g/kg, Zn 5 g/kg, Mg 1000 g e con 1 g di micro elementi-Mikrom (boro 0,5%; rame 0,5%; rame-EDTA 0,5%; ferro 4%; ferro-EDTA 4%; manganese 4%; manganese-EDTA 4%; molibdeno 0,2%; zinco 1%; zinco-EDTA 1%; ossido di magnesio 3%; anidride solforosa 6%). Il modello di fertirrigazione della prova prevedeva un'irrigazione settimanale di 20 L H_2O (per favorire un drenaggio del 20%) assieme alla somministrazione di 3 g di

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ per ciascuna pianta presente nel modulo di coltivazione. Mensilmente, tramite l'irrigazione sono stati aggiunti 25 g di NPK con titolo 20/20/20 e 1 g di microelementi per ciascun modulo.

Al fine di verificare le prestazioni di crescita della pianta in relazione al substrato sono stati valutati tre parametri morfo-agronomici: altezza, periodo di fioritura, numero di fiori per pianta. L'altezza delle piante è stata valutata mensilmente dal colletto all'apice, al fine di verificare la velocità di sviluppo in relazione al substrato. Per quanto riguarda i parametri di fioritura è stato valutato il periodo d'inizio di fioritura e il numero di fiori per pianta durante il primo mese. Il monitoraggio dei moduli ha previsto la misurazione settimanale della conducibilità elettrica con conduttore portatile (AcquaPro, HM digital Inc.) al fine di verificare l'efficacia del piano di irrigazione settimanale (Gonzales *et al.*, 2010) (Krauss *et al.*, 2011). Le analisi svolte per la valutazione dei contaminanti sono state effettuate tramite ICP-Mass (*Inductivity Coupled Plasma-Mass Spectroscopy*). Il prodotto una volta raccolto è stato parzialmente disidratato al sole per 48 ore, quindi trasportato in Italia dove, disidratato ulteriormente per 6 h a 100°C , è stato macinato a finezza di 10μ . Un grammo di materiale per campione è stato mineralizzato con 5 ml di HNO_3 concentrato a 120°C . In seguito i metalli pesanti sono stati analizzati attraverso l'utilizzo di spettrometro di massa a plasma (Varian 820-MS).

Risultati e discussione

Il comportamento delle piante e il loro andamento di crescita sono risultati significativamente diversi per i due substrati analizzati. Le piante hanno mostrato una crescita maggiore nel substrato composto da sabbia e fibra di cocco (fig. 1). Non sono state riscontrate

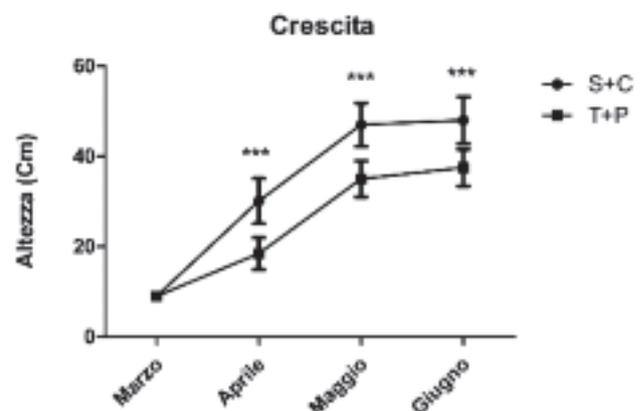


Fig. 1 - Altezza delle piante durante il periodo di coltivazione. I dati sono media \pm SEM (n=4); $p \leq 0,001$.

Fig. 1 - Height of plants during the cultivation period. Data are means \pm SEM (n=4); $p \leq 0,001$.

differenze significative per l'inizio del periodo di fioritura: in entrambi i substrati la fioritura è coincisa scalarmente con il mese di Maggio. Non si sono evidenziate differenze significative riguardo il numero di fiori per pianta (fig. 2). Le stime svolte sul campo in relazione al dato dello sviluppo florale e dalla raccolta del prodotto, hanno valutato la potenziale produzione in circa 2-3 kg di pomodoro a pianta per ciclo colturale. Per quanto riguarda i contaminanti analizzati (metalli pesanti) i livelli riscontrati sono al di sotto dei limiti di legge vigenti in Europa 0,1 mg/kg sia per il piombo (Pb), di circa 10 volte, sia per il cromo (Cr) e cadmio (Cd), entrambi al di sotto di 0,05 mg/kg, tuttavia si sono riscontrati valori maggiori di Cd nei pomodori del mercato rispetto a quelli coltivati in HS; per quanto riguarda i valori di Cr risultano maggiori quelli dei prodotti coltivati in HS rispetto ai valori dei prodotti del mercato, in particolare quelli coltivati in HS su S+C (45.67 $\mu\text{g}/\text{kg DW}$). Per quanto riguarda i valori di alluminio (Al) si sono riscontrate differenze significative fra i diversi prodotti analizzati. La presenza di molibdeno (Mo) è risultata essere maggiore nei prodotti coltivati in HS con substrato di torba e perlite a differenza della combinazione di sabbia e fibra di cocco che risultano avere valori confrontabili con valori dei prodotti del mercato (fig. 3). I risultati hanno mostrato come la tecnica di HS utilizzando substrati locali risulti favorita rispetto al substrato standard T+P e permetta la coltivazione di ortaggi sicuri in un'area degradata equiparabili con gli ortaggi localmente prodotti con metodi tradizionali. I valori di contaminanti sono in linea con valori accettabili per la legislazione Europea e ciò conferma l'efficacia di metodi di coltivazione in HS in situazioni ambientali dall'elevato rischio di contaminazioni come le zone urbane (Orsini *et al.*, 2013).

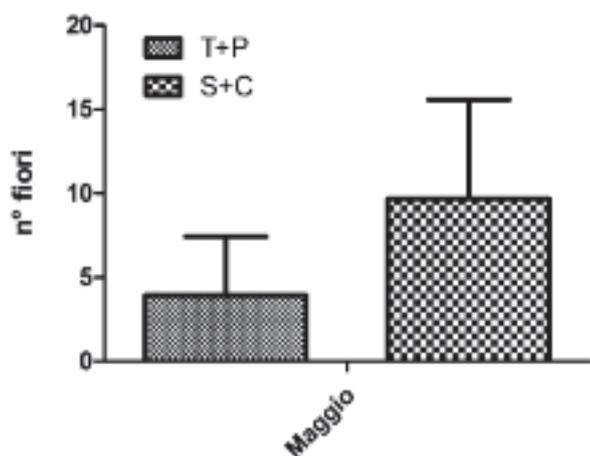


Fig. 2 - Numero di fiori determinate nel mese di massima produzione. I dati sono media \pm SEM (n=4).

Fig. 2 - Flower number measured during the month of higher yield. Data in mean \pm SEM (n=4).

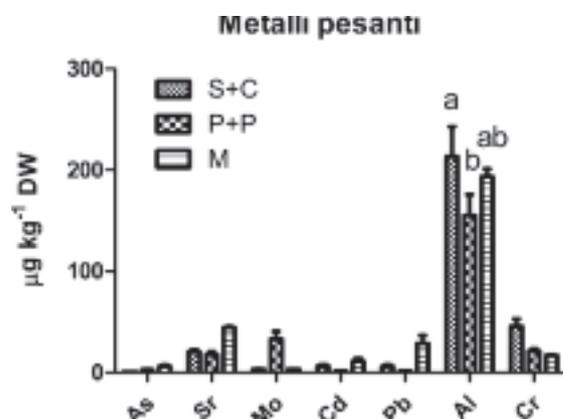


Fig. 3 - Contenuto in metalli pesanti nelle bacche di pomodoro. I dati sono media \pm SEM $p \leq 0,001$ (n=4). M (pomodori comprati dal mercato).

Fig. 3 - Heavy metal content in tomato fruits. Data are means \pm SEM $p \leq 0,001$ (n=4) M (market tomatoes).

Conclusion

La modalità di coltivazione fuori suolo studiata garantisce la sicurezza alimentare dei prodotti coltivati. Favorendo un'integrazione di prodotti orticoli freschi alla dieta della comunità che si basa principalmente sul consumo di cereali. Per quanto riguarda le potenzialità di questa tecnica bisogna sottolineare come questa tecnica HS applicata ai contesti urbani non possa essere la soluzione definitiva per l'insicurezza alimentare nelle grandi città dei paesi in via di sviluppo. Secondo la FAO l'agricoltura Urbana e Periurbana non deve essere considerata solo da un punto di vista produttivo ma anche per le sue ricadute positive dal punto di vista sociale (Cohen and Garret, 2010). La tecnica HS studiata al Cairo, infatti, non solo permette di coltivare con substrati locali in maniera sicura ortaggi freschi, integrativi della dieta, ma incentiva la collaborazione e il coinvolgimento delle fasce più vulnerabili alla malnutrizione come donne e bambini (Galal, 2010).

Riassunto

Scopo di questo lavoro è stato valutare un nuovo sistema di coltivazione idroponico semplificato (SH) adattato all'ambiente arido-urbano del contesto egiziano per coltivare ortaggi privi da contaminazioni. Due miscugli di substrati sono stati valutati: uno standard con torba e perlite (70/30 w/w) e uno con substrati recuperati localmente a basso costo come sabbia e fibra di cocco (50:50 w/w). La determinazione dei metalli pesanti è stata effettuata con *inductively coupled plasma mass spectrometry* (ICP). La crescita delle piante è stata favorita dalla miscela locale e si sono riscontrati bassi livelli di metalli pesanti nei frutti raccolti.

Parole chiave: Sicurezza alimentare; oligoelementi; Agricoltura Urbana.

Bibliografia

- ARMAR-KLEMESU, M., 2000. *Urban agriculture and food security, nutrition and health. Growing cities, growing food.* Urban agriculture on the policy agenda, 99-118.
- BRENNAN, ELLEN M, 1999. *Population, urbanization, environment, and security: a summary of the issues.* Environmental Change and Security Project Report, 5 4-14.
- CHARLES H., GODFRAY J., 2012. *Food Security: The change of feeding 9 Billion People.* Science, 327, 812.
- CHEN S., RAVALLION M., 2010. *The developing world is poorer than we thought, but no less successful in the fight against poverty.* World Bank Policy Research Working Paper Series, Vol (2008).
- COHEN M. J., GARRETT J. L. , 2010. *The food price crisis and urban food (in) security.* Environment and Urbanization, 22.2: 467-482.
- DEATON, A., 1997 *The Analysis of Household Surveys: A Microeconomic Approach.* Johns Hopkins University, London. Press, Baltimore, MD.
- ELIA A., FARINA E., 2010. *Strategies for a sustainable management of water resources in horticulture and floriculture.* Italian Journal of Agronomy, 1(3s), 497-506.
- EL-ZANATY F., WAY A.A., 2006. *Egypt Demographic and Health Survey 2000.*
- ESPOSITO T., 2010. *Agriculture urbaine et periurbaine pour la securite alimentaire en Afrique de l'Ouest. Le cas des micro-jardin dans la municipalite de Dakar.* Università di Milano.
- KRAUSS, S., SCHNITZLER, W. H., GRASSMANN, J., & WOITKE, M., 2006. *The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato.* Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(2): 441-448.
- GALAL O.S., 2001. *The nutrition transition in Egypt: obesity, under nutrition and food consumption context.* Journal of Public Health Nutrition, 5: 141-148.
- GONZALES , J. A., TORU M., AND SHINOHARA Y., 2010 *Uptake ability of tomato plants (Solanum lycopersicum L.) grown using nutrient film technique (NFT) by ascending nutrient concentration method.* Journal of ISSAAS (Philippines).
- MATUSCHKE, I., 2009. *Rapid urbanization and food security: Using food density maps to identify future food security hotspots.* International Association of Agricultural Economists Conference, Beijing, China.
- MOUGEOT, LUC JA, 2006. *Growing better cities: urban agriculture for sustainable development.* IDRC.
- MUBVAMI T., MUSHAMBA S., 2004. *Mainstreaming gender in Urban Agriculture: Application of gender analysis tools: A case study of Musikavanhu Project, Harare; Zimbabwe.* Paper prepared for the Women Feeding Cities Workshop held in Accra, Ghana.
- MUSAIGER ABDULRAHMAN O., ABDELMONEM S. H., AND OBEID O., 2011. *The paradox of nutrition-related diseases in the Arab countries: the need for action.* International journal of environmental research and public health, 8(9): 3637-3671.
- ORSINI F., KAHANE R., NONO-WOMDIM R., GIANQUINTO G., 2013. *Urban agriculture in the developing world: a review.* Agron. Sustain. Dev., 33: 695-720.
- PARDOSSI A., INCRICCI L., MARZIALETTI P., BIBBIANI C., 2009. *I substrati e la coltivazione in contenitore.* Fertilitas Agrorum, 3(1) 22-31.
- SANTOS P.J., OCAMPO E.T, 2005. *Snap Hydroponics: Development & Potential For Urban Vegetable Production.* Philippine Journal of Crop Science, 30(2): 3-1.
- SHEIKH, B. A., 2006. *Hydroponics: key to sustain agriculture in water stressed and urban environment.* Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences.

Uso dei concimi a cessione controllata per una gestione economica ed eco-sostenibile del vivaismo ornamentale

Giorgio Incrocci¹, Luca Incrocci^{1*}, Giulia Carmassi¹, Cecilia Diara¹, Riccardo Pulizzi¹, Paolo Cozzi², Francesco Fibbi², Paolo Marzioletti³ e Alberto Pardossi¹

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali, Università di Pisa

² ICL Specialty Fertilizer, Treviso

³ Centro SPERimentale per il Vivaismo, Pistoia

Use of coated slow-release fertilizers for an economic and environmental-friendly management in the ornamental nursery industry

Abstract. Low nutrient and water use efficiencies are two main problems on the production of Hardy Ornamental Nursery Stock (HONS) plants, in the district of Pistoia (Tuscany, Italy). The aim of this research was to compare the effects of the traditional fertigation (CONTROL) respect to the use of two different controlled slow-release fertilizers (CRFs; STANDARD treatment = OSMOCOTE Exact™ Standard+OSMOCOTE Top Dress™; Hi.END treatment:= Osmocote Exact Hi.End™), on plant growth, nitrogen and phosphorus run-off in two potted HONS species (*Photinia x fraseri* and *Prunus laurocerasus*). Every week, plant height, cumulate irrigation and drainage volumes were measured on four replicates for each treatment and species. Drainage samples were also analyzed for their content on nitrogen and phosphorus in order to calculate the cumulated nutrient run-off. The three different fertilization strategies did not produce any relevant effect on the final plant height and all plants were ranked in the top quality market category. The data confirmed that the use of CRFs could contribute to a huge reduction of nitrogen and phosphorus run-off in the environment and could be a winning strategy for the fertilization of HONS in the nitrate vulnerable zones.

Key words: photinia, cherry laurel leaching, nitrogen, phosphorus.

Introduzione

La provincia di Pistoia è uno dei distretti più importanti in Europa per la produzione di piante ornamentali da esterno. Uno dei maggiori problemi di queste coltivazioni in vaso, è il loro impatto ambientale a causa di una non corretta gestione dell'irrigazione, caratterizzata da elevate percentuali di drenaggio (LF comprese fra 30 e 40%), con conseguenti elevate perdite di nutrienti, principalmente azoto nitrico (fino a 150 kg/ha). Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare gli effetti di tecniche innovative per la fertilizzazione di piante in vaso, quali l'utilizzo di concimi a rilascio controllato rispetto alla tradizionale fertirrigazione, sulla crescita, la qualità commerciale e l'impatto ambientale (azoto e fosforo perso per lisciviazione) in due specie ornamentali (fotinia e lauroceraso).

Materiali e metodi

La prova è stata effettuata nel 2011 presso il Centro SPERimentale per il Vivaismo (CESPEVI), con la collaborazione di Everris, azienda leader nella produzione di concimi a rilascio controllato (CRC) e del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali dell'Università di Pisa.

Le specie utilizzate per la prova sono state la fotinia e il lauroceraso, rinvasate il 15/04/2011, in vasi di diametro 24 cm riempiti con substrato (torba/pomice, 1:1 v:v). Il periodo sperimentale è iniziato il 20 Aprile ed è terminato il 3 Novembre 2011, per un totale di 28 settimane. La densità utilizzata è stata di 2,4 piante al m². I trattamenti posti a confronto sono stati:

- a) Controllo: piante solo fertirrigate, utilizzando UNIVERSOL Blue®, 18-11-18+3MgO+microelementi alla dose di 0,33 g/l;

* luca.incrocci@unipi.it

- b) Hi.End: piante concimate esclusivamente al momento del rinvaso con 6 g/L di OSMOCOTE Exact® Hi.End 15.9.11+2MgO+micro, con cessione di 12/14 mesi. Questo concime è caratterizzato da un tasso di rilascio dei nutrienti ridotto nei primi mesi e più elevato nei successivi;
- c) Standard: Piante concimate con 4 g/l di CRC OSMOCOTE Exact® Standard 15.9.11+2MgO+micro 8/9 mesi. Il 07/09/2011 si è proceduto con una riconcimazione in copertura con OSMOCOTE TopDress® 22.5.6+2MgO+micro 4/5 mesi, a 2 g/L di substrato.

Per ogni specie e per ogni trattamento, sono state campionate 4 repliche, ognuna composta da 6 piante posizionate su una canaletta, in modo da raccogliere settimanalmente tutto il drenato prodotto. Ogni settimana sono stati eseguiti rilievi sull'altezza delle piante, misurato il volume e la conducibilità elettrica (EC) del drenato cumulato e, su base mensile, determinato il suo contenuto in azoto totale e fosfato, allo scopo di registrare la quantità di elementi lisciviati nell'ambiente dalle tre differenti tecniche di fertilizzazione.

Risultati e discussione

A fine prova, la valutazione delle piante da parte di un gruppo di vivaisti esperti ha confermato che l'altezza e la qualità commerciale delle piante non è stata minimamente influenzata dalla tecnica di fertilizzazione. Tuttavia il trattamento STANDARD, nella fotinia, specie a più elevata richiesta di nutrienti, ha ridot-

to del 15% la quantità di biomassa secca prodotta (tab. 1), probabilmente per una ridotta disponibilità di nutrienti nel mese di agosto. Infatti, la più elevata temperatura registrata nel mese di luglio e e nella prima quindicina di agosto rispetto ai valori medi di temperatura della zona, ha incrementato la velocità nella cessione dei nutrienti da parte del CRC, rispetto a quella prevista. Ciò conferma una delle principali caratteristiche di alcuni CRC e cioè che la cessione è funzione della somma termica e del livello di umidità nel substrato o terreno e non del tempo trascorso (Newman *et al.*, 2006).

La percentuale di drenaggio media nelle due specie è stata simile fra i vari trattamenti, ma assai più elevata nel lauroceraso (media dei trattamenti di 42.1%) rispetto alla fotinia (16.3%), in quanto le due specie, pur avendo fabbisogni idrici diversi, erano coltivate nel medesimo settore irriguo (tab. 1), pratica comune nei vivai pistoiesi.

La concentrazione di elementi nutritivi nel drenato dei trattamenti fertirrigati è stata mediamente 2 e 4 volte superiore a quella misurata nei trattamenti con CRC, rispettivamente per P e N (dati non mostrati). Ciò ha comportato una quantità di azoto e fosforo persa per lisciviazione nei trattamenti fertirrigati mediamente da 2 volte (per il fosforo) a 5 volte (per l'azoto) superiore rispetto a quella persa nei trattamenti con uso di soli CRC (tab.1). La quantità di elementi lisciviati nel trattamento fertirrigato è simile a quella riportata da altri autori (Cox, 1993; Broschart, 1995; Incrocci *et al.*, 2014).

Tab. 1 - Effetto di diverse tecniche di fertilizzazione su altezza finale, sostanza secca prodotta, consumi di acqua e quantità somministrate e perdite di azoto e fosforo di Photinia e Lauroceraso, allevate in vasi diametro 24 cm (densità colturale di 2.4 piante/m²). Rinvaso 15/04/2011; rilievo di crescita 3/11/2011. Per ogni parametro e per ogni specie, a lettera differente corrisponde una differenza significativa per $P > 0,05$, in accordo al test della minima differenza significativa ($n=3$). Per la descrizione dei trattamenti si rimanda al testo.

Tab. 1 - Effect of three different fertilization strategies (see the abstract for details) on plant height, total dry weight, water, nitrogen and phosphorus supplied and leached, as determined at the end of growing season (November 3rd, 2011, 202 days from planting). Cultivation in 24 cm pots, plant density 2.4 plants m⁻². For each species and parameter, different letters indicate a significant difference among the treatments, according to ANOVA and Least Significant Difference test ($P < 0,05$).

Parametro	Photinia			Prunus		
	Controllo	Hi.End	Standard	Controllo	Hi.End	Standard
Altezza finale (m)	1,34 A	1,32 A	1,29 A	0,79 A	0,78 A	0,76 A
Sostanza secca parte aerea (kg/m ²)	0,99 A	0,91 AB	0,85 B	0,64 A	0,59 A	0,61 A
Acqua distribuita (L/m ²)	593,8 A	571,0 A	577,6 A	547,0 A	557,1 A	544,8 A
% drenaggio	15,5% B	16,1% B	17,2% A	43,0% A	41,1% A	42,1% A
Drenaggio (L/m ²)	86,6 B	87,2 B	95,3 A	229,7 A	226,2 A	225,8 A
EC drenaggio (mS/cm)	0,75 A	0,68 B	0,66 B	0,74 A	0,64 B	0,65 B
N distribuito (kg/ha)	336,3 A	169,2 B	171,6 B	307,0 A	169,0 B	170,5 B
N Lisciviato (kg/ha)	36,7 A	8,6 B	7,6 B	86,5 A	17,9 B	15,4 B
P distribuito (kg/ha)	90,1 A	52,0 B	46,2 B	82,1 A	51,5 B	45,2 B
P Lisciviato (kg/ha)	4,7 A	1,9 B	2,3 B	10,4 A	4,1 C	6,9 B

Conclusioni

L'utilizzo dei CRC rispetto alla fertirrigazione ha permesso una drastica riduzione del rilascio di nutrienti nell'ambiente, fattore sempre più importante, soprattutto presso le aziende vivaistiche con grandi superfici, al fine di ottenere certificazioni sull'uso di tecniche ecocompatibili, soprattutto in zone soggette a limitazioni nell'uso dei fertilizzanti (esempio: zone vulnerabili all'inquinamento da nitrati, ZVN). Inoltre l'utilizzo di CRC con cessione bifasica (OSMOCOTE Hi.End) ha permesso di semplificare fortemente la gestione della fertilizzazione, eliminando la manodopera necessaria per la fertirrigazione e per la riconcimazione in vaso.

Riassunto

Scopo del presente lavoro è stato quello di valutare l'impatto ambientale e l'effetto sulla qualità commerciale di piante di fotinia e lauroceraso concimate esclusivamente con concimi a lenta cessione (CRC; due trattamenti: OSMOCOTE Exact® Standard, 8/9 mesi+OSMOCOTE TopDress®, 4/5 mesi oppure solo Osmocote Exact Hi.End, 12/14 mesi) oppure fertirri-

gate continuamente (UNIVERSOL Blue® alla dose di 0.33 g/L). La prova è durata 28 settimane. L'uso dei CRC ha permesso una riduzione media (trattamento Hi.End e standard) della lisciviazione di azoto e fosforo rispettivamente del 80% e del 64% rispetto al trattamento fertirrigato, senza significative differenze nella qualità commerciale delle piante.

Parole chiave: fotinia, lauroceraso, lisciviazione, azoto, fosforo.

Bibliografia

- BROSCHART T.K., 1995. *Nitrate, Phosphate, and Potassium Leaching from Container-grown Plants Fertilized by Several Methods*. Hortscience, 30(1): 74-77.
- COX D.A. 1993. *Reducing nitrogen leaching-losses from containerized plants: The effectiveness of controlled release fertilizers*. Journal of Plant Nutrition, 16: 533-545.
- INCROCCI L., MARZIALETTI P., INCROCCI G., DI VITA A., BALENDONCK J., BIBBIANI C., SPAGNOL S., PARDOSSI A., 2014. *Substrate water status and evapotranspiration irrigation scheduling in heterogeneous container nursery crops*. Agricultural. Water Management, 131: 30-40.
- NEWMAN P., ALBANO J.P., MERHAUT D.J., BLYTHE K., 2006. *Nutrient release from Controlled-Release Fertilizers in a neutral-pH substrate in an outdoor environment: I leachate electrical conductivity, pH, and nitrogen, phosphorus, and potassium concentrations*. HortScience, 41(7): 1674-1682.

Uso di biochar e compost come sostitutivi di perlite e torba per la produzione di piante ornamentali in vaso: Esperienza su *Viburnum lucidum* L.

Marcello Militello^{1*}, Giancarlo Rocuzzo², Biagio Torrisi² e Giovanni Gugliuzza¹

¹ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - CREA, Bagheria (PA)

² Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria - CREA, Acireale (CT)

Biochar and compost as substitute of peat and perlite in the ornamental pot plants production. An experiment on *Viburnum lucidum* L.

Abstract. The increased costs of peat (PT) and perlite (PR) commonly used in the nurseries, has recently focused research to the study of sustainable raw materials for substrates, available at local level. Biochar (B) and compost (C), by-products of other production chains, play a relevant role in this context. The aim of this work was to evaluate the effect of the replacement of peat and perlite with compost and biochar on plant growth. A six-months greenhouse trial in 3 L pots was performed in a fully randomized experimental design (n=21) on *Viburnum lucidum* L. cuttings. Several parameters, related to the plant and to the substrate, shown the advantages of physical, chemical, and nutritional intake of biochar and compost in the production of potted plants.

Plant height, leaf number and leaf area were influenced by the presence of biochar and compost in the substrate, these improve the growth performance when compared with a peat-perlite substrate. The increased growth was probably due to the major nitrogen availability in the substrate.

Key words: substrates, nitrogen, panel test, pH, electrical conductivity.

Introduzione

Nella produzione di piante ornamentali in vaso è largamente impiegato come substrato di allevamento, un miscuglio di torba e perlite opportunamente dosato in funzione dei fabbisogni di ogni specie. Le caratteri-

stiche chimico-fisiche della torba garantiscono buone disponibilità nutrizionali ed un'elevata riserva idrica contenendo molto il peso finale del vaso. La perlite invece, garantisce un corretto drenaggio dell'acqua ed un'ottimale aereazione del substrato, contribuendo inoltre al corretto mantenimento dei parametri chimico-fisici per la pianta.

Nell'ultimo decennio, l'interesse dei vivaisti e dei produttori di substrati, si è focalizzato su altre matrici organiche di più facile reperibilità e con costi di approvvigionamento contenuti come ad esempio il compost. Diversi studi hanno valutato gli effetti del compost nei sistemi fuori suolo (Bhat *et al.* 2013; Dede *et al.* 2009; De Lucia *et al.* 2013; Wilson *et al.* 2001). Il biochar, ottenuto dalla pirolisi di materiale legnoso, viene recentemente utilizzato come ammendante sia in pieno campo che nelle produzioni in vaso (Beesley *et al.* 2011; Dumroese *et al.* 2011; Laird 2008); anche se recenti studi ne hanno evidenziato le potenzialità come sostituto della perlite nella produzione in vaso di specie ornamentali e ortive (Northup 2013).

Scopo del presente lavoro, è stato quello di valutare substrati alternativi a quelli impiegati nella produzione vivaistica fuori suolo per la produzione di piante di *Viburnum lucidum*, sostituendo progressivamente la matrice organica (torba) e quella minerale (perlite), con compost e biochar rispettivamente.

Materiali e metodi

Partendo da un substrato a base di torba e perlite (50:50 V/V), i substrati sono stati realizzati sostituendo in rapporti crescenti la torba con il compost e la perlite con il biochar come riportato nella tabella 1. La prova è stata svolta in serra fredda presso le strutture del CRA-SFM di Bagheria (PA) (38° 5'28"N; 13°31'18"E; 23 m. s.l.m.). Le piante, provenienti da

* marcello.militello@crea.gov.it

Tab. 1 - Substrati messi a confronto durante la prova.
 Tab. 1 - Substrates compared during the trial.

Trattamenti	Compost	Torba	Perlite	Biochar
PP	0	50	50	0
C25	25	25	50	0
C50	50	0	50	0
B25	0	50	25	25
B50	0	50	0	50
BC	50	0	0	50

talea, e travasate in vasi di plastica di 3 L, sono state concimate con 2 g L⁻¹ di Osmocote Plus (14:13:13 N, P, K più microelementi) ed irrigate giornalmente riportando il contenuto idrico alla capacità di campo. Lo schema sperimentale adottato è di tipo completamente randomizzato con 21 piante per trattamento. Ad inizio e fine prova (dopo 173 giorni) sono stati determinati i valori di sostanza secca delle radici e della parte aerea (fusti e foglie) ed il numero di foglie su un campione di 3 piante per trattamento. Il peso secco è stato determinato in stufa statica posta a 70°C per 48h mentre il numero di foglie è stato determinato con analizzatore di immagini “WinDIAS 3” (Image Analysis System, Delta-T devices LTD, Burwell, Cambridge, England). Sui substrati sono stati determinati: pH, conducibilità elettrica (EC), C_{org}; azoto totale (N) mediante micro-Kjeldahl (Büchi Distillation Unit K370); capacità di campo (CC) e punto di appassimento (PA) sono stati mediante piastra di Richards.

A fine prova è stato effettuato anche un panel test per la valutazione del valore ornamentale delle piante. Ad ogni pianta è stato attribuito un punteggio, che poteva variare da 0 a 5, per 3 differenti parametri (fogliosità, compattezza e vigoria) da tre valutatori indipendenti. La valutazione è stata effettuata disponendo le piante su di uno sfondo neutro tra le 10.00 e

le 12.00 del mattino in condizioni di luce naturale. L'intero set di dati è stato sottoposto ad analisi ANOVA utilizzando la procedura ANOVA del software XLStat e test di Tukey con p<0.05.

Risultati e discussioni

Come mostrato in tabella 2, il substrato composto da torba e perlite presenta un valore di pH chiaramente subacido. E' evidente come la sostituzione sia della matrice organica che di quella minerale comportano un aumento del pH verso la neutralità (B25 e B50) e la subalcalinità (BC, C25 e C50). Tale effetto è riconducibile all'elevato pH del compost e del biochar pari a 8.5 ± 0.3 e 9.6 ± 0.1 rispettivamente (dati non mostrati). La variazione del pH è strettamente correlata alla disponibilità degli elementi nutritivi che, nel caso dei macro elementi (N, P e K) risulta ottimale nella zona tra 6,5 e 8,0 (Marschner 2012).

Il rapporto C/N, mostrato in tabella 2, evidenzia un consistente aumento della dotazione azotata dovuto alla presenza di compost nel substrato (BC, C25, C50), con una conseguente riduzione del rapporto C/N a favore di processi più rapidi di degradazione della sostanza organica. Di contro, la presenza di biochar, aumenta questo rapporto conferendo al substrato doti di elevata stabilità della sostanza organica con una conseguente riduzione della disponibilità azotata per la pianta (B25, B50, PP). In termini di acqua disponibile i diversi substrati presentano differenze evidenti. La sostituzione della torba a favore del compost non influisce sulla capacità di campo, mentre la sostituzione della perlite con il biochar (B50) ne comporta un aumento. La sostituzione, sia parziale che totale, della torba (C25) e della perlite (B50) provoca un evidente riduzione dell'acqua disponibile al punto

Tab. 2 - Caratterizzazione chimica ed idraulica dei substrati in prova.
 Tab. 2 - Chemical and idraulic characterization of the substrates.

Parametri	pH	C.E. [mS/cm]	C/N	C.C.	P.A.	ADM
B25	6,91b	7,62a	73,23a	42,3ab	17,28ab	25,01ab
B50	7,3b	6,31a	70,53a	49,2a	21,12a	28,09a
BC	8,28a	5,83a	24,47b	27,8b	17,85ab	9,95b
C25	8,04a	8,18a	17,16b	42,22ab	20,9a	21,32ab
C50	8,35a	5,18a	12,8b	37,22ab	17,29ab	19,93ab
PP	4,58c	9,4a	54,39a	38,26ab	9,09b	29,17a
Modello	< 0,0001	0.0564	< 0,0001	0.0306	0.0549	0.0486
Trattamenti	< 0,0001	0.0631	< 0,0001	0.0162	0.0268	0.0165
Repliche	0.4655	0.1014	0.6437	0.4838	0.7704	0.986

I valori riportati rappresentano la media di 3 campioni. pH e Conducibilità elettrica (C.E.) in soluzione acquosa 1-5 v-v; C/N come rapporto tra carbonio organico totale e azoto totale; Capacità di Campo (C.C.) e Punto di Appassimento (P.A.) con piastre di richards; Acqua disponibile massima (ADM) come differenza tra C.C. e P.A.

I dati sono stati sottoposti ad analisi ANOVA e le medie separate mediante test di Tukey p>0.05.

di appassimento. Queste variazioni determinano una consistente riduzione dell'ADM (acqua disponibile massima) che in alcuni casi, si riduce a circa il 10% in volume dell'intero substrato (BC 9,95 % V/V). Tale differenza risulta significativa se confrontata con il substrato composto da sola torba e perlite (PP 29,17 % V/V) e contenente compost (B50 28,09 % V/V). Gli effetti dei substrati in prova, sui parametri biometrici di piante di viburno sono riportati in tabella 3. È possibile notare come, in termini di altezza della pianta, i substrati C25 e BC abbiano fatto registrare i valori maggiori. Ciò è dovuto probabilmente ad una maggiore disponibilità azotata, legata ad un ottimale C/N. La maggiore disponibilità azotata dei substrati C25 e BC ha determinato un maggiore accumulo di sostanza secca, sia nell'apparato radicale (S.S. radici) che aereo (S.S. aereo) ed un maggior numero di foglie. La differente risposta delle piante ai diversi substrati in prova viene confermata pienamente dal panel test (tab. 4). Nello specifico l'attribuzione dei punteggi,

nei tre parametri definiti dal panel, evidenzia un'elevata correlazione (0.72 ± 0.05) con i dati biometrici misurati analiticamente (matrice di correlazione non mostrata).

Conclusioni

I dati presenti in bibliografia, ed i risultati ottenuti dal presente studio, suggeriscono l'impiego di queste matrici come sostitutivi parziali di torba e perlite nei substrati di coltivazione di Viburno. L'aggiunta di compost comporta un incremento della disponibilità azotata, stimolando lo sviluppo vegetativo della pianta. Va segnalato comunque che, un'elevata presenza di compost nel substrato sembra non avere effetti stimolanti sulla pianta. Tale fenomeno potrebbe essere dovuto al pH alcalino del substrato che limita la disponibilità dell'azoto per la pianta (Côté *et al.* 2000; Ste-Marie, Paré 1999).

Tab. 3 - parametri biometrici delle Piante allevate nei substrati in prova.
Tab. 3 – Biometrical parameters of the plants growth on the experimental substrates.

Parametri	Altezza [cm]	S.S. radicale [gr.]	S.S. aerea [gr.]	Foglie [N°]
B25	67,83a	15,93ab	29,2b	56bc
B50	47,73b	8,07b	14b	28,67c
BC	70a	21,87a	67,8a	112,33a
C25	76,83a	22,33a	77,7333a	102,67a
C50	51,83b	12,47ab	28,2b	75,67ab
PP	43,67b	8,4b	19,7333b	39,67bc
Modello	< 0,0001	0,0148	0,002	0,0005
Trattamenti	< 0,0001	0,0063	0,0002	0,0002
Repliche	0,0544	0,9051	0,7661	0,3689

I valori riportati rappresentano la media di 3 campioni. Altezza, espressa come distanza tra il colletto radicale e l'apice vegetativo del getto più alto. Sostanza Secca (S.S.) determinata in stufa a 70°C per 48H. numero di Foglie determinato con analizzatore di immagine WinDias. I dati sono stati sottoposti ad analisi ANOVA e le medie separate mediante test di Tukey $p > 0.05$

Tab. 4 - Valutazione del valore ornamentale delle piante allevate nei substrati in prova.
Tab. 4 - Panel test Scores of the ornamental value of the plants growth on the experimental substrates.

Parametri	SC colore	SC fogliosità	SC compattezza	Total Score/10
B25	3,6 bc	2,2 c	2 b	5,2 b
B50	3 c	2,1 c	1,9 b	4,7 b
BC	4,8 ab	4,9 a	4,2 a	9,3 a
C25	5,00	4,7 ab	4,2 a	9,3 a
C50	4,2 abc	3,2 bc	2,3 b	6,5 b
PP	3,4 bc	2,2 c	1,6 b	4,8 b
Modello	0,0077	0,0004	0,0001	0,0002
Trattamenti	0,0034	0,0002	< 0,0001	< 0,0001
Repliche	0,6084	0,6607	0,051	0,3687

I valori riportati rappresentano la media di 3 valutazioni indipendenti. I punteggi (SC) sono stati assegnati per colore, fogliosità e compattezza della chioma su una scala da 0 a 5. Il punteggio totale (Total Score) è ottenuto per somma dei singoli punteggi e rapportati in decimi. I dati sono stati sottoposti ad analisi ANOVA e le medie separate mediante test di Tukey $p > 0,05$.

Riassunto

Il presente lavoro, riporta i risultati di una sperimentazione in vaso, mirata alla valutazione degli effetti della presenza di compost e biochar nei substrati di allevamento di piante di *Viburnum lucidum* L. Sei miscele a differente contenuto di torba, perlite, compost e biochar, sono state messe a confronto su piante allevate in vaso da 3 L. I parametri biometrici e chimici, relativi alla pianta e al substrato, evidenziano i vantaggi chimico-fisici e nutrizionali dell'apporto di queste matrici nel substrato. Le migliori performance ottenute dalle piante allevate in presenza di compost e biochar, ne suggeriscono l'impiego per l'allevamento in vaso di *Viburnum lucidum*.

Parole chiave: substrati, azoto, panel test, pH, conducibilità elettrica.

Bibliografia

- BEESLEY L., MORENO-JIMÉNEZ E., GOMEZ-EYLES J.L., HARRIS E., ROBINSON B., SIZMUR T., 2011. *A review of biochars' potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils*. Environ. Pollut., 159:3269–82.
- BHAT N., ALBAHO M., SULEIMAN M., THOMAS B., GEORGE P., ALI S.I., 2013. *Growing Substrate Composition Influences Growth, Productivity and Quality of Organic Vegetables*. Asian J. Agric. Sci., 5:62–66.
- CÔTÉ L., BROWN S., PARÉ D., FYLES J., BAUHUS J., 2000. *Dynamics of carbon and nitrogen mineralization in relation to stand type, stand age and soil texture in the boreal mixed-wood*. Soil Biol. Biochem., 32:1079–1090.
- DE LUCIA B., VECCHIETTI L., RINALDI S., RIVERA C.M., TRINCHERA A., REA E., 2013. *Effect of Peat-Reduced and Peat-Free Substrates on Rosemary Growth*. J. Plant Nutr., 36:863–876.
- DEDE Ö., KÖSEOĞLU G., OZDEMIR S., CELEBI A., 2009. *Effects of organic waste substrates on the growth of impatiens*. Turkish J., 30:375–381.
- DUMROESE R.K., HEISKANEN J., ENGLUND K., TERVAHAUTA A., 2011. *Pelleted biochar: Chemical and physical properties show potential use as a substrate in container nurseries*. Biomass and Bioenergy, 35, 2018–2027.
- NORTHUP J.I., GLADON R.J., 2013. *Biochar as a replacement for perlite in greenhouse soilless substrates*. Graduate Theses and Dissertations. Iowa State University. Digital Repository Paper 13399, pp 65.
- STE-MARIE C., PARÉ D., 1999. *Soil, pH and N availability effects on net nitrification in the forest floors of a range of boreal forest stands*. Soil Biol. Biochem., 31:1579–1589.
- WILSON S.B., STOFFELLA P.J., GRAETZ D. A., 2001. *Use of Compost as a Media Amendment for Containerized Production of Two Subtropical Perennials*. J. Environ. Hortic., 19:37–42.

Consumi idrici e nutrizione azotata di rosa da fiore reciso allevata in fuori suolo su substrati inorganici

Roberta Paradiso* e Giancarlo Barbieri

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli Federico II

Water consumption and nitrogen uptake of rose plants for cut flowers grown in soilless culture on inorganic substrates

Abstract. The aim of the study was to evaluate the influence of two substrates, lapillus and perlite, on water and nitrogen uptake of three cultivars of rose for cut flowers, *Dallas*, *Red France* and *Lovely Red*, grown with the bent shoot technique in an open-loop hydroponic system. Research was carried out in , in a heated glasshouse (set point), shaded at 60% from March and cooled above from May. Plants were grown in gullies, at the density of 6 plants m⁻², and fertigated with a drip system. The nutrient solution contained in mg L⁻¹: 105 N-NO₃, 49.3 P, 133 K; electrical conductivity was 2.0 dS m⁻¹ and pH 6.5. Water retention curves and the main hydraulic properties were previously determined in order to adapt fertigation strategy to the different substrates and more frequent pulses with smaller volume were applied to perlite compared to lapillus. Results revealed that differential fertigation based on physical properties guaranteed similar water supply in the two substrates. The rate of water and nitrogen uptake changes with temperature and solar radiation in greenhouse while was only slightly affected by the growing medium and cultivar. Measurements of leaf water potential during the day and across the seasons showed that the water status of leaf tissue changed mainly with climate conditions, however differences among the cultivars highlighted the need for different fertigation schedule depending on plant specific requirements.

Key words: *Rosa hybrida* L., hydroponics, nutrient uptake, cultivars.

Introduzione

La rosa è tra le principali colture floricole allevate in Italia con sistemi fuori suolo. In tali sistemi, la programmazione della fertirrigazione è fondamentale per la convenienza economica e l'ecocompatibilità degli impianti. In numerosi impianti a ciclo aperto, ancora molto diffusi in Italia, l'efficienza d'uso dell'acqua e dei nutrienti è molto bassa, con volumi percolati e dispersi nell'ambiente elevati (De Pascale *et al.*, 2006). Una conduzione ottimale della fertirrigazione richiederebbe, oltre al controllo efficiente dei parametri climatici in serra, la conoscenza dei fabbisogni specifici della coltura nelle particolari condizioni di coltivazione, anche in funzione delle caratteristiche morfo-fisiologiche dei diversi genotipi e delle proprietà idrologiche dei differenti substrati (Marfà *et al.*, 1998).

Obiettivo della ricerca era valutare l'influenza di due substrati, lapillo vulcanico e agriperlite, sulla nutrizione idrica e azotata di tre *cultivar* di rosa da fiore reciso (*Dallas*, *Red France* e *Lovely Red*) allevate in un sistema idroponico a ciclo aperto.

Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta a Napoli (40° N), presso il Consorzio per lo sviluppo della Floricoltura nel Meridione (*Con.Flo.Mer.*), in una serra in acciaio e vetro, riscaldata in inverno (*set point* 12 °C) e raffreddata in estate (ombreggio al 60% da maggio e *cooling system* oltre da marzo).

Piante di 2 anni erano allevate a "polmone", in canaline di polipropilene, alla densità 6 piante/m² e fertirrigate a goccia con soluzione completa in macro e microelementi (in mg L⁻¹: 105 N-NO₃, 49.3 P, 133 K; CE 2.0 dS m⁻¹ e pH 6.5). La gestione fertirrigua era differenziata sulla base delle proprietà idrologiche del

* rparadis@unina.it

substrato e 2 interventi al giorno in più, di durata inferiore (100 vs 120 secondi) erano effettuati su perlite rispetto a lapillo, per un volume totale equivalente. Il numero di interventi giornalieri è variato nell'anno da 8/6 a 12/10 rispettivamente. La fertirrigazione era alternata a 2 interventi al giorno con acqua allo scopo di prevenire l'accumulo di sali nel substrato.

Il protocollo sperimentale ha previsto il confronto fattoriale tra:

- 2 substrati di coltivazione: lapillo vulcanico e agriperlite.
- 3 cultivar con caratteristiche morfologiche diverse: *Dallas* (stelo lungo), *Lovely Red* (stelo medio) e *Red France* (stelo breve), innestate su *R. Indica Major*.

I rilievi hanno interessato lo stato di idratazione dei tessuti, i consumi idrici e le asportazioni di azoto, e la produzione di steli recisi.

I consumi di acqua sono stati determinati attraverso il bilancio idrico della coltura, sulla base della relazione $C = I - D$, dove C = consumi totali (traspirazione + evaporazione dal substrato), I = volume erogato, D = volume drenato.

La determinazione dell'azoto nelle soluzioni è stata effettuata secondo i Metodi Ufficiali per l'Analisi delle Acque per Uso Agricolo e Zootecnico (D.M. 23/3/2000).

I potenziali idrici fogliari sono stati determinati con Psicrometro WP4 *Decagon Device*, sulle prime 2 foglie completamente sviluppate (a 5 foglioline) a partire dal bocciolo, nell'intervallo tra due fertirrigazioni (tra le 11 e le 13), su 6 piante per ciascuna combinazione *cultivar x substrato* (3 per canalina).

Il disegno sperimentale era uno *Split-plot*, con i substrati di coltivazione nelle parcelle principali e le *cultivar* nelle parcelle secondarie, con 2 osservazioni (canaline) per cella.

Sono riportati i principali risultati ottenuti in 12 mesi di coltivazione. I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica. Il *fitting* dei dati relativi ai consumi idrici, alla percolazione e alle asportazioni di nutrienti è stato realizzato con un programma di regressione non lineare [Software SYSTAT, equazione delle curve: $y = a + b \sin(t)$].

Risultati e discussione

L'andamento dei consumi idrici (medie mensili) ha indicato una periodicità nel corso dell'anno, con un massimo in maggio e una tendenza a consumi più elevati su lapillo nei mesi estivi, probabilmente dovuta alle caratteristiche termiche del substrato (innalzamento termico maggiore ed evaporazione più elevata rispetto a perlite) (De Pascale e Paradiso, 2001), senza differenze di rilievo tra le cultivar (fig. 1). Analogamente, il ritmo di percolazione (espressa in percentuale dell'erogato) ha mostrato una netta ciclicità con variazioni marcate tra le stagioni climatiche (dati non mostrati). La percolazione media mensile è stata minima tra dicembre e febbraio (15%) mentre ha raggiunto il livello massimo in maggio e giugno (52%, nella media dei trattamenti a confronto). Tale andamento riflette una gestione della fertirrigazione tipica in ambiente Mediterraneo, che comporta l'impiego di volumi idrici superiori alle reali esigenze della coltura, con eccessi maggiori nei mesi caldi.

I potenziali idrici fogliari non hanno evidenziato differenze tra i substrati, confermando che la gestione della fertirrigazione è risultata efficace a garantire un rifornimento idrico uniforme nei due substrati. Nel confronto tra le cultivar, invece, le misure hanno mostrato valori più negativi di Ψ totale per , determinati da Ψ osmotico più basso (fig. 2), a indicare un maggiore aggiustamento osmotico da parte delle

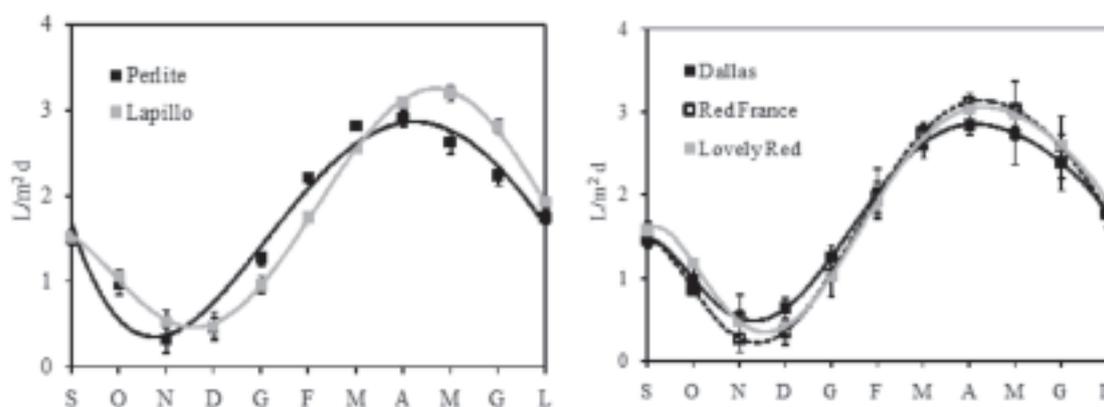


Fig. 1 - Andamento di consumi idrici giornalieri (medie mensili) in rosa allevata in fuori suolo a ciclo aperto, nella media dei substrati (sinistra) e delle cultivar (destra).

Fig. 1 - Time course of daily water consumption (monthly averages) in rose plants grown in open loop hydroponics, on the average of substrates (left) and cultivars (right).

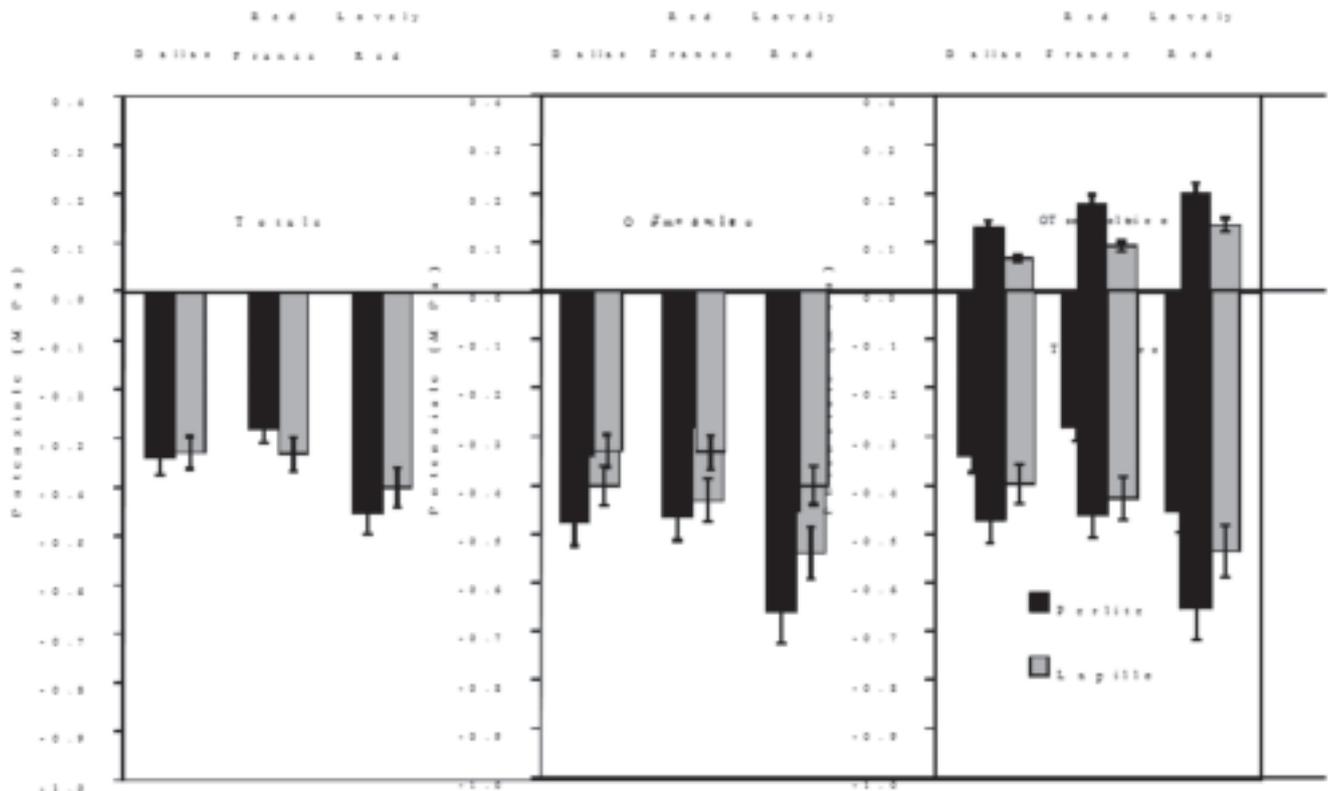


Fig. 2 - Potenziali idrici fogliari in rosa allevata in fuori suolo a ciclo aperto, in funzione del substrato e della cultivar (Media \pm Errore standard, n=6).

Fig. 2 - Leaf water potential of leaves rose plants grown in open loop hydroponics, on the average of substrates and cultivars (Mean values \pm Standard Error, n=6).

piante per il mantenimento del turgore (Baille, 1992).

In 12 mesi di coltivazione, la produzione di steli recisi per m² è stata di 74.5 in *Dallas*, 120.0 in *Red France* e 79.0 in *Lovely Red*, senza differenze significative tra i substrati. L'efficienza dell'uso dell'acqua è stata maggiore in *Red France* (9.3 L stelo⁻¹) e minore in *Lovely Red* (13.4 L stelo⁻¹) e *Dallas* (14.3 L stelo⁻¹). Tale risultato è in relazione alla diversa taglia delle piante nei 3 genotipi e, più in particolare alle differenze di superficie traspirante, crescente dalla prima all'ultima cultivar.

Il ritmo di asportazione dell'azoto ha rispecchiato quello dei consumi idrici (fig. 3), variando da 100 a 660 mg m⁻² giorno⁻¹, quantità paragonabili a quelle registrate nelle stesse cultivar allevate su substrati inerti in condizioni climatiche simili (De Pascale e Paradiso, 2001), con variazioni stagionali simili a quelle descritte per rosa in serra in clima Mediterraneo (Cabrera *et al.*, 1995). La concentrazione apparente di assorbimento dell'N è risultata di circa 222 mg/L, nella media degli 11 mesi di coltivazione, senza differenze significative tra i substrati e le cvs a confronto.

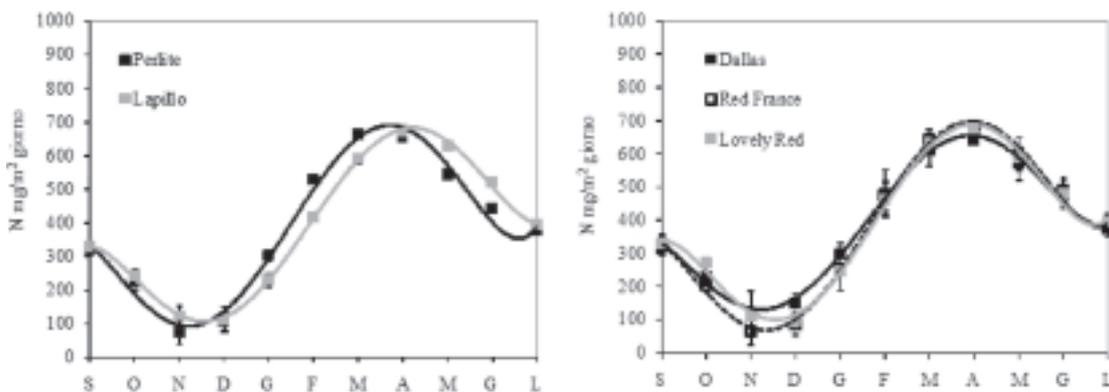


Fig. 3 - Andamento delle asportazioni di azoto (medie mensili) in rosa allevata in fuori suolo a ciclo aperto, nella media dei substrati (sinistra) e delle cultivar (destra).

Fig. 3 - Time course of nitrogen uptake (monthly averages) in rose plants grown in open loop hydroponics, on the average of substrates (left) and cultivars (right).

Conclusioni

Come era da attendersi, i ritmi di asportazione di acqua ed azoto di rosa allevata in fuori suolo a ciclo aperto hanno risentito delle condizioni di temperatura e radiazione solare in serra più che del substrato di coltivazione e della cultivar.

Le differenze emerse nello stato idrico fogliare indicano la necessità adeguare la gestione irrigua alle proprietà idrauliche dei substrati e alle cultivar.

Riassunto

Obiettivo della ricerca era valutare l'influenza di due substrati, lapillo vulcanico e agriperlite, sulla nutrizione idrica e le asportazioni di azoto di tre cultivar di rosa da fiore reciso, *Dallas*, *Red France* e *Lovely Red*, allevate in un sistema fuori suolo a ciclo aperto. I risultati hanno dimostrato che i ritmi di asportazione di acqua ed azoto hanno risentito delle condizioni climatiche in serra più che del substrato di

coltivazione e della cultivar. Differenze emerse nello stato di idratazione dei tessuti indicano tuttavia la necessità adeguare la gestione fertirrigua ai diversi fabbisogni delle cultivar.

Parole chiave: *Rosa hybrida* L., idroponica, asportazioni, cultivar.

Bibliografia

- BAILLE A., 1992. *Water status monitoring in greenhouse*. Acta Horticulturae, 304:15-27.
- CABRERA R., EVANS R.Y., PAUL J.L., 1995. *Cyclic nitrogen uptake by greenhouse roses*. Scientia Horticulturae, 63:57-66.
- MARFÀ O., SAVÈR., BIELC., COHEN M., LLADÒ R., 1998. *Substrate hydraulic conductivity as a parameter for irrigation of carnation soilless culture*. Acta Horticulturae, 458:65-73.
- DE PASCALE S., PARADISO R., 2001. *Water and nutrient uptake of rose growing on two inert media*. Acta Horticulturae, 548: 631-639.
- DE PASCALE S., MAGGIO A., BARBIERI G., 2006. *La sostenibilità delle colture protette in ambiente mediterraneo: limiti e prospettive*. Italus Hortus, Review n. 3, 13 (1): 33-48.

Attività erbicida naturale dell'estratto di etanolo da foglie di *Larrea tridentata* su semi di *Lycopersicon esculentum*, *Lactuca sativa* e *Lolium perenne*

Ramona Pérez-Leal¹, Moises Basurto-Sotelo¹, Juan Manuel Soto-Parra¹, Maribel Torres-Ramos¹, Esther Martínez-Escudero¹, Abelardo Nuñez-Barríos¹, Tilde Labagnara² e Pasquale Cirigliano^{2*}

¹ Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

² Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria - Unità di Ricerca per la Viticoltura (CRA-VIC), Arezzo

Natural herbicide activity of ethanol extract from leaves of *Larrea tridentata* on seeds of *Lycopersicon esculentum*, *Lactuca sativa* and *Lolium perenne*

Abstract. Naturally phyto-toxic substances are recently utilized for the elaboration of environmentally friendly herbicides. The effect of the phyto-toxic activity of *Larrea tridentata* (10 mg L⁻¹ in ethanol) was investigated on seed germination of *Lycopersicon esculentum* M, *Lactuca sativa* L. and *Lolium perenne* L. through biotests in vitro. The random experimental design was set with four repetitions, everyone with ten seeds. The effect of the concentrations (20, 25 e 30 µL) of ethanol extract of *Larrea tridentata* was investigated for the three species mentioned before. No phyto-toxic effects were found and seeds germination was not inhibited by the concentration tested of ethanol extract from the leaf of *Larrea tridentata* (10 mg L⁻¹).

Key words: plant extract, herbicide, tomato, lettuce.

Introduzione

Le sostanze allelopatiche che possono trovarsi in diversi organi della pianta, sono prodotti del metabolismo secondario (Coelho *et al.*, 2008). Esse rappresentano un meccanismo di difesa contro organismi fitopatogeni, erbivori, ed altre piante. L'esposizione della pianta a condizioni avverse e fattori biotici e abiotici influenza la loro sintesi. L'attività allelopatica è usata

come un'alternativa per la realizzazione di nuove tipologie di erbicidi (Chiapusio *et al.*, 2004). I composti allelochimici che ne derivano hanno il vantaggio di essere facilmente biodegradabili e non presentano residualità tossica per gli ecosistemi (Celis *et al.*, 2008). La *Larrea tridentata* (gobernadora), pianta sempreverde, non succulenta e senza spine appartiene al genere delle *Zygophyllaceae*. In Messico, è la pianta che si adatta meglio agli ambienti aridi: può vivere nelle condizioni più estreme che si possono incontrare. Essa è presente nel Deserto Chihuahuense, Sonorense e in Stati come la Baja California Norte, Baja California Sur, Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí y Durango (Lira-Sal, 2003). Tra i vari modi in cui la si utilizza, un ruolo importante lo assume anche nella medicina tradizionale (Abou-Gazar *et al.*, 2004). In campo agronomico, si è dimostrato che i suoi estratti hanno una funzione antimicotica su almeno diciassette funghi fitopatogeni di rilevanza economica. Inoltre, l'estratto e il materiale vegetale incorporati al suolo hanno inibito sei funghi in coltivazione agricola (Lira-Sal, 2003). Le loro proprietà fitotossiche quali inibizione in fase germinativa, crescita radicale e fogliare sono state valutate in zucca, anguria, (Lira-Sal *et al.*, 2008; Gámez *et al.*, 2007) e loglio perenne (Stella, 1984). La ricerca di estratti vegetali con uso potenziale per l'elaborazione di erbicidi di origine naturale, ha indirizzato questo lavoro verso l'obiettivo di valutare l'attività fitotossica di estratti crudi di foglia di *L. tridentata*, in differenti dosi, nelle specie di *L. esculentum*, *L. sativa* e *L. perenne*. *L. esculentum* si è contraddistinta per la sua importanza economica similmente alla *L. sativa*. Dotata di eccellente germinabilità e elevata sensibilità, la *L. sativa* si presta al biotest utilizzato e permette la comparazione dei risul-

* pasquale.cirigliano@cra.gov.it

tati con altri studi (Sobrero, 2008). Il *L. perenne* è stato scelto in quanto rappresenta una delle principali infestanti su colture di cereali come il frumento, l'avena e l'orzo (Pedreros, 2001). In tal senso, esistono informazioni scientifiche circa la resistenza ad erbicidi chimici posseduta da diversi biotipi di *Lolium* (Owen y Powles, 2010).

Materiali e metodi

Le foglie di *L. tridentata* si trovano nelle vicinanze di Aldama (Chihuahua), a 1.440 metri slm (28° 38', 106° 04'); dove il clima predominante è secco. I biotests si sono realizzati nei laboratori del Centro di Ciencias Medio ambientales (CCMA-CSIC) di Madrid, Spagna. Le dosi utilizzate per misurare gli effetti fitotossici dell'estratto crudo della foglia di *L. tridentata* (20, 25 e 30 µL, concentrazione 10 mg L⁻¹) sono state applicate alle specie di *L. esculentum*, *L. sativa* e *L. perenne*.

Preparazione di estratto crudo

Il materiale vegetale raccolto, lavato e seccato a temperatura ambiente, è stato tagliato e posto in stufa per cinque giorni a 40°C e macinato. Per la macerazione, si è utilizzato un solvente di etanolo puro per 48 h. L'estratto è stato concentrato a pressione ridotta in un Rotavapor Büchi R-200 e conservato a -22 °C. I parametri valutati sono stati la percentuale di germinazione, la lunghezza radicale e, solo in *L. perenne*, la lunghezza della foglia.

Stabilizzazione del biotest

I semi utilizzati appartengono a *L. esculentum*

varietà 'Marmand'; *L. sativa* var. 'Carrasco' e *L. perenne* varietà 'Perenne'. I semi sono stati idratati in tubi Eppendorf (12 h) e, prima del test, sono state aggiunte le dosi corrispondenti. I semi, una volta asciutti, sono stati collocati in casse di plastica, con dieci semi per disco e idratati con 500 µL di acqua distillata. Le casse sono state collocate nella stanza di germinazione per un fotoperiodo 16:8 (L:O) a 23-24°C, con 60-70 % di umidità relativa. L'etanolo puro è stato utilizzato come testimone. I rilievi sono stati eseguiti con intervalli di ogni 24 h per sei giorni (144 h). Al termine del test, 25 piante per trattamento sono state prelevate a caso misurandone la lunghezza delle radici e delle foglie con il programma Image J versión 1.37r. 2006. L'effetto dei trattamenti è stato verificato mediante l'analisi ANOVA, e successivo metodo di Tukey (P = 0.05).

Risultati

Fitotossicità nella *Lycopersicon esculentum*

Nessuna delle dosi del trattamento ha avuto effetti significativi di inibizione nella germinazione e nella lunghezza radicale della piantina di *L. esculentum* (tab. 1).

Fitotossicità nella *Lactuca sativa*

Per quanto riguarda la *L. sativa*, non si è evidenziata inibizione della germinazione avendo riscontrato il 100 % della germinazione il secondo giorno. Tutte le dosi hanno compromesso significativamente la crescita dell'apparato radicale causando deformazioni all'aumentare della dose (tab. 1).

Tab. 1 - Attività fitotossica di estratti crudi di foglia di *Larrea tridentata* su *L. esculentum*, *L. sativa* e *L. perenne*.
Tab. 1 - Phyto-toxic activity of *Larrea tridentata* raw leaf extract on *L. esculentum*, *L. sativa* and *L. perenne*.

Specie	Trattamento (b)	Germinazione (%)						Lunghezza radice (cm)
		24	48	72	96	120	144	
<i>Lycopersicon esculentum</i>	20 µL	0a	37a	65a	97a	100a	100a	7,2a
	25 µL	0a	32a	57a	92b	100a	100a	6,2ab
	30 µL	0a	27a	62a	97a	100a	100a	6,5ab
	Testimone	0a	25a	50a	85b	100a	100a	5,7b
<i>Lactuca sativa</i>	20 µL	82a	100a	100a	100a	100a	100a	1,3b
	25 µL	75a	90a	97a	97a	97a	97a	0,7c
	30 µL	75a	95a	97a	97a	97a	97a	0,2c
	Testimone	97a	100a	100a	100a	100a	100a	5,0a
<i>Lolium perenne</i>	20 µL	0a	0a	0a	22ba	50a	50a	2,5b
	25 µL	0a	0a	0,3a	27ba	52a	52a	2,5b
	30 µL	0a	0a	0a	10b	42a	42a	2,4b
	Testimone	0a	0a	10a	35a	60a	60a	3,8a

Fitotossicità nella *Lolium perenne*

In *L. perenne*, non sono state evidenziate differenze nei trattamenti per quanto riguarda la percentuale di germinazione. In relazione alla lunghezza radicale, le tre dosi applicate hanno mostrato inibizione significativa specialmente la dose maggiore (30 µL). Le dosi 25 e 30 µL hanno mostrato fitotossicità compromettendo significativamente la crescita della foglia rispetto al testimone.

Discussione

In letteratura non vi sono lavori sulle specie studiate ma, ci sono evidenze di studi simili (Gámez *et al.* 2007) che riportano effetti di estratti etanolici (stelo e foglia al 5 %) di *L. tridentata* su semi di *Physalis*. Estratti resinosi di Gobernadora hanno avuto un effetto biostimolante nella germinazione dei semi e nella crescita di piantine di fagiolo, mais e lattuga (Lira-Sal. *et al.* 2008). Per questo si suggerisce il proseguimento dei test in questa direzione per valutare l'effetto biostimolante dell'estratto con differenti concentrazioni. Stella *et al.* (1984), sottolineano un'inibizione della crescita dell'apparato radicale e dell'ipocotile della *L. sativa* con estratti dove il componente principale della *L. tridentata* è l'acido nordihydroguaiaretico (NDGA).

Conclusioni

Gli estratti crudi etanolici di foglia di *L. tridentata* non mostrano effetti fitotossici nella *L. esculentum* in nessun trattamento per quanto riguarda la percentuale di germinabilità nelle tre specie. Nella *L. sativa*, invece, mostrano proprietà fitotossiche inibendo significativamente la crescita radicale con aumento del danno all'aumentare delle dosi. Nello stesso modo si è inibita la crescita radicale e fogliare nel *L. perenne*.

Riassunto

Per contribuire alla ricerca di sostanze potenzialmente fitotossiche ai fini dell'elaborazione di erbicidi ecocompatibili, si sta tornando all'uso delle piante con funzione erbicida. A tal fine l'attività fitotossica dell'estratto etanolico da foglia di *Larrea tridentata* (10 mg L⁻¹) è stata valutata su semi di *Lycopersicon esculentum* M, *Lactuca sativa* L. e *Lolium perenne* L. mediante biotests in vitro. Quattro ripetizioni, ciascu-

na con dieci semi, hanno costituito il disegno completamente casuale. Sono state valutate: percentuale di germinazione, lunghezza radicale e lunghezza delle foglie. Gli estratti da foglia di *Larrea tridentata*, nella concentrazione testata, non risultano fitotossici, né inibiscono la germinazione delle specie testate.

Parole chiave: estratti vegetali, erbicidi, pomodoro, lattuga.

Bibliografia

- ABOU-GAZAR H., BEDIR E., TAKAMATSU S., FERREIRA D., KHAN I., 2004. *Antioxidant lignans from Larrea tridentata*. *Phytochemistry*, 65: 2499-2505.
- CELIS A., MENDOZA C., PACHÓN M., CARDONA J., DELGADO W., CUCA L. E., 2008. *Plant extracts used as biocontrol with emphasis on Piperaceae family*. *Agronomía Colombiana*, 26 (1): 97-106.
- CHIAPUSIO G., SÁNCHEZ A. M., REIGOSA M. J., 2004. *Do germination indices adequately reflect allelochemical effects on the germination process?* *Journal of Chemical Ecology*, 23 (11): 2445-2453.
- COELHO DE OLIVEIRA D., GONÇALVES S. G. L., DOS SANTOS I. R. M., 2008. *Phytotoxicity of the extracts of Lonchocarpus muehlbergianus Hassl. (Fabaceae) leaflets and galls on seed germination and early development of lettuce*. *Acta Botânica Brasileira*, 22 (4): 1095-1100.
- GÁMEZ G. H., MORENO L. S., RUIZ G. A. E., 2007. *Efectos Alelopáticos de Larrea tridentata, Karwinskia humboldtiana y Helietta parvifolia sobre la Germinación de Cultivos de Importancia Económica*. IX Congreso de ciencia de los alimentos y V foro de ciencia y tecnología de alimentos Facultad de Ciencias Biológicas. UANL (México). pp. 432-438.
- LIRA-SALDIVAR R. H., 2003. *Estado actual del conocimiento sobre las propiedades biocidas de la gobernadora (Larrea tridentata D.C. coville)*. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 2: 214-222.
- LIRA-SALDIVAR R. H., DÍAZ-CORTES Z., SÁNCHEZ-RIVERA Y. E., ALEMÁN-GRANADOS F. J., MOLINA-ABADÍA G. S., FACIO-PARRA F., VAZQUEZ-BADILLO M. E., RUIZ-TORRES N. A., 2008. *Promoción de la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de cultivos básicos y hortícolas con extractos de Larrea tridentata*. In: *Tecnologías Sustentables en Semillas*. Ed. (México): 184-197.
- OWEN J M., POWLES S B., 2010. *Glyphosate-resistant rigid ryegrass (Lolium rigidum) populations*. *Western Australian Grain Belt Weed Technology*, 24 (1): 44-49.
- PEDREROS A. L., 2001. *Wild oat (Avena fatua L.) and italian ryegrass (Lolium multiflorum Lam.) effect on wheat yield at two locations*. *Agricultura Técnica (Chile)*: 294-305.
- SOBRERO M. C., RONCO A., 2008. *Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga Lactuca sativa L. Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo*. In: R. P. Ramírez y C. A. Mendozaed., (México): 55-69.
- STELLA D. E., KENNETH L. S., 1984. *Phytotoxic properties of nordihydroguaiaretic acid, a lignan from Larrea tridentata (Creosote bush)*. *Journal of Chemical Ecology*, 11: 1561-1573.

Azolla: un nuovo componente per sostituire la torba nei substrati dell'olivo

Raffaella Petruccelli^{1*}, Caterina Briccoli Bati², Pietro Carlozzi³, Giulia Padovani³, Nadia Vignozzi⁴, Giorgio Bartolini¹

¹Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree (IVALSA-CNR), Sesto Fiorentino (FI)

²Centro di Ricerca per l'Olivicoltura e l'Industria Olearia (CRA-OLI), Rende (CS)

³Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ISE-CNR), Sesto Fiorentino (FI)

⁴Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia (CRA-ABP), Firenze

Azolla: a new component to substitute peat in olive nursery growing media

Abstract. This study involves the use of Azolla, as a growing media component in olive nurseries. Four treatments were established, based on the addition of increasing quantities of Azolla (0%, 25%, 50%, 100%). Some physical and chemical properties of media, the growth, and nutritional state of olive plants were determined. The physical and chemical properties of the media were significantly affected by the Azolla content. Nursery-produced olive plants grown in substrates supplemented by 50 % of Azolla displayed linear growth and the total biomass production greater than those of the control medium. The research indicated that Azolla may be suitable substrate component for olive plants grown in containers.

Key words: growing media, *Azolla filiculoides*, *Olea europaea* L.

Introduzione

La torba è un componente abituale dei substrati di crescita; le piante di olivo sono oggi prodotte in contenitori con substrato di torba e pomice. L'incremento del prezzo di torbe di qualità, il loro esaurimento e motivi di tutela ambientale (UE92/43) hanno reso necessario la ricerca di materiali sostitutivi. Con riferimento alla produzione vivaistica olivicola, le poche esperienze condotte hanno utilizzato compost e fibra di cocco (Cimato *et al.*, 2001; Mugnai *et al.*, 2007); i risultati ottenuti non sono standardizzati e utilizzati in vivaio.

Azolla filiculoides Lam. è una piccola felce introdotta in Europa nel corso del 19° secolo e naturalizza-

ta in diversi paesi (Prelli, 2002). La sua caratteristica peculiare è il rapporto simbiotico con il cianobatterio *Anabaena azollae* che permette la fissazione atmosferica di azoto. Questa felce è stata usata come fertilizzante verde per diverse specie (Pabby *et al.*, 2003) e come componente di substrati di crescita per le piante ornamentali (Mirhosseini *et al.*, 2012).

Obiettivo della ricerca è quello di indagare l'uso di Azolla come sostituto della torba nel substrato per la coltivazione di piante d'Olivo in contenitore.

Materiali e metodi

L'Azolla è stata preparata dall'ISE-CNR (Carlozzi *et al.*, 1986). A novembre 2012 barbatelle radicate di olivo (cv Maurino) di 4 mesi sono state poste in contenitori di 1.3 l e fatte crescere sui substrati: S1: 50% torba+50% pomice (substrato standard - Controllo), S2: 25% torba+25% Azolla+50% pomice, S3: 50% Azolla+50% pomice S4: 100% Azolla. Le piante sono state allevate in serra a temperatura controllata (16-28 °C) e fertirrigate settimanalmente (Tattini *et al.*, 1986). I substrati sono stati analizzati per le caratteristiche fisico-chimiche (Pardossi *et al.* 2009). A fine primo ciclo vegetativo (marzo-ottobre 2013) sulle piante, escludendo i primi 12/15 cm della talea, sono stati rilevati: accrescimento lineare (accrescimento dell'asse principale e dei germogli laterali), diametro fusto e materia fresca e secca prodotta. Sono stati inoltre determinati: *Absolute Growth Rate* ($AGR = \frac{W_1 - W_0}{t_1 - t_0}$; W_1 e W_0 pesi totali ai tempi t_1 e t_0) e *Sturdiness Quotient* ($SQ = H/D$). Le foglie, il legno e le radici delle piante sono stati analizzati per il contenuto in macronutrienti. L'esperienza è stata condotta in un vivaio (Vivai Pietro Pacini) nel distretto olivicolo di Pescia (PT). I dati raccolti sono stati sottoposti all'analisi della varianza e la differenza tra le medie è stata saggiata con il test Tukey ($P \leq 0,05$).

* petruccelli@ivalsa.cnr.it

Risultati e discussione

Le principali caratteristiche chimico-fisiche dei substrati utilizzati sono riportati nella tabella 1.

L'Azolla ha determinato un incremento del pH,

Tab. 1 - Analisi chimico-fisica dei 4 substrati.

Tab. 1 - *Chemical-physical analysis of the 4 substrates.*

Parametro	Substrato				Intervalli ideali*
	S1	S2	S3	S4	
Densità apparente (g cm ⁻³)	0,31a	0,27ab	0,21b	0,08c	< 0,4
Porosità (%)	87a	88a	90a	95a	> 85
Acqua disponibile (%)	17,3a	13,1b	10,1b	8,3c	20-30
pH	6,4b	6,8b	7,8a	7,8a	4,5-6,0
Conducibilità elettr. (dSm ⁻¹)	1,0d	1,4c	1,9b	2,2a	0,75-3,49
Capacità per l'aria (%)	35c	48ab	58ab	68a	20-30

Per ciascuna riga lettere diverse indicano differenze statisticamente significative, Tukey's test (P≤ 0.05)

S1= torba (50%)+pomice (50%); S2= torba (25%)+pomice (50%)+ Azolla (25%); S3= pomice (50%)+Azolla (50%); S4= Azolla (100%).

* da Carmona e Abad (2008)

della conducibilità elettrica e della capacità per l'aria con valori massimi nel substrato S4 (100 % Azolla). Di contro la densità apparente e l'acqua facilmente disponibile hanno registrato un decremento all'aumento della percentuale di Azolla.

I valori del pH e dell'acqua disponibile si discostano in misura apprezzabile dai valori ottimali, il primo per un aumento e il secondo per una diminuzione, ma non sono negativi per la crescita.

I valori dei parametri di crescita sono riportati in tabella 2. L'altezza delle piante è stata influenzata positivamente dall'aggiunta dell'Azolla con il valore più alto osservato nel substrato S3 (50 % Azolla) mentre quello più basso nel substrato S4 (100 % Azolla) (tab. 1). Il diametro dei fusti e la produzione di biomassa hanno mostrato i valori più elevati nel substrato S3 (50 % Azolla), mentre S2 (25 % Azolla) e S4 (100 % Azolla) hanno presentato valori confrontabili con il substrato controllo (S1). Stessi risultati sono stati osservati nel AGR e Sturdiness Quotient (SQ) (tab. 2).

I risultati relativi al contenuto in macroelementi in foglie, legno e radici sono riportati nella tabella 3. I

Tab. 2 - Effetto dei differenti substrati sui parametri di crescita e biomassa prodotta.

Tab. 2 - *Effect of different growing media on growth and total fresh and dry weight.*

Substrato*	Diametro fusto (mm)	Peso fresco totale (g)	Peso secc totale (g)	Legno /radici	AGR (d ⁻¹ x 10 ³)	SQ	Accrescimento totale (cm)
S1	43,2b	13,8b	5,1b	1,62a	16,4b	3,6b	24,3b
S2	43,7b	14,6ab	5,1b	2,22a	16,3b	4,0ab	24,6b
S3	47,2a	16,3a	6,3a	1,60a	21,3a	4,5a	29,5 a
S4	42,1b	11,5c	4,4b	2,46a	13,9b	2,9b	18,1c

Per ciascuna colonna lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (Tukey's test P≤ 0.05)

*riportati in tabella 1.

Tab. 3 - Macro elementi contenuti nei tessuti delle piante allevate in differenti substrati.

Tab. 3 - *Content of macro elements in the tissues of plants grown in different substrates.*

Tessuti	Substrato*	N	P	K	Ca	Mg
Foglie	S1	1,18c	0,10a	0,47a	0,66a	0,06b
	S2	1,29b	0,09a	0,41b	0,48b	0,06b
	S3	1,32b	0,07a	0,39c	0,54b	0,06b
	S4	1,47a	0,08a	0,43ab	0,67a	0,08a
Legno	S1	0,95c	0,07a	0,24c	0,46b	0,05c
	S2	1,00b	0,05b	0,27b	0,49b	0,06bc
	S3	1,05b	0,05b	0,20b	0,46b	0,06b
	S4	1,19a	0,07a	0,29a	0,59a	0,09a
Radici	S2	1,42c	0,18a	0,36b	0,84ab	0,16c
	S3	1,55c	0,10b	0,30c	0,75b	0,18b
	S3	1,71b	0,12b	0,38a	0,79b	0,19b
	S4	1,98a	0,15a	0,31c	0,91a	0,25a

Per ciascuna colonna lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (Tukey's test P≤ 0.05)

*riportati in tabella 1.

valori osservati sono in accordo con quanto riportato in letteratura (Tattini *et al.*, 1986).

Conclusioni

I risultati ottenuti hanno messo in evidenza che:

- le caratteristiche fisiche e chimiche dei substrati addizionati di Azolla possono essere considerate adeguate per la crescita dell'olivo in contenitore;
- l'aggiunta dell'Azolla non ha influenzato negativamente lo sviluppo delle piante; in particolare il substrato S3 (50% Azolla + 50% pomice) ha mostrato i migliori risultati;
- tutti i substrati addizionati di Azolla hanno fornito piante di qualità commerciabili.

Il presente studio suggerisce che l'Azolla può sostituire parzialmente o totalmente la torba nei substrati dell'olivo riducendo il costo di produzione delle piante in vivaio.

Riassunto

La felce acquatica *Azolla filiculoides* è stata utilizzata come componente di un substrato per l'allevamento in contenitore di *Olea europaea* L. Sono stati utilizzati 4 trattamenti con dosi crescenti di Azolla (0%, 25%, 50%, 100%). Sono state determinate alcune proprietà fisiche e chimiche dei substrati, la crescita, la biomassa prodotta e lo stato nutrizionale delle piante di olivo. I substrati sono risultati idonei allo sviluppo delle piante. La migliore crescita è stata ottenuta nel substrato preparato con l'aggiunta del 50 %

di Azolla. Il presente studio suggerisce che l'Azolla può sostituire parzialmente o totalmente la torba nei substrati dell'olivo.

Parole chiave: mezzo di crescita, *Azolla filiculoides*, *Olea europaea* L.

Bibliografia

- CARLOZZI P., FAVILLI F., PUSHPARAJ B., BALLONI W., 1986. *Biomass production and N₂-fixation by Azolla filiculoides in outdoor mass culture*. In: Terol. S. (Ed.) Proceedings International Congress on Renewable Energy Sources. Madrid, pp. 175-182. 18-23.
- CARMONA E., ABAD M., 2008 *Aplicación del compost en viveros y semilleros*, *Compostaje*, Moreno J. and Moral R. (Eds), Madrid 399-424.
- CIMATO A., SANI G., ATTILIO C., MARZI L., 2001. *Polvere di cocco in vivaio nei substrati artificiali degli olivi*. L'Informatore Agrario, 44: 53-55.
- MIRHOSSEINI M., MOHAMMADI TORKASHVAND A., MAHBOUB KHOMAMI A., 2013. *The possibility using Azolla compost as cultivation bed on the Growth of Dracaena*. Ann. Biological Research, 3: 3760-3764.
- MUGNAI S., AZZARELLO E., MASI E., PANDOLFI C., MANCUSO S., 2007. *Investigating the possibility of peat substitution in olive nurseries with green compost*. Adv. Hortic. Sci. 21, 96-100.
- PARDOSSI A., INCROCCI L., MARZIALETTI P., BIBBIANI C., 2009. *I substrati e la coltivazione delle piante in contenitore*. Fertilitas Agrorum 3 (1) 22-31.
- PABBY A., PRASANNA R., SINGH P.K., 2003. *Azolla-Anabaena Symbiosis- From Traditional Agriculture to Biotechnology*. Indian J. Biotechnol., 2: 26-37.
- PRELLI R., (avec la collaboration M. Boudrie) 2002. *Les fougères et plantes alliées de France et d'Europe occidentale*. Belin, Paris, pp. 432.
- TATTINI M., MARIOTTI P., FIORINO P., 1986. *Fertirrigazione, crescita e analisi fogliare di piante di olivo auto radicate (cv "Frangivento") allevate in contenitore*. Rivista della Ortofrutticoltura Italiana, 70: 439-445.

Un nuovo componente per il vivaismo olivicolo: il biochar

Raffaella Petruccelli^{1*}, Alessandro Pozzi², Massimo Valagussa³, Giorgio Bartolini¹

¹Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree (IVALSA-CNR), Sesto Fiorentino (FI)

²AGT - Advanced Gasification Technology, Arosio (CO)

³MAC - Minoprio Analisi e Certificazioni, Vertemate con Minoprio (CO)

Biochar: a new component in olive nursery growing media

Abstract. This study examined the feasibility of using biochar, made from poplar (poplar biochar, BP) and wheat straw (wheat straw biochar, BPW), as a growing media component in olive nurseries. Seven growing media (S1: 50 % peat + 50% pumice (Control); S2: 25% peat + 50% pumice + 25% BP; S3: 25 % peat + 50% pumice + 25% BPG; S4: 25 % peat + 50 % pumice + 50 % BP; S5: 25% peat + 50% pumice + 50 % BPG; S6: 50 % pumice + 50 % BP; S7: 50% pumice + 50% BPG) were used in a random block design. The physical and chemical properties of the media as well as measures of growth parameters and plant quality indicators (root/shoot ratio and Sturdiness quotient) were determined. The substrates with biochar presented higher values of pH and electrical conductivity than the control. The control substrate (S1) showed the best results in terms of vegetative growth, while in the BPG it was observed lower growth.

Key words: soilless substrate, *Olea europaea* L., growth parameters.

Introduzione

Il Biochar è un sottoprodotto ottenuto dalla conversione termochimica di biomasse ad altissima temperatura e in assenza di ossigeno. Recentemente il termine “biochar” è riferito ai residui organici carboniosi deliberatamente applicati al suolo sia per uso agronomico sia per la gestione ambientale (*International Biochar Initiative* - IBI). L’uso del biochar come ammendante ha ricevuto notevole interesse grazie alla

positiva risposta delle piante in seguito alla sua aggiunta. Il biochar può migliorare la produttività sia direttamente per le sue caratteristiche e il suo contenuto in nutrienti, sia indirettamente, migliorando le caratteristiche fisico-chimiche del suolo e la ritenzione dei nutrienti, modificando la popolazione microbica e promovendo lo sviluppo di funghi micorrizici (Lehmann *et al.* 2011).

Recentemente l’uso del biochar ha trovato applicazione nell’industria vivaistica come componente di un substrato (Dumroese *et al.*, 2011; Tian *et al.*, 2012; Steiner e Hartung, 2014). Con riferimento alla produzione vivaistica olivicola, le piante di olivo sono tradizionalmente prodotte in contenitori su substrato costituito da torba e pomice. La torba, grazie alle sue caratteristiche fisico-chimiche, è considerata un componente “virtualmente” insostituibile per la preparazione di substrati. Tuttavia, l’incremento del prezzo di torbe di qualità, l’esaurimento di una risorsa non rinnovabile e le restrizioni all’estrazione, per motivi di tutela ambientale (direttiva UE92/43), hanno reso necessario, per l’attività vivaistica, la ricerca di materiali alternativi (Herrera *et al.*, 2008). Nel vivaismo olivicolo compost di diversa origine e fibra di cocco sono stati utilizzati come sostituti parziali della torba (Cimato *et al.*, 2001; Mugnai *et al.*, 2007; Nasini *et al.*, 2012;), ma, i risultati ottenuti non sono a oggi standardizzati e utilizzati in vivaio.

L’obiettivo di questa ricerca è di indagare l’uso potenziale del biochar come componente di substrati per la coltivazione di piante di *Olea europaea* in contenitore.

Materiali e metodi

Il biochar utilizzato in questo studio è stato ottenuto da due differenti biomasse: legno di pioppo, (biochar di pioppo - BP) e paglia di grano (biochar di

* petruccelli@ivalsa.cnr.it

paglia di grano - BPG) prodotto dalla ditta AGT (Advanced Gasification Technology, ELY s.p.a., Como).

Piante innestate di circa 16 mesi di età sono state poste (Novembre 2012) in contenitori di 16 cm di diametro (3.4 l) e allevate sui seguenti substrati:

- S1: 50 % torba + 50 % pomice (substrato standard per le piante di olivo in vivaio – Controllo),
- S2: 25% torba + 50% pomice + 25% BP,
- S3: 25% torba + 50% pomice + 25% BPG,
- S4: 25% torba + 25% pomice + 50% BP,
- S5: 25% torba + 25% pomice + 50% BPG,
- S6: 50% pomice + 50% BP,
- S7: 50% pomice + 50% BPG.

Le principali caratteristiche fisico-chimiche dei substrati sono stati determinati in accordo ai metodi standard UNI EN (Comitato Europeo di Normalizzazione - CEN). Le piante sono state allevate in serra a temperatura controllata (16-28° C) e fertirrigate settimanalmente (Tattini *et al.*, 1986). A fine ciclo vegetativo (Novembre 2013) sono stati rilevati: i parametri di crescita e la biomassa fresca e secca prodotta. Sono stati inoltre determinati: il rapporto radici/germogli e il rapporto lunghezza asse principale/diametro, come indicatori della qualità delle piante. L'esperienza è stata condotta nel vivaio Pietro Pacini

nel distretto olivicolo di Pescia (PT). I dati raccolti sono stati sottoposti all'analisi della varianza e la differenza tra le medie è stata saggiata con il test Tukey ($P \leq 0,05$).

Risultati e discussione

Le caratteristiche dei substrati sono state influenzate dall'aggiunta del biochar. In particolare sono stati registrati incrementi statisticamente significativi per i valori del pH e della conducibilità elettrica (tab. 1) che si sono discostati in misura apprezzabile dai valori ottimali riportati in letteratura (Carmona e Abad, 2008).

I parametri vegetativi, altezza piante, numero foglie e diametro del fusto, hanno fatto registrare i valori massimi nel substrato controllo (S1) (tab. 2). Differenze statisticamente significative sono state osservate tra i due biochar e le concentrazioni utilizzate. Le piante allevate in substrati aggiunti di biochar di pino hanno mostrato valori dei parametri di crescita superiori a quelle allevate in substrati con biochar di paglia (tab. 2). Il numero dei germogli, così come gli indici di qualità (rapporto radici/germogli e il rapporto lunghezza asse principale/diametro) non hanno fatto registrare differenze statisticamente signi-

Tab. 1. Caratteristiche fisico-chimiche dei substrati utilizzati.
Tab. 1. Physical and chemical characteristics of the substrates used.

Substrato	Densità apparente (Kg m ⁻³)	Porosità totale (%)	pH	Conducibilità elettrica (mSm ⁻¹)	Acqua disponibile (%)	Capacità per l'aria (%)
S1	2,31a	89,0ab	6,7f	12e	13bc	30b
S2	2,27a	88,0bcd	7,9e	25d	14bc	36a
S3	2,29a	86,3bc	9,0d	25d	12c	33ab
S4	2,03b	88,3abc	9,4c	73a	24a	28bc
S5	1,96b	91,0a	9,3cd	54c	19ab	24c
S6	2,22a	85,4bc	9,8b	65b	12c	32ab
S7	2,22a	83,9c	9,9a	63b	10c	28bc

Per ciascuna colonna lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (Tukey's test $P \leq 0.05$)

Tab. 2 - Effetto dei 2 biochar sulle caratteristiche delle piante di olivo.
Tab. 2 - Effect of the two biochar on the characteristics of olive trees.

Substrato	Altezza totale (cm)	Asse principale (cm)	Numero foglie	Numero germogli	Diametro fusto (cm)	Radici / germogli	Lunghezza / diametro
S1	497,9a	141,1a	336a	23a	8,2a	0,30a	17ab
S2	345,9b	118,1ab	196bc	22a	6,3b	0,36a	19a
S3	293,2bc	97,6cd	187bc	26a	5,5c	0,36a	18a
S4	322,9bc	105,4bcd	209b	25a	5,6cd	0,29a	19a
S5	263,6cd	89,8d	163bc	23a	5,2d	0,35a	17ab
S6	349,7b	116,5abc	226b	24a	6,4b	0,47a	18a
S7	238,6d	92,3d	107c	20a	6,4b	0,46a	14b

Per ciascuna colonna lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (Tukey's test $P \leq 0.05$)

Tab. 3 - Effetto dei due biochar sulla produzione di biomassa fresca e secca (g) nelle piante di olivo
 Tab. 3 - *Effect of the two biochar on the production of fresh and dry biomass (g) in the olive trees.*

Substrato	Peso fresco totale	Peso secco foglie	Peso secco legno	Peso secco radici	Peso secco totale	LMR (%)	WMR (%)	RMR (%)
S1	133,7a	21,5a	32,3a	9,3a	63,7a	37a	54a	17b
S2	68,31b	10,5b	14,7b	4,3bc	28,8b	33a	51a	16ab
S3	45,5bc	8,2b	14,1bc	3,7bcd	26,6b	30a	54a	17ab
S4	61,5b	6,3b	12,5bc	3,5bc	22,0bc	26a	57a	17ab
S5	49,4bc	6,5b	12,3bc	3,2cd	22,1bc	26a	56a	18ab
S6	60,8bc	8,8b	14,3bc	4,6b	27,7b	31a	49a	20a
S7	30,9c	5,3b	8,3c	2,4d	16,0c	31a	49a	20a

Per ciascuna colonna lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (Tukey's test $P \leq 0.05$)

ficative. Differenze significative tra i substrati sono state osservate nella produzione di biomassa fresca e secca prodotta; tuttavia, la distribuzione della biomassa secca in foglie, radici e legno era ugualmente bilanciata in tutti i substrati utilizzati (tab. 3).

Conclusioni

I risultati che scaturiscono da questa preliminare esperienza suggeriscono che i due biochar utilizzati non migliorano la crescita e la qualità commerciale delle piante di olivo. Tuttavia, il biochar ottenuto dal legno di pioppo ha manifestato, rispetto al biochar di paglia di grano, un effetto meno negativo sui parametri di crescita delle piante di olivo. Da qui la necessità di sperimentare nuovi biochar derivati da altre biomasse per ottimizzare lo sviluppo delle piante in contenitore.

Ulteriori ricerche sono in corso con nuovi biochar per determinare le migliori strategie di gestione nutrizionali e programmi di irrigazione specifici, per massimizzare le prestazioni in vivaio di piante di olivo in substrati contenenti biochar.

Riassunto

Piante innestate di olivo cv Leccino sono state allevate in contenitore su substrati con diverse percentuali (v/v) di torba, pomice e due biochar derivati da due biomasse, legno di pioppo e paglia di grano (BP e BPG). Sono state determinate alcune proprietà fisiche e chimiche dei substrati e alla fine della stagione vegetativa i principali parametri di crescita. I substrati addizionati di biochar presentavano valori elevati di pH e conducibilità elettrica molto al di sopra dei valo-

ri ideali. Il substrato controllo (S1) ha fatto registrare i migliori risultati in termini di sviluppo vegetativo, mentre nel BPG è stata osservata la minor crescita.

Parole chiave: *Olea europaea* L., analisi chimico-fisiche, parametri di crescita.

Bibliografia

- CARMONA, E. ABAD, M., 2008. *Aplicación del compost en viveros y semilleros*. In: J. Moreno and R. Moral (Eds). Compostaje. Mundi-Prensa, Madrid, pp. 399-424.
- CIMATO A., SANI G., ATTILIO C., MARZI L., 2001. *Polvere di cocco in vivaio nei substrati artificiali degli olivi*. L'Informatore Agrario, 44: 53-55.
- DUMROESE R. K., HEISKANEN J., ENGLUND K., TERVAHauta A., 2011. *Pelleted biochar: chemical and physical properties show potential use as a substrate in container nurseries*. Biomass and Bioenergy, 35: 2018-2027.
- HERRERA, F., CASTILLO, J.E., CHICA, A.F., LOPEZ-BELLIDO, L., 2008. *Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants*. Bioresour Technol., 9: 287-296.
- LEHMANN J., RILLIG M.C., THIES J., MASIELLO C.A., HOCKADAY W.C., CROWLEY D., 2011. *Biochar effects on soil biota - A review*. Soil Biology & Biochemistry, 43: 1812-1836.
- MUGNAI S., AZZARELLO E., MASI E., PANDOLFI C., MANCUSO S., 2007. *Investigating the possibility of peat substitution in olive nurseries with green compost*. Adv. Hort. Sci., 21: 96-100.
- NASINI, L., PROIETTI, P., FAMIANI, F., BOCO, M., BALDUCCINI, M.A., 2012. *Potential use in olive nurseries of olive cake and compost from animal manure or urban rubbish*. Acta Hort., 949: 431-438.
- STEINER C., HARTTUNG, T., 2014. *Biochar as a growing media additive and peat substitute*. Solid Earth, 5: 995-999.
- TATTINI M., MARIOTTI P., FIORINO P., 1986. *Fertirrigazione, crescita e analisi fogliare di piante di olivo auto radicate (cv "Frangivento") allevate in contenitore*. Rivista della Ortofrutticoltura Italiana, 70: 439-445.
- TIAN Y., SUN X. Y., LI S. Y., WANG H. Y., WANG L. Z., CAO J. X., ZHANG L., 2012. *Biochar made from green waste as peat substitute in growth media for Calathea rotundifolia cv. Fasciata*. Scientia Horticulturae, 143: 15-18.

Osservazioni preliminari sullo stato di micorrizzazione in semenzali di *Quercus ilex* L. sottoposti a stress idrico

Gaia Piazza^{1*}, Marcello Militello², Livio Torta¹, Giovanni Gugliuzza², Vittorio Farina¹ e Santella Burruano¹

¹ Dipartimento Scienze Agrarie e Forestali (SAF), Università di Palermo

² Consiglio per la Ricerca e in Agricoltura e l'Analisi in Economia Agraria, Unità di ricerca per il recupero e la valorizzazione delle specie floricole mediterranee (CRA-SFM), Bagheria (PA)

Preliminary observations on mycorrhizal status in water stressed *Quercus ilex* L. seedlings

Abstract. In recent decades, *Quercus ilex* L., Mediterranean forest species with a strong ecological adaptation, showed flexibility as ornamental plant in the urban environment, and for truffles production in different economic contexts. Considering these characteristics and the limited knowledge on ectomycorrhizal fungi of holm oak in Sicily, preliminary observations on mycorrhizal status and growth of *Q. ilex* seedlings under water stress were conducted. First results showed a percentage of vital ectomycorrhizal root tips greater than control. Morphotype1 was prevailing over Morphotype2. Biometric data indicated a negative effect of water stress on the plant growth dynamics.

Key words: holm oak, ectomycorrhiza, drought.

Introduzione

Quercus ilex L. è una delle specie arboree sempreverdi forestali più rappresentative nel bacino medio-occidentale del Mediterraneo dove, grazie al suo ampio adattamento ecologico, viene anche impiegata a scopo ornamentale in ambienti urbani. Il leccio, naturalmente legato in forma obbligatoria alla simbiosi ectomicorrizica, è anche un ospite di rilievo in ambito tartuficolo, soprattutto nelle zone vocate alla produzione di *Tuber melanosporum* Vittad., pregiato ascomicete micorrizogeno, dagli alti standard produttivi (Dominguez Nunñez *et al.*, 2006). Attualmente infatti, in Francia, Italia e Spagna, terreni agricoli marginali

vengono convertiti a boschi di *Q. ilex*, artificialmente micorrizzati con tartufo nero (Olivera *et al.*, 2011).

La simbiosi ectomicorrizica svolge anche un ruolo fondamentale nel migliorare la tolleranza delle piante a fattori di stress, sia di origine antropica che naturale, spesso derivanti dalla limitata disponibilità d'acqua. La simbiosi micorrizica ha, infatti, effetti diretti e indiretti sul contenuto idrico delle specie arboree associate ed è nota una diversa resistenza specifica delle ectomicorrize (Parke *et al.*, 1983; Garbaye, 2000; di Pietro *et al.*, 2007). I meccanismi proposti in molti studi per spiegare la maggiore tolleranza allo stress idrico includono: maggiore sviluppo radicale (Osonubi *et al.*, 1992); aumento della capacità di estrazione dell'acqua dal suolo (Graham e Syvertsen, 1984); recupero più rapido del potenziale idrico dopo la siccità (Gemma *et al.*, 1997); migliore regolazione osmotica e attività del sistema antiossidante (Davies *et al.*, 1993; Khalafallah e Abo-Ghaila, 2008).

Considerando quindi la plasticità d'impiego di *Q. ilex*, si è ritenuto opportuno indagare sulla simbiosi ectomicorrizica anche negli ambienti siciliani. In particolare, nel presente lavoro si riportano i risultati di osservazioni preliminari inerenti allo stato di micorrizzazione e allo sviluppo di semenzali di leccio sottoposti a differenti livelli di stress idrico.

Materiali e metodi

Semenzali di leccio dell'età di un anno (192 in totale) sono stati posti in vasi da 7 litri, con un substrato composto da sabbia, torba bionda e terra rossa (7:2:1 v/v) e successivamente sottoposti a due tipologie di stress:

- Stress Lieve (SL = I60), trattamento irriguo effettuato una volta raggiunta il 60% dell'acqua disponibile massima (ADM) fino al raggiungimento della capacità di campo (c.c.).

* gaia.piazza@unipa.it

- Stress Forte (SF = I30), trattamento irriguo effettuato una volta raggiunto il 30% dell'ADM fino al raggiungimento della c.c.

Il Controllo (CC) era rappresentato da piante irrigate giornalmente alla c.c. Lo schema sperimentale a blocchi randomizzati ha previsto la scelta di 16 piante per trattamento, replicate nei tre blocchi.

I campioni radicali, selezionati in modo casuale da 10 semenzali rappresentativi per ciascun trattamento (tot 30 cm radice/semenzale), sono stati sciacquati sotto acqua corrente. L'entità della micorrizzazione è stata valutata attraverso il conteggio degli apici micorrizici, mediante osservazione allo stereomicroscopio; inoltre è stata determinata la percentuale di apici micorrizzati vitali rispetto al numero totale di apici colonizzati presenti. E' stata condotta, quindi, una prima identificazione di ogni morfotipo micorrizico, in accordo con gli atlanti delle forme micorriziche di Agerer (1995).

In fase iniziale e finale dell'esperimento, sono stati campionati 6 individui per ciascun trattamento allo scopo di determinare: altezza massima, sostanza secca per organo vegetale (radici, fusti e foglie), rapporto parte epigea/ipogea (S/R).

Per la quantificazione della sostanza secca i campioni vegetali sono stati pesati prima e dopo l'essiccazione (stufa statica, 70° C, 48h).

Risultati e discussioni

I dati relativi allo stato ectomicorrizico dei semenzali di leccio saggiati sono riportati in figura 1. In merito all'identificazione morfologica, sono stati rilevati due morfotipi, denominati M1 e M2 (fig. 2), mentre la valutazione dei parametri biometrici indica un differente comportamento in funzione dei due stress (fig. 3).

L'apparente discordanza fra sviluppo dei semenzali e relativo stato ectomicorrizico potrebbe attribuirsi al tentativo di *Q. ilex* di tollerare la condizione di stress: il maggiore aumento di apici attivi infatti è stato osservato nei semenzali SF, avvalorando quindi il ruolo determinante della simbiosi sul mantenimento della vitalità dell'ospite, piuttosto che sulla crescita. Nel contempo, la predominanza di uno dei due gruppi ectomicorrizici induce ad ipotizzarne un migliore adattamento alla carenza idrica, analogamente a quanto riportato da Coleman *et al.* (1989), che indica la specie fungina ectomicorrizica quale fattore determinante il grado di tolleranza alla siccità delle specie vegetali associate. L'identificazione molecolare a livello di genere e/o specie, attualmente in corso, potrebbe supportare tale ipotesi. Di contro, la scarsa diversificazione biologica della popolazione ectomi-

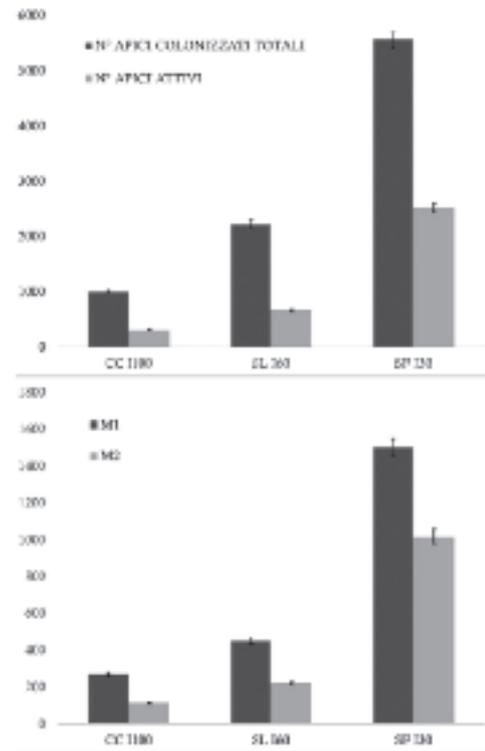


Fig. 1 - Rappresentazione grafica dello stato di micorrizzazione dei semenzali di leccio sottoposti a stress idrico e non: le osservazioni allo stereomicroscopio (LSV 11, Zeiss) evidenziano un incremento del numero degli apici micorrizici attivi nei semenzali sottoposti al trattamento SF. Le barre sulle colonne indicano l'errore standard dei dati.

Fig. 1 - Graphic representation about mycorrhizal status of holm oak seedlings water-stressed or not: observations to stereomicroscope (LSV 11, Zeiss) showed an increase in the number of mycorrhizal vital tips on SF-treated seedlings. Bars above columns are the standard errors of the data.

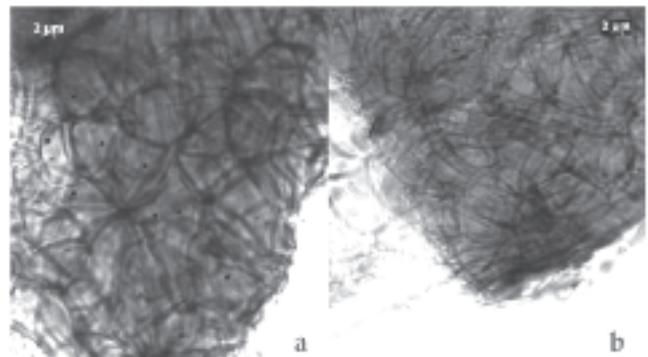


Fig. 2 - Aspetto morfologico dei mantelli ectomicorrizici (morfotipi) di M1 (a) ed M2 (b), con una costante prevalenza del primo sul secondo (100x).

Fig. 2- Morphology of M1(a) and M2 (b) ectomycorrhizal mantles (morphotypes), with a constant prevalence of the first over the second (100x).

corrizica, rilevata in condizioni naturali (Piazza *et al.*, 2014) e in accordo anche con Domínguez Núñez *et al.* (2009) in analoghi semenzali escluderebbe, invece, l'influenza dello stress idrico sugli individui componenti la comunità fungina.

Sono tutt'ora in corso indagini sulla valutazione

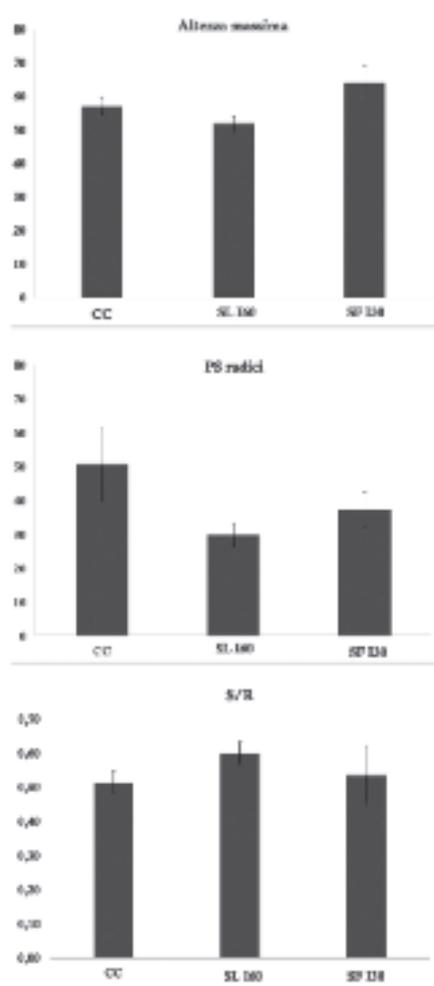


Fig. 3 - Rappresentazione grafica dei dati relativi ai parametri biometrici rilevati al termine dei trattamenti di stress idrico e del controllo. Nel trattamento SF si osserva una maggiore altezza dei semenzali, un minore peso secco delle radici e un decremento del S/R rispetto a CC. Relativamente a SL, le piante mostrano una lieve diminuzione sia dell'altezza che del peso secco radicale rispetto a CC, ed un moderato aumento del valore di S/R. Le barre sulle colonne indicano l'errore standard dei dati.

Fig. 3 - Graphic representation of biometric parameters recorded at the end of the water stress and control treatments. In SF treatment a greater height of seedlings, lower dry weight of roots and a decrease of S/R are observed, compared to CC. Regarding to SL, plants show a slight decrease both in height and in radical dry weight than CC, and a moderate increase in the value of S/R. Bars above columns are the standard errors of the data.

dell'eventuale effetto di altri livelli di stress idrici e salini sia sullo stato micorrizico che su parametri biometrici integrativi, in relazione alla composizione quali-quantitativa della popolazione fungina endofita in semenzali di leccio.

Riassunto

Negli ultimi decenni, *Quercus ilex* L. ha mostrato una buona adattabilità come pianta ornamentale in ambito urbano e per la tartuficoltura nel contesto economico-produttivo. Considerata tale duttilità e le limitate

conoscenze sul leccio in Sicilia, sono state condotte osservazioni preliminari sullo stato di micorrizzazione e sulla crescita di semenzali di *Q. ilex* sottoposti a stress idrico. I primi risultati hanno evidenziato in quest'ultimi una percentuale maggiore di apici radicali attivi rispetto al testimone e la costante presenza di Morfotipo1 e Morfotipo2, il primo prevalente sul secondo. I dati biometrici indicavano un effetto negativo dello stress idrico sulle dinamiche di crescita delle piante.

Parole chiave: leccio, ectomicorrizza, carenza idrica.

Bibliografia

- AGERER R. (1987-2008). *Colour Atlas Of Ectomycorrhizae 1-14th delivery*, Einhorn, (Schwäbisch Gmünd).
- COLEMAN M.D., BLEDSOE C.S., LOPUSHINSKY W., 1989. *Pure culture responses of ectomycorrhizal fungi to imposed water stress*. Canadian Journal of Botany, 67: 29-39.
- DAVIES F.T. JR., POTTER J.R., LINDERMAN R.G., 1993. *Drought resistance of mycorrhizal pepper plants independent of leaf P-concentration response in leaf gas exchange and water relations*. Plant Physiology, 87: 45-53.
- DI PIETRO M., CHURIN J.L., GARBAYE J., 2007. *Differential ability of ectomycorrhizas to survive drying*. Mycorrhiza, 17: 547-550.
- DOMÍNGUEZ NÚÑEZ J.A., SELVA SERRANO J., RODRÍGUEZ BARREAL J.A., SAIZ DE OMEÑACA GONZÁLEZ J.A., 2006. *The influence of mycorrhization with Tuber melanosporum in the afforestation of a Mediterranean site with Quercus ilex and Quercus faginea*. Forest Ecology and Management, 231: 226-233.
- DOMÍNGUEZ NÚÑEZ J.A., PLANELLES GONZÁLEZ R., RODRÍGUEZ BARREAL J.A., SAIZ DE OMEÑACA GONZÁLEZ J.A., 2009. *Influence of water-stress acclimation and Tuber melanosporum mycorrhization on Quercus ilex seedlings*. Agroforestry Systems, 75: 251-259.
- GARBAYE J., GUEHL J.M., 1997. *Le rôle des ectomycorrhizes dans l'utilisation de l'eau par les arbres forestiers*. Revue Forestière Française, S49: 110-120.
- GEMMA J.N., KOSKE R.E., ROBERTS E.M., JACKSON N., DE ANTONIS K., 1997. *Mycorrhizal fungi improve drought resistance in creeping bentgrass*. Journal of Turfgrass Science, 73: 15-29.
- GRAHAM J.H., SYVERTSEN J.P., 1984. *Influence of vesicular-arbuscular mycorrhiza on the hydraulic conductivity of roots of two Citrus rootstocks*. New Phytologist, 97: 277-284.
- KHALAFALLAH A.A., ABO-GHALIA H.H., 2008. *Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on the metabolic products and activity of antioxidant system in wheat plants subjected to short-term water stress, followed by recovery at different growth stages*. Journal of Applied Sciences Research, 4 (5): 559-569.
- OLIVERA A., FISCHER C.R., BONET J.A., MARTÍNEZ DE ARAGÓN J., OLIACH D., COLMAS C., 2011. *Weed management and irrigation are key treatments in emerging black truffle (Tuber melanosporum) cultivation*. New Forest, 42: 227-239.
- OSONUBI O., BAKARE O.N., MULONGOY K., 1992. *Interaction between drought stress and vesicular-arbuscular mycorrhiza on the growth of Faidherbia albida (Syn Acacia albida) and Acacia nilotica in sterile and non-sterile soils*. Biology And Fertility Of Soils, 18: 55-59.
- PARKE J., LINDERMAN R.G., BLACK C.H., 1983. *The role of ectomycorrhizas in drought tolerance of Douglas-fir seedlings*. New Phytologist, 95: 83-95.
- PIAZZA G., LO PICCOLO S., TORTA L., BURRUANO S., 2014. *Preliminary observations on fungal endophytic community and mycorrhizal status in symptom-less Quercus ilex seedlings*. XX Conv. Società Italiana Patologia Vegetale (Pisa), 76: 64.

Utilizzo dei residui della lavorazione del cocco in sostituzione della torba in specie orticole da trapianto

Francesco Pica^{1,2*}, Enrico Maria Lodolini^{1,2}, Francesca Massetani^{1,2} e Davide Neri³

¹ Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Ancona

² Horticulture Oriented to Recreation and Technique Soc. Coop., Ancona

³ Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca per la Frutticoltura, Roma

Substitution of peat with coconut processing byproduct for vegetable transplant production

Abstract. In order to evaluate the suitability of alternative substrate for transplant vegetable production, a coir fiber (30%) and coir pith (70%) mix was compared to peat. Substrate pH, electric conductivity and water retention were measured and a growing test of lettuce and basil using tray plants containers (vol. 0.03 l) was arranged. Seedlings growth was evaluated, using biometric parameters (canopy and roots fresh and dry weight, roots and stem length, stem diameter). The materials showed different values of pH (4.45 in peat and 6.21 in coco mix) and electric conductivity (0.41 mS cm⁻¹ peat and 0.77 mS cm⁻¹ coco mix); peat showed a greater water holding capacity (65.50%) compared to coconut (56.25%). The fresh and dry weight of the roots of both species was significantly higher using coco mix than peat. In lettuce, roots length and stem diameter were positively affected by coco mix, while no significant differences between the two materials were detected in basil. The results suggested that residues of the processing of coconut have the potentiality to partially or totally replace peat, as growing media for vegetable transplant production and short cultivation cycles.

Key words: basil, coir dust, coir fiber, growing media, lettuce.

Introduzione

La torba rappresenta il componente principale dei substrati di coltivazione, ma il costo elevato di estra-

zione e la disponibilità futura incerta (Abad *et al.*, 2011), spingono la ricerca ad implementare le conoscenze su materiali alternativi. Tra le possibilità, nel panorama dei substrati è presente il mix costituito da fibra e midollo di cocco, derivanti dal mesocarpo della noce di cocco durante la lavorazione. Le caratteristiche chimiche e fisiche riscontrate per tale materiale sottolineano una grande variabilità in termini di pH, in un *range* compreso tra 4,8 e 6,9 (Maher *et al.*, 2008), la conducibilità elettrica può variare da valori bassi ad alti, a seconda di come viene lavorato (Maher *et al.*, 2008) e la ritenzione idrica in peso, raggiunge valori molto elevati in presenza di materiali di media finezza (Cattivello, 2009). L'applicazione nella produzione di piante in contenitore ha evidenziato una maggiore radicazione nei substrati contenenti fibra o midollo di cocco rispetto a torba (Meerow, 1994; Possanzini, 2005) attribuibile in parte alla presenza di sostanze ad azione rizogena come l'acido idrossibenzoico (Suzuki *et al.*, 1998). L'obiettivo della sperimentazione è stato valutare la sostituzione di torba con una miscela di fibra e midollo di cocco, per la produzione di specie orticole (lattuga e basilico) da trapianto.

Materiali e metodi

I materiali utilizzati per questa prova sono stati una miscela di fibra (30%) e midollo (70%), derivante dalla lavorazione del cocco per la produzione di olio, e un substrato commerciale a base di torba bionda di sfagno. Sono state valutate le caratteristiche chimiche (pH e conducibilità elettrica) e fisiche (capacità di ritenzione idrica) dei substrati. Il pH e la conducibilità elettrica (CE), espressi come valori medi di tre campioni di substrato (tre repliche), sono stati determinati

* f.pica@univpm.it

su di un estratto acquoso (1:5, v/v) ottenuto da una soluzione composta da 60 ml di materiale e 300 ml di acqua deionizzata e posta in agitazione per un'ora. La ritenzione idrica è stata valutata come la quantità di acqua trattenuta da un quantitativo di substrato a volume ed umidità noti. L'umidità (U) dei due materiali è stata calcolata pesando due campioni (PF) e ponendoli in stufa a 105 °C per 72 ore per ottenere il peso secco (PS) e utilizzando la seguente formula: $(PF-PS)/PF*100$

Per la stima della ritenzione idrica (Cattivello *et al.*, 2009) un campione di torba (U 10%) e uno di cocco (U 12,6%) sono stati pesati e portati ad una umidità del 55% aggiungendo acqua. Il quantitativo di acqua da aggiungere è stato calcolato come peso del campione (U55%) - peso del campione tal quale, utilizzando per il calcolo del peso del campione al 55% di umidità la seguente formula: $\text{peso campione tal quale} \times [(100-U\% \text{ campione})/(100-55)]$.

Il quantitativo di 0,3 l di ogni substrato, così preparato, è stato trasferito in un vaso di plastica del diametro di 10 cm posto su un *becher* per raccogliere l'acqua percolata. Nel vaso sono stati versati 200 ml di acqua, frazionati in quattro interventi da 50 ml per permettere al substrato di trattenere tutta l'acqua possibile in base alle proprie caratteristiche, misurando il volume di acqua complessivamente percolato a drenaggio concluso. La quantità di acqua trattenuta è stata calcolata come $[100 - (\text{ml percolati} / \text{ml versati}) * 100]$ ed il valore finale espresso come valore medio dei risultati ottenuti da 4 repliche. Successivamente, i substrati sono stati utilizzati per una prova di coltivazione di 2 specie orticole, lattuga (*Lactuca sativa* L.) e basilico (*Ocimum basilicum* L.), condotta presso la serra sperimentale del D3A dell'Università Politecnica delle Marche.

La prova è stata eseguita con un disegno sperimentale a blocchi completamente randomizzati, impiegando contenitori alveolari da 104 fori con volume unitario pari a 0,03 l. Gli alveoli sono stati riempiti con i substrati per $\frac{3}{4}$ del loro volume, per facilitare la successiva operazione di semina, eseguita il 23/09/2014 manualmente con l'ausilio di pinzette, depositando 3 semi per ogni alveolo. I semi sono stati ricoperti con il rispettivo substrato, a colmare il volume restante del-

l'alveolo, e il substrato è stato bagnato. Dopo una settimana dall'inizio della germinazione è stato eseguito il diradamento, lasciando una plantula per ogni alveolo. Le piante durante tutta la coltivazione, sono state irrigate mediante micro aspersione, fornendo 1,2 l di acqua giornalieri frazionati in 4 turni, per mantenere un adeguato livello di umidità nei due substrati e concimate con 0,21 g/pianta di concime complesso a rilascio controllato (12% N, 7% P₂O₅, 18% K₂O, 1,5% MgO, 0,01% B, 0,045% Cu, 0,35% Fe, 0,05% Mn, 0,017% Mo, 0,013% Zn). Dopo 36 giorni dalla semina, per ogni specie, sono stati misurati la lunghezza di fusto e radici, il diametro al colletto, il peso fresco e la sostanza secca della porzione aerea e di quella radicale su 16 campioni per ogni substrato. La sostanza secca è stata ottenuta essicando i campioni in stufa a 70 °C per 72 ore. I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica della varianza e separazione delle medie attraverso test di Tukey, mediante l'utilizzo del software JMP (versione 8; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2009).

Risultati e discussione

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche, i risultati sono stati differenti per i due materiali, che hanno mostrato un pH acido di 4,45 per la torba e subacido di 6,21 per il cocco. Il mix di cocco ha dimostrato di avere una conducibilità elettrica di 0,77 mScm⁻¹ più alta rispetto alla torba (0,41 mScm⁻¹) ed una ritenzione idrica di 56,50% che si è discostata di poco rispetto al valore della torba (65,50%) presa come riferimento,

La crescita delle piante a fine ciclo di coltivazione, descritta tramite una serie di dati biometrici, non ha mostrato differenze significative per il basilico (tab. 1), ad eccezione del peso fresco e secco della parte radicale, con i valori significativamente più alti per le piante cresciute su cocco rispetto a quelle cresciute su torba. Anche per la lattuga (tab. 2) sono stati riscontrati valori di peso radicale significativamente maggiori su cocco rispetto a torba, nonché differenze significative anche per quanto riguarda i valori di lunghezza radicale e diametro al colletto. In nessuna delle due specie l'accrescimento della parte aerea è

Tab. 1 - Valori di crescita del basilico dopo 36 giorni di coltivazione su torba e su miscela di fibra e midollo di cocco.
Tab. 1 - Growth values of basil after 36 days of cultivation on peat and coco mix..

Substrato	Peso fresco aereo (g)	Peso secco aereo (g)	Peso fresco radice (g)	Peso secco radice (g)	Lunghezza radice (cm)	Diametro colletto (mm)
Torba	1,47 a	0,07 a	0,30 b	0,01 b	7,49 a	1,68 a
Cocco	1,35 a	0,07 a	0,54 a	0,03 a	6,21 a	1,62 a

I valori indicano la media di 16 ripetizione. Lettere diverse corrispondono a differenze significative (test di Tukey p<0,05)

Tab. 2 - Valori di crescita della lattuga dopo 36 giorni di coltivazione su torba e su miscela di fibra e midollo di cocco.
 Tab. 2 - Growth values of lettuce after 36 days of cultivation on peat and coco mix.

Substrato	Peso fresco aereo (g)	Peso secco aereo (g)	Peso fresco radice (g)	Peso secco radice (g)	Lunghezza radice (cm)	Diametro coltetto (mm)
Torba	2,11 a	0,08 a	0,33 b	0,03 b	7,78 b	1,85 b
Cocco	2,53 a	0,11 a	0,66 a	0,06 a	9,15 a	2,75 a

I valori indicano la media di 16 ripetizione. Lettere diverse corrispondono a differenze significative (test di Tukey $p < 0,05$)

stato influenzato dai differenti substrati utilizzati, a differenza della porzione radicale, studi precedenti hanno evidenziato un incremento della crescita radicale su substrati di solo cocco; in specie tropicali in termini di peso secco (Meerow, 1994) e su lattuga rispetto a substrati di torba e a mix di torba e cocco (Possanzini 2005).

Conclusioni

Per quanto riguarda le caratteristiche chimiche e fisiche, il mix di cocco ha mostrato valori diversi di pH e CE rispetto alla torba ed una capacità di trattene-re l'acqua leggermente inferiore. Tali differenze potrebbero essere attribuibili alla diversa origine e lavorazione dei substrati.

L'utilizzo di un mix di cocco come substrato per la crescita delle piante non ha influito in maniera significativa sulla crescita della porzione area delle specie, dando risultati analoghi a quelli della torba. Il mix di cocco ha invece positivamente influenzato l'accrescimento della parte radicale, suggerendo una possibile azione rizogena, che potrebbe tradursi in un vantaggio per la produzione di specie destinate al trapianto. Nel complesso i risultati della prova suggeriscono la possibilità di sostituire la torba con i residui della lavorazione del cocco nella produzione di specie orticole da trapianto o per cicli di coltivazione brevi.

Riassunto

Con l'obiettivo di valutare la possibile sostituzione della torba con una miscela di fibra (30%) e midollo (70%) di cocco, sono stati valutati in laboratorio alcu-

ni parametri di base di entrambi i materiali, messi successivamente a confronto attraverso una prova di crescita in serra su due specie orticole (basilico e lattuga). Le conclusioni suggeriscono la possibile sostituzione, per produzioni di specie da trapianto o per cicli brevi di coltivazione, tenuto conto delle caratteristiche chimiche e fisiche riscontrate idonee alla fisiologia di molte delle specie coltivate in vaso e dei risultati positivi ottenuti durante la prova di crescita.

Parole chiave: basilico, fibra di cocco, lattuga, midollo di cocco, substrati.

Bibliografia

- ABAD M., NOGUERA P., BURES S., 2001. *National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain*. Bioresour technol, 77 (2): 197-200.
- CATTIVELLO C., 2009, *La fibra e il midollo di cocco*, in Zaccheo P., Cattivello C., I substrati di coltivazione, Edizioni Agricole (Bologna): 122-132.
- CATTIVELLO C., CRIPPA L., ZACCHEO P., 2009, *Test rapidi di laboratorio* in Zaccheo P., CATTIVELLO C., I substrati di coltivazione, Edizioni Agricole (Bologna): 407-418.
- MAHER M., PRASAD M., RAVIV M., 2008, *Organic soilless media components* in Raviv M., HEINRICH LIET J., Soilless culture 1° edition, Elsevier (London): 459-496.
- MEEROW A.W., 1994 *Growth of two subtropical ornamentals using coir (Coconut mesocarp pith) as peat substitute* Hort Science, 29 (12): 1484-1486.
- POSSANZINI G., 2005, *Individuazione di substrati e di fertilizzanti nella produzione di piantine da trapianto da destinare alla coltivazione biologica*. Università della Tuscia-Viterbo. Tesi di dottorato. A.A. 2004/5-Ciclo XVII.
- SUZUKI S., RODRIGUEZ E.B., SAITO K., SHITANI H., IJAMA K., 1998, *Compositional and structural characteristics of residual biomass from tropical plantations*. Journal of Wood Science, 44 (1): 40-46.

Crescita di specie da trapianto su substrati a base di cocco sottoposti a differente compressione

Francesco Pica^{1,2*}, Enrico Maria Lodolini^{1,2}, Francesca Massetani^{1,2} e Davide Neri³

¹ *Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Ancona*

² *Horticulture Oriented to Recreation and Technique Soc. Coop., Ancona*

³ *Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria, Centro di Ricerca per la Frutticoltura, Roma*

Growth of transplant species on coir mix substrates with different compression level

Abstract. Particle size and level of compression affect substrate physical characteristics with possible consequences on the plants growth cultivated in container. The effect of compacted soil on plant development are well known, but there are few details on the action of the compression of the growing media in pots. The research objective was to evaluate the growth of three species (lettuce, rocket and basil) grown on three mixtures of coir fiber (Cf) and coco pith (Cm): 60 % Cf + 40 % Cm, 30 % Cf + 70 % Cm and 100 % Cm, with three levels of compression: P0 = 0 kg cm⁻²; P1 = 0.4 kg cm⁻² and P2 = 0.8 kg cm⁻². The experiment was conducted under controlled conditions, with a completely randomized block design, using trayplants container (104 holes, volume 0.03 l). After 32 days, biometric parameters were measured: canopy and roots fresh and dry weight, radical and stem length and stem diameter. The substrates did not induce significant differences on the analyzed parameters, suggesting the possibility of using different mixtures of coconut, for short cycles of cultivation. The highest level of compression (p2) reduced roots length overall of the three species used, probably due to the smaller volume of available substrate. Nevertheless, this result did not influence the canopy growth which was higher (canopy dry weight) in p1 and p2 respect compared to p0.

Key words: basil, coir fiber, lettuce, rocket, substrate compression.

Introduzione

Negli ultimi anni, nel settore vivaistico, per ridurre le voci di costo dei fattori di produzione quali il substrato, è aumentato l'interesse nei confronti di materiali alternativi ai classici utilizzati, come i materiali organici derivanti dal mesocarpo della noce di cocco (*Cocos nucifera*). Tra questi in particolare si utilizzano la fibra, che presenta una porosità elevata quasi interamente occupata dall'aria, e il midollo, in cui la ritenzione idrica in peso è in generale buona e raggiunge valori molto elevati con materiali di media finezza (Cattivello, 2009). I substrati organici possono essere sottoposti a differenti compressioni, a differenza di quelli inorganici come la lana di roccia o l'argilla espansa e tutte le caratteristiche fisiche sono generalmente influenzate dal livello di compressione (Gruda e Schnitzel, 2004). La compattazione può derivare dalla pressione esercitata in fase di preparazione dei contenitori per la coltivazione e successivamente ad opera dell'acqua di irrigazione in sistemi ad aspersione. Gli effetti di un suolo più o meno compatto sullo sviluppo vegetale sono ben noti, ma poche sono le informazioni sull'azione della compressione del substrato in vaso. L'obiettivo della presente ricerca è stato valutare la crescita di tre specie orticole coltivate su tre miscele di fibra e midollo di cocco sottoposte a tre livelli di compressione.

Materiali e metodi

Tre miscele con proporzioni differenti (v/v) di fibra (Cf) e midollo (Cm) di cocco (100% Cm, 70% Cm + 30 % Cf; 40 % Cm + 60 % Cf) sono state utilizzate per riempire contenitori alveolari (104 fori,

* f.pica@univpm.it

volume unitario pari a 0,03 l), nei quali è stata realizzata una prova di coltivazione con l'utilizzo di tre specie da seme: lattuga (*Lactuca sativa* L.), basilico (*Ocimum basilicum* L.) e rucola comune (*Eruca sativa* Miller). Gli alveoli sono stati riempiti con i substrati per $\frac{3}{4}$ del loro volume, per facilitare l'operazione di semina, eseguita il 14/05/2014 manualmente con l'ausilio di pinzette, depositando 3 semi per ogni alveolo, successivamente ricoperti con il rispettivo substrato a colmare il volume restante dell'alveolo. Ognuna delle combinazione substrato x specie è stata sottoposta a tre livelli di compressione: $p_0 = 0 \text{ kg cm}^{-2}$ (assenza di compattazione); $p_1 = 0,4 \text{ kg cm}^{-2}$; $p_2 = 0,8 \text{ kg cm}^{-2}$, esercitando una pressione tramite un pistone cilindrico in gomma, di area ($9,6 \text{ cm}^2$) pari a quella dell'alveolo stesso, posizionato su questo con appoggiato un peso corrispondente rispettivamente a 0 kg (p_1), 4,2 kg (p_2) e 8,4 kg (p_3). Conclusa l'operazione, i substrati sono stati bagnati uniformemente per permettere la germinazione. Dopo una settimana dall'inizio della germinazione è stato eseguito il diradamento, lasciando una plantula per ogni alveolo.

La prova di coltivazione è stata condotta presso la serra sperimentale del D3A dell'Università Politecnica delle Marche, secondo un modello a blocchi completamente randomizzati (2 blocchi, 26 repliche). Durante tutta la coltivazione, le piante sono state irrigate manualmente ogni 2 giorni, fornendo una quota di 10 l di acqua distribuita uniformemente sui contenitori di coltivazione (702 piante in totale) per evitare fenomeni di stress idrici e concimate con concime complesso a rilascio controllato (12% N, 7% P_2O_5 , 18% K_2O , 1,5% MgO , 0,01% B, 0,045% Cu, 0,35% Fe, 0,05% Mn, 0,017% Mo, 0,013% Zn).

Dopo 32 giorni dalla semina, sono stati misurati la lunghezza di fusto e radici, il diametro al colletto, il peso fresco e la sostanza secca della porzione aerea (8 campioni per specie per trattamento) e di quella radicale (4 campioni per specie per trattamento). La sostanza secca è stata ottenuta essiccando i campioni in stufa a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ per 72 ore. I dati sono stati sottoposti ad analisi statistica della varianza e separazione delle medie attraverso test di Tukey, mediante l'utilizzo del software JMP (versione 8; SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2009).

Risultati e discussione

Dall'analisi statistica non è emersa alcuna interazione fra il fattore substrato e il fattore pressione. Le differenti miscele di fibra e di midollo di cocco non hanno avuto effetto sulla crescita aerea in termini di accrescimento della pianta al colletto, numero di foglie

prodotte e peso fresco. Differenze in tal senso sono quindi legate soltanto alla specie. Analogo discorso si può fare per il peso fresco e secco della parte radicale, il cui accrescimento non è stato influenzato dai diversi materiali. Per quanto riguarda il fattore pressione, considerando l'accrescimento vegetale complessivo di tutte le specie utilizzate, questo ha ridotto in maniera significativa la lunghezza delle radici (fig. 1) nelle piante cresciute sui materiali sottoposti a pressione più alta p_2 , rispetto a quelle cresciute su materiale non sottoposti a compressione p_0 , nelle quali però la crescita complessiva della parte aerea in termini di peso secco è stata più bassa rispetto a p_1 e p_2 (fig. 2).

Conclusioni

Il livello più alto di pressione esercitata sui substrati ha indotto variazioni sull'allungamento radicale, riducendolo, indipendentemente dalla tipologia di

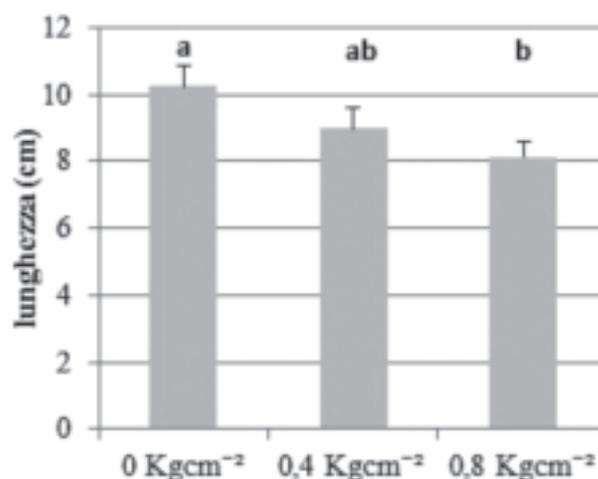


Fig. 1 - Lunghezza radicale complessiva nelle tre specie (Test Tuckey $p < 0,05$).

Fig. 1 - Root length of the three species (Tuckey test $p < 0,05$).

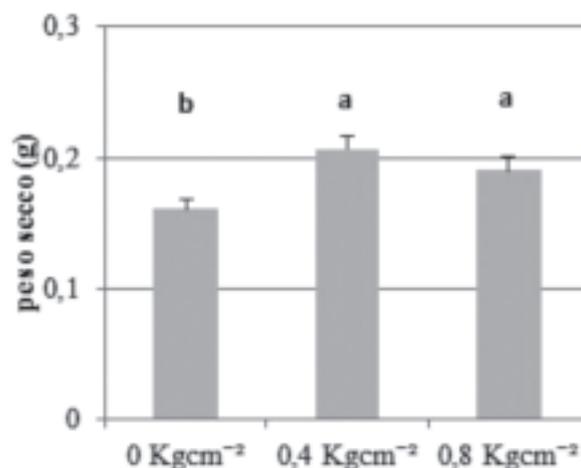


Fig. 2 - Peso secco della parte aerea nelle tre specie (Test Tuckey $p < 0,05$).

Fig. 2 - Dry canopy weight of the three species (Tuckey test $p < 0,05$).

materiale usato. Tale risultato potrebbe essere dovuto a un minor volume di substrato a disposizione per l'esplorazione da parte delle radici.

La riduzione della lunghezza radicale, tuttavia, non ha influito sulla crescita della parte aerea risultata maggiore per le piante cresciute su materiale compatto rispetto a quelle cresciute in assenza di compressione. I diversi substrati non hanno indotto differenze significative sui parametri biometrici analizzati, suggerendo la possibilità di utilizzare miscele diverse di cocco, per cicli brevi di coltivazione come quelli delle specie da trapianto. Tuttavia, l'assenza di stress idrico, dovuta al rifornimento adeguato di acqua, potrebbe aver appianato possibili differenze. In un'ottica di risparmio idrico dell'acqua di irrigazione, materiali con maggiore componente fine, associata ad una maggiore capacità di ritenzione idrica, potrebbero essere più vantaggiosi di materiali molto drenanti.

Riassunto

Per valutare gli effetti della compressione di sub-

strati organici costituiti da fibra e midollo di cocco sulla crescita vegetale durante un ciclo breve di coltivazione, tre specie (lattuga, rucola e basilico) sono state coltivate su tre miscele con percentuali differenti di fibra e midollo di cocco, sottoposte a 3 livelli di compressione: $p_0 = 0 \text{ kg cm}^{-2}$; $p_1 = 0,4 \text{ kg cm}^{-2}$ e $p_2 = 0,8 \text{ kg cm}^{-2}$. I substrati non hanno indotto differenze sulla crescita. p_2 ha ridotto la lunghezza radicale complessiva delle tre specie, forse a causa del minor volume di substrato a disposizione, senza però tradursi in una riduzione dell'accrescimento della parte aerea.

Parole chiave: basilico, compressione substrato, fibra di cocco, lattuga, rucola.

Bibliografia

- CATTIVELLO C., 2009, *La fibra e il midollo di cocco*, in Zaccheo, Cattivello, I substrati di coltivazione, Edagricole: 122-132
- GRUDA N., SCHNITZEL W.H., 2004, *Suitability of wood fiber substrates for production of vegetable transplant II. The effect of wood fiber substrate and their volume weights on the growth of tomato transplants*, Hort Science, 100: 333-340.

Utilizzo dei microrganismi EM per il miglioramento qualitativo di specie ornamentali

Domenico Prisa* e Gianluca Burchi

CREA Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria, Unità di Ricerca per il Vivaismo e la Gestione del Verde Ambientale ed Ornamentale, Pescia (PT)

EM microorganisms for the qualitative improvement of ornamental species

Abstract. The concept of effective microorganisms (EM) was developed by Professor Teruo Higa, University of the Ryukyus, Okinawa, Japan. EM consists of mixed cultures of beneficial and naturally-occurring microorganisms that can be applied as inoculants to increase the microbial diversity of soils and plant. Research has shown that the inoculation of EM cultures to the soil/plant ecosystem can improve soil quality, soil health, and the growth, yield, and quality of crops. EM contains selected species of microorganisms including predominant populations of lactic acid bacteria and yeasts and smaller numbers of photosynthetic bacteria, actinomycetes and other types of organisms. A greenhouse experiment was carried out in order to evaluate the ability of EM in biostimulating the production cycle of some ornamental species such as Euphorbia, Gerbera and Camellia. The results showed a significant increase of the different biometric parameters analyzed (plant height and diameter, number of leaves and flower buds, total biomass). This confirmed the real possibility to use these beneficial microorganisms in the nursery, to increase quality and reduce the cycle production of some ornamental species.

Key words: Beneficial microorganisms, biostimulants, floriculture, ornamental plants.

Introduzione

La selezione di microrganismi efficienti (EM), è caratterizzata da un insieme di funghi e batteri efficaci, utili e non patogeni in grado di coesistere insieme (EM Trading, 2000). Essenzialmente si tratta di una combinazione di specie aerobiche e anaerobiche

comunemente presenti in tutti gli ecosistemi. Secondo Higa (1998), gli EM comprendono circa 80 specie di microrganismi suddivisi in batteri della fotosintesi, batteri lattici, lieviti e funghi, attinomiceti e batteri della fermentazione in grado di rigenerare i suoli e purificare l'acqua. Le principali specie coinvolte sono normalmente il *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* e *Streptococcus lactis* (batteri lattici), *Rhodopseudomonas palustris* e *Rhodobacter spaeroides*, (batteri fotosintetici), *Saccharomyces cerevisiae* e *Candida utilis* (lieviti), *Streptomyces albus* e *S. griseus* (attinomiceti), e *Aspergillus oryzae*, *Penicillium sp.* e *Mucor hiemalis* (fermentazione funghi) (Diver, 2001).

Le diverse specie appartenenti agli EM hanno le loro rispettive funzioni. Gli EM possono essere applicati a molti ambienti per la trasformazione della materia organica e riescono nella maggior parte dei casi a ristabilire l'equilibrio delle altre popolazioni di microrganismi benefici presenti nell'ambiente. Il principio degli EM è la conversione di un ecosistema degradato caratterizzato da microrganismi nocivi a uno produttivo in cui prevale la presenza di microrganismi utili. Questo è il principio base della tecnologia EM applicata in agricoltura e nella gestione ambientale (Higa, 1993).

Attualmente ci sono molte teorie differenti su come utilizzare gli EM, mentre in alcuni casi sono utilizzati per la depurazione e la riduzione e l'uso sostenibile della risorsa idrica (Zacharias *et al.*, 2005), in altri casi si hanno risultati contraddittori per la difesa e la stimolazione della crescita delle piante. Tuttavia i protocolli d'utilizzo degli EM (diluizioni, frequenza d'intervento) sono generalmente simili, a seconda del tipo di necessità, del luogo d'intervento e dalle condizioni climatiche.

Il prodotto più idoneo e ampiamente usato in tutto il mondo è EM[®], comunemente applicato nel giardinaggio, per le piante d'appartamento, lavanderia, stagno di pesci, etc. (PSDC, 2009). EM1 è la soluzione

* domenico.prisa@crea.gov.it

originale caratterizzata da microrganismi vivi, ma dormienti necessaria per la produzione di EMAS la forma attivata. Per attivare i microrganismi, è necessaria la soluzione concentrata EM1 da diluire con acqua, con aggiunta di una certa quantità di melassa, che agisce da substrato di crescita. Il prodotto viene conservato tra i 20 e 35 °C e il processo di fermentazione inizia dopo il secondo giorno ed EMAS è pronto all'uso 7-10 giorni di incubazione. A questo punto la sospensione ha un pH tra 3,5-4,0, rilascia un gradevole profumo agrodolce, appare di colore marrone giallastro e deve essere utilizzata entro due settimane.

Gli EM sono stati utilizzati in questa sperimentazione per valutarne gli effetti benefici su alcuni aspetti agronomici della coltivazione di piante ornamentali. In particolare è stata valutata la possibilità di incrementare la qualità delle foglie e dei fiori utilizzando protocolli che prevedano l'utilizzo di microrganismi per il miglioramento della qualità delle piante.

Materiali e metodi

La prova è stata effettuata presso le serre sperimentali (non riscaldate) del CRA-VIV di Pescia (PT) (Toscana, latitudine 43.54 °N, longitudine 10.42 °E). La prova ha avuto inizio il 10/5/2014 e le piante impiegate sono state: *Gerbera jasmonii*, *Euphorbia milii* e *Camellia japonica*. Le tesi sperimentali sono 3:

- Controllo con normale concimazione (nutricote 6-12 mesi, 5g/L di substrato);
- Controllo commerciale a base di biostimolanti (microrganismi e alghe) + concimazione (nutricote 6-12 mesi, 5g/L di substrato);
- Microrganismi EM in diluizione 1:200, 1 volta ogni 20 giorni + concimazione (nutricote 6-12 mesi, 5g/L di substrato)

Ogni tesi sperimentale è stata caratterizzata da 15 piante, 3 repliche da 5 piante, in vasi di diametro 12 o 18 in base al tipo di pianta. Il substrato utilizzato è stato a base di torba (torba 60% + pomice 40%) a pH 6 per *Gerbera* e *Euphorbia*, mentre per *Camellia* è

stata utilizzata una torba a pH 5.

L'acqua di irrigazione è stata fornita attraverso il sistema di irrigazione a goccia (2 gocciolatori per vaso con una portata totale di 7,5 L h⁻¹, in media) utilizzando un timer per irrigazione triggering impostato a quattro volte al giorno.

E' stato utilizzato un sistema a blocchi randomizzati e i dati raccolti sono stati analizzati attraverso l'analisi a due vie della varianza (ANOVA) per valutare la significatività ($P \leq 0,05$) tra i trattamenti.

I rilievi effettuati a fine prova sono stati: altezza delle piante, numero di foglie, peso fresco e peso secco delle piante, lunghezza delle radici, comparsa di eventuali patologie.

Risultati e discussioni

I trattamenti con EM hanno incrementato significativamente tutti i parametri biometrici delle piante analizzati. In particolare, su *Gerbera jasmonii* e *Euphorbia milii* (tab. 1) i microrganismi hanno incrementato significativamente il numero di foglie, il peso fresco e peso secco della pianta e la lunghezza delle radici..

Su *Camellia japonica* (tab. 2), oltre ad un incremento significativo dei parametri biometrici considerati nelle altre piante, il trattamento con EM ha aumentato significativamente l'altezza delle piante, passando dai 29,47 del trattamento, ai 23,03 e 20,93 cm del controllo commerciale e del concimato (cv Margherita). E dai 32,23, ai 24,93 e 22,93 cm del controllo commerciale e del concimato nella cv Sea Foam.

Durante il periodo della prova non si sono verificate patologie particolari, né sulle piante sottoposte al trattamento, né sulle piante di controllo non trattate.

La sperimentazione in generale ha dimostrato gli effetti positivi che possono dare gli EM applicati nella coltivazione di 3 specie ornamentali/floricole importanti dal punto di vista commerciale come (*Euphorbia*, *Gerbera* e *Camelia*). Il trattamento a base di microrganismi ha infatti incrementato e migliorato

Tab.1 - Effetto dei microrganismi EM su piante di *Gerbera jasmonii* e *Euphorbia milii*.
Tab.1 - Effect of microorganisms EM on *Gerbera jasmonii* and *Euphorbia milii* plants.

<i>Gerbera jasmonii</i>	Altezza della pianta (cm)	Peso Fresco pianta (g)	Peso Secco pianta (g)	Lunghezza delle radici (cm)
EM	21,67 a	97,40 a	39,07 a	86,80 a
Controllo commerciale	13,57 b	88,67 b	32,00 b	78,13 b
Controllo concimato	10,90 c	68,53 c	24,87 c	72,00 c
<i>Euphorbia</i>	Numero di foglie (n)	Peso Fresco pianta (g)	Peso Secco pianta (g)	Lunghezza delle radici (cm)
EM	12,47 a	185,40 a	76,60 a	138,20 a
Controllo commerciale	7,67 b	138,27 b	66,33 b	128,33 b
Controllo concimato	5,53 c	105,07 c	40,60 c	114,47 c

Tab. 2 - Effetto dei microrganismi EM su piante di *Camellia japonica cvs Margherita e Sea Foam*.
 Tab. 2 - Effect of microorganisms EM on *Camellia japonica cvs Margherita and Sea Foam plants*.

Cv Margherita	Altezza della pianta (cm)	Numero di foglie (n)	Peso Fresco pianta (g)	Peso Secco pianta (g)	Lunghezza delle radici (cm)
EM	29,47 a	20,73 a	218,13 a	69,93 a	177,93 b
Controllo commerciale	23,03 b	19,80 a	202,13 b	72,40 a	188,53 a
Controllo concimato	20,93 c	16,40 b	188,87 c	56,00 b	166,07 c
Cv Sea Foam	Altezza della pianta (cm)	Numero di foglie (n)	Peso Fresco pianta (g)	Peso Secco pianta (g)	Lunghezza delle radici (cm)
EM	32,23 a	26,87 a	211,33 a	65,47 a	182,27 b
Controllo commerciale	24,93 b	21,93 b	202,73 b	65,93 a	190,13 a
Controllo concimato	22,93 c	21,27 b	180,13 c	52,27 b	172,27 c

alcuni aspetti qualitativi delle piante come l'altezza, il numero di foglie, il peso fresco della pianta e la lunghezza delle radici. Aspetti non trascurabili sono facilità d'impiego, basso costo e assenza di controindicazioni per l'uomo e per l'ambiente.

Conclusioni

Numerose sono le applicazioni della selezione di ceppi EM, microrganismi che coesistono fra loro generando effetti benefici in molteplici campi d'utilizzo, in maniera totalmente naturale. EM® sviluppato nel 1982 e riconosciuto efficace in diversi campi come bonifica ambientale, compostaggio rifiuti organici, riduzione dell'odore nell'allevamento del bestiame, trattamento di acqua inquinata e applicazioni in agricoltura. Appartengono a questa tecnologia, batteri dell'acido lattico, lieviti, batteri della fotosintesi che vivono in simbiosi. La tecnologia EM® viene applicata ormai in diversi paesi del mondo tra cui: Giappone, Thailandia, Vietnam, India, America del Nord, Brasile, Haiti, Sudan, Egitto, Australia e Nuova Zelanda, Ucraina, Cina etc. Le attuali applicazioni nel florovivaismo dimostrano che questi prodotti a base microbica, possono essere un valido sostituto dei prodotti convenzionali chimici, per quanto riguarda la stimolazione della crescita e della fioritura delle piante e per quanto riguarda la difesa. Ciò può essere interessante soprattutto nell'ambito dell'agricoltura biologica dove questo tipo di prodotti possono riscuotere successo.

Riassunto

EM è un acronimo coniato dal suo scopritore dr. Teruo Higa, consistente nelle iniziali delle lettere derivate da effective microorganisms. Questa tecnologia sviluppata nel 1982 in Giappone, è caratterizzata da un liquido contenente diversi tipi di microrganismi come: *Lactobacillus plantarum*, *L.casei* e *Streptococcus lactis* (batteri lattici), *Rhodospseudomonas palustris* e *Rhodobacter spaeroides*, (batteri fotosintetici), *Saccharomyces cerevisiae* e

Candida utilis (lieviti), *Streptomyces albus* e *S.griseus* (attinomiceti), *Aspergillus oryzae*, *Penicillium sp.*, *Mucor hiemalis* (funghi fermentanti), che coesistono fra di loro generando effetti benefici in molteplici settori ambientali. Attraverso ricerche estensive ed esperimenti nel tempo infatti, gli EM sono stati riconosciuti efficaci in diversi campi, inclusi la bonifica ambientale, il compostaggio di rifiuti organici, la riduzione di odori sgradevoli nell'allevamento del bestiame, la depurazione dell'acqua e dei suoli inquinati ed altro ancora. In questa prova effettuata presso le serre sperimentali del CRA-VIV di Pescia (PT) è stata valutata la capacità degli EM nel biostimolare e migliorare il ciclo produttivo di alcune specie ornamentali come Euphorbia, Gerbera e Camellia.

I risultati hanno dimostrato un incremento significativo dei diversi parametri agronomici analizzati come: altezza e diametro delle piante, numero di foglie e dei bocci fiorali, biomassa vegetale e radicale. Ciò ha confermato la reale possibilità di poter utilizzare questi microrganismi benefici nel florovivaismo, per incrementare la qualità e migliorare il ciclo di coltivazione di alcune specie ornamentali.

Parole chiave: Microrganismi benefici, EM, biostimolanti, florovivaismo, piante ornamentali.

Bibliografia

- DIVER S., 2001. *Nature farming and effective microorganisms*, Rhizosphere II : publications, resource lists and web links from Steve Diver, <http://ncatark.uark.edu/~steved/Nature-Farm-EM.htm>
- EM TRADING. 2000. *Effective Microorganisms (EM) from Sustainable Community Development*, Effective Microorganisms @ emtrading.com, www.emtrading.com.html NST Online.
- HIGA T., 1993. *An Earth Saving Revolution*, Sunmark Publishing Tokyo, Japan.
- HIGA T., 1998. *Effective micro-organisms. for sustainable agriculture and healthy environment*. J. van Arkel, Utrecht, 191 pp.
- PSDC, Penang Skills Development Centre, 2009. <http://www.psd.com.my/>.
- ZACHARIAS, I., DIMITRIOU, E., KOUSSOURIS, T., 2005. *Integrated water management scenarios for wetland protection: application in Trichonis Lake*. Environmental Modeling and Software, 20 (2): 177-185.

Effetto delle zeolititi sulla radicazione di piante ornamentali

Domenico Prisa* e Gianluca Burchi

CREA Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'Economia Agraria, Unità di Ricerca per il Vivaismo e la Gestione del Verde Ambientale ed Ornamentale, Pescia (PT)

Zeolitites effect on rooting of ornamental plants

Abstract. Intensive studies of natural and synthetic zeolites properties are being held from the middle of 60-70-ies. Among the various examples of zeolites application it is sufficient to mention emission and purification of normal paraffin hydrocarbons, catalytic reactions of hydrocarbons, extraction of radioactive isotopes, obtaining carriers for catalysts, release of enzymes and removal of impurities polluting the atmosphere. The interest of researchers towards such alumo-silicates is connected with unique properties of zeolites: an extremely high adsorption capacity, catalyzing action, thermal stability and resistance in different chemical environments. The relative simplicity along with relatively low cost thereof stipulates for a significant availability for mass application. In this test carried out at the experimental greenhouses of CRA-VIV, was evaluated the possibility of using the chabazite on rooting substrates for species such as: olive (*Olea europaea* L.), camellia (*Camellia japonica*) and *Leucospermum*.

Key words: Zeolitites, alternative substrates, ornamental plants, corroborant, plants rooting.

Introduzione

L'olivo (*Olea europaea* L.), ha origini antichissime, proviene dall'Asia Minore da dove si è diffuso nei millenni, soprattutto nel bacino del Mediterraneo, affermandosi prevalentemente nelle aree costiere e sub-costiere. In Italia l'olivo è stato diffuso da vari popoli mediterranei, inizialmente dai Fenici e dai Greci (Mataix e Barbancho, 2006). Dai Romani in poi la coltivazione è stata sempre più ampliata e potenziata, affermandosi ovunque le condizioni climatiche e

pedologiche lo permettessero, malgrado vicende alterne che ne hanno determinato periodi di auge e periodi di crisi (Zohary e Spiegel-Roy, 1975). Come portinnesti possono essere utilizzati gli oleastri (da olivo selvatico) e gli olivastri (provenienti da cultivar rustiche e vigorose, oggi gli unici soggetti utilizzati). Questi ultimi, ottenuti da semi di piante coltivate, come tutti i franchi presentano un'ampia disomogeneità di sviluppo, maggiormente accentuata nell'olivo per il fatto che numerose varietà sono autosterili. (Hatzopoulos *et al.*, 2002; Owen *et al.*, 2005). Da ciò si desume che individuare una popolazione di semenzali in grado di essere uniformi e di controllare alcuni caratteri risulta alquanto difficile. Per questo normalmente si predilige effettuare il taleggio di queste piante, per ottenere un numero cospicuo di individui che abbiano tutti le stesse caratteristiche quali-quantitative.

Camellia è un genere di piante della famiglia delle *Theaceae*, originario delle zone tropicali dell'Asia. Comprende piante a comportamento arbustivo o ad arberello, sempreverdi, alte in natura fino a 15m. Nelle zone tropicali asiatiche, dalla *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze (= *C. thea*), si ricava dalle giovani foglie la nota bevanda tonificante conosciuta con il nome di tè.

Il genere *Protea* comprende 117 specie di arbusti sempreverdi caratterizzati da fusti rigidi di 1-1.5m, le foglie hanno forma ovale o allungata, verde scuro e ceroso. In estate vengono prodotte grandi infiorescenze del diametro di 10-25 cm, costituite da molti piccoli fiori riuniti al centro, contornati da lunghe brattee colorate. La forma delle infiorescenze varia a seconda della specie: in alcune assomigliano a grandi carciofi, in altre sono simili a pigne di conifera. Oltre ad essere piante adatte alla coltivazione in terrazze e giardini, le protee resistono 2-3 settimane come fiore reciso, e le specie più spettacolari, coltivate in serie, alimentano un ricco mercato e disponibili nelle fioriere di tutto il mondo (Brits *et al.*, 2015).

* domenico.prisa@crea.gov.it

Questi generi di piante, sia *Camelia*, *Olea europaea L.* e *Protea* presentano spesso problematiche nella radicazione, dovuti alla percentuale di talee che effettivamente riescono a radicare e al tempo che occorre per ottenere piantine di qualità che possano sopravvivere. I substrati normalmente utilizzati per queste piante costituiti da miscele di torba e perlite o altri minerali in diverse percentuali non sempre riescono ad ovviare a questo problema. Proprio per questo il CRA-VIV di Pescia (PT), ha avviato negli ultimi anni delle sperimentazioni sulla radicazione di talee di *Olea europaea L.*, *Camellia japonica* e *Leucospermum* utilizzando miscele di substrati addizionati di zeolititi per valutare l'effetto su:

- percentuale di talee radicate;
- tempo necessario allo sviluppo delle radici;
- possibilità di incrementare lo sviluppo delle piante.

Materiali e metodi

Sperimentazione Olivo

Le cvs di olivo utilizzate sono state: Maurino, Frantoio, Moraiolo, Leccio, Pendolino, Leccino.

Le tesi sperimentali della prova sono state:

- Controllo: bancale in perlite 100% (non riscaldato) con trattamento ormonale delle talee 5-7" con IBA(acido 3-indol butirrico) 2000 ppm;
- Trattato: bancale in perlite 70% + zeolitite (chabasite) 30% (non riscaldato) con trattamento ormonale delle talee 5-7" con IBA (acido 3-indol butirrico) 2000 ppm.

Sono state utilizzate 30 piante x 3 repliche per ogni tesi in un disegno sperimentale randomizzato.

I rilievi effettuati a fine sperimentazione sulle

piante, sono stati: percentuale di radicazione, numero, lunghezza e peso fresco delle radici.

Sperimentazione *Camellia japonica* e *Leucospermum*

Le cvs di *Camellia japonica* e *Leucospermum* utilizzate sono state rispettivamente Margherita e Succession.

Le Tesi sperimentali della prova sono state:

- Controllo (CTRL): Torba 50% + Vermiculite 50%, normalmente impiegato dal vivaista;
- Chabasite 10% (CHABA-10%): Torba 50% + Vermiculite 40% + Chabasite 10%;
- Chabasite 20% (CHABA-20%): Torba 50% + Vermiculite 30% + Chabasite 20%;
- Chabasite 30% (CHABA-30%): Torba 50% + Vermiculite 20% + Chabasite 30%;

La granulometria della chabasite utilizzata è stata 3-6 mm. Sono state utilizzate 54 talee x 4 repliche per ogni tesi, in un disegno sperimentale randomizzato.

I rilievi effettuati a fine sperimentazione sulle piante, sono stati: percentuale di radicazione, tempo di radicazione, lunghezza e peso fresco delle radici.

Risultati

Sperimentazione Olivo

La sperimentazione ha evidenziato come la zeolitite (chabasite) possa migliorare la radicazione delle talee di olivo. Infatti nella (tab.1), si nota come il trattamento con chabasite riesca ad incrementare la percentuale di talee radicate rispetto al controllo in perlite, su tutte le specie testate. Anche per quanto riguarda il numero e il peso fresco delle radici, c'è stato un incremento significativo nelle tesi in cui le talee sono state messe a radicare in zeolitite (tab.1).

Tab.1- Effetto della zeolitite sulla percentuale di radicazione delle talee di olivo.

Tab.1- Zeolitite effect on rooting percentage of the cuttings of olive tree.

Trattamento	Maurino	Frantoio	Moraiolo	Leccio	Pendolino	Leccino
Percentuale di radicazione (%)						
CHABA-30%	60	65	40	50	45	23
CTRL	25	30	35	30	20	6
Numero di radici (n°)						
CHABA-30%	15,30 a	16,20 a	13,40 a	11,70 a	14,20 a	15,10 a
CTRL	10,00 b	9,80 b	8,10 b	8,10 b	10,78 b	9,34 b
Peso fresco delle radici (g)						
CHABA-30%	5,70 a	6,35 a	7,00 a	6,80 a	5,45 a	6,70 a
CTRL	3,22 b	4,00 b	4,22 b	3,35 b	4,12 b	4,40 b
Lunghezza delle radici (cm)						
CHABA-30%	6,00 b	10,30 b	8,00 b	9,32 b	10,11 b	5,60 b
CTRL	8,70 a	12,78 a	14,30 a	13,12 a	15,10 a	8,30 a

Aspetto interessante si evidenzia per quanto riguarda la lunghezza delle radici, sembra infatti che le talee messe a dimora in chabasite, abbiano un numero superiore di radici e un peso fresco maggiore, ma che la loro lunghezza sia significativamente inferiore (tab.1).

Sperimentazione *Camellia japonica* e *Leucospermum*

Anche in questo caso i risultati evidenziano, come la chabasite possa influenzare in maniera significativa, i parametri di sviluppo delle piante considerati. Infatti, si nota come il trattamento con chabasite riesca ad incrementare la percentuale di talee radicate, rispetto al controllo in vermiculite, sia in *Camellia japonica* che *Leucospermum* (tab. 2).

Si passa infatti da una percentuale di radicazione del 60% nel controllo, a una del 80% nelle talee in chabasite 30% (tab. 2).

Si notano inoltre effetti significativi, sul tempo medio di radicazione. Le piante cresciute in zeolite infatti, nelle due specie oggetto della prova, hanno radicato più velocemente, proporzionalmente all'incremento della chabasite nel substrato (tab. 2).

Si mette inoltre in evidenza, come il trattamento con chabasite al 20% e 30% abbia incrementato in

maniera significativa il peso fresco delle radici, rispetto al controllo in vermiculite (tab. 2).

Conclusioni

La chabasite e le zeolititi in generale possono avere diversi impieghi in agricoltura. Questi minerali possono svolgere diverse funzioni per ottimizzare la crescita delle piante (trattengono l'acqua e i minerali e li rilasciano lentamente) e sono di facile utilizzo sia in pieno campo che per le coltivazioni in vaso (Prisa *et. al.*, 2008).

I risultati della sperimentazione, hanno messo in luce una maggiore percentuale di radicazione delle talee poste in chabasite, rispetto a quelle in perlite, con un livello di sviluppo radicale, significativamente incrementato. Si nota inoltre, la minore lunghezza delle radici cresciute in chabasite rispetto al controllo, questo effetto è stato probabilmente dovuto al miglioramento della ritenzione idrica e della disponibilità di sostanze nutritive nelle zone in cui erano presenti le zeolititi, che ha stimolato lo sviluppo di micro-radici.

Questi dati sottolineano alcuni degli effetti positivi che la chabasite, potrebbe apportare una volta impiegata nella radicazione di specie ornamentali. Fattore determinante rappresenta in particolar modo, la purezza del minerale utilizzato (a breve una normativa, metterà in risalto proprio questo aspetto, determinando l'esclusione dal mercato di quelle zeolititi che non garantendo determinate caratteristiche chimico-fisiche, possono poi provocare problemi nelle coltivazioni).

Ulteriori sperimentazioni sono attualmente in corso, per determinare l'effetto della chabasite, sullo sviluppo radicale delle piante, sulla resistenza agli stress idrici e sulla produttività di altre specie d'interesse ornamentale e frutticolo.

Riassunto

Le zeolititi sono alluminio silicati idratati, caratterizzate dalla presenza di ampie cavità occupate allo stato naturale da cationi, elementi chimici con una carica elettrica positiva necessaria per bilanciare la carica negativa dell'impalcatura dei tetraedri che formano la struttura del minerale, e da molecole d'acqua attratte per polarità. Sia i cationi bilanciatori che le molecole d'acqua godono di notevole libertà di movimento, e possono uscire, dalla struttura del minerale. In questa prova effettuata presso le serre sperimentali del CRA-VIV, è stata valutata la possibilità di utilizzare la chabasite nei substrati di radicazione di : olivo (*Olea europaea* L.), camelia (*Camellia japonica*) e

Tab. 2- Effetto della zeolite sulla percentuale di radicazione delle talee di *Camellia japonica* e *Leucospermum*.

Tab. 2- Zeolite effect on rooting percentage of the cuttings of *Camellia japonica* and *Leucospermum*.

Trattamento	Camellia	Leucospermum
Percentuale di radicazione (%)		
CTRL	62,96	57,87
CHABA-10%	65,74	62,5
CHABA-20%	76,85	74,54
CHABA-30%	77,31	80,56
Tempo medio di radicazione (gg)		
CTRL	182,25 a	173,75 a
CHABA-10%	124,50 b	139,25 b
CHABA-20%	99,00 c	96,25 c
CHABA-30%	86,75 d	75,50 d
Peso fresco delle radici (g)		
CTRL	15,50 c	22,75 d
CHABA-10%	17,00 b	24,50 c
CHABA-20%	18,25 ab	31,14 b
CHABA-30%	19,00 a	32,75 a
Lunghezza delle radici (cm)		
CTRL	13,00 a	16,25 a
CHABA-10%	12,75 a	13,75 ab
CHABA-20%	10,50 b	12,75 b
CHABA-30%	8,75 c	12,00 bc

Leucospermum. I test sono stati effettuati per determinare se queste miscele innovative potessero: 1) incrementare la percentuale di talee radicate; 2) ridurre il tempo necessario allo sviluppo delle radici; 3) la possibilità di incrementare lo sviluppo delle piante. I risultati hanno dimostrato un effetto significativo della zeolite su tutti i parametri agronomici oggetto della prova.

Parole chiave: Chabasite; substrati alternativi; radicazione; corroboranti; ornamentali.

Bibliografia

BRITS G.J., BROWN N.A.C., CALITZ F.J., VAN STADEN J., 2015. *Effects of storage under low temperature, room temperature*

and in the soil on viability and vigour of Leucospermum cordifolium (Proteaceae) seeds. South African Journal of Botany, 97: 1-8.

HATZOPOULOS P., BANILAS G., GIANNOULIA K., GAZIS F., NIKOLOUDAKIS N., MILIONI D., HARALAMPIDIS K., 2002.

Breeding, molecular markers and molecular biology of the olive tree. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 104: 574-586.

MATAIX J., BARBANCHO F.J., 2006. *Olive oil in the Mediterranean food*. In: Quiles JL, Ramí'ez-Tortosa MC, Yaqoob P (eds). Olive oil and health. CABI publishing, Cambridge.

PASSAGLIA E., MARCHI E., 2001. *Zeolite di qualità nel mangime per ridurre gli odori molesti*. L'Informatore agrario, LVII (21): 61-64.

PRISA D., BALLARIN A., BURCHI G., 2008. *Impiego di clinoptilolite e litonite nel substrato di coltivazione di Lilium*. Floritecnica, 6: 32-38.

ZOHARY D., SPIEGEL-ROY P., 1975. *Beginnings of fruit growing in the old world*. Science, 187: 319-327.

Effetto di estratto di alghe marine sull'assorbimento minerale e la crescita di "friariello"

Youssef Rouphael^{1*}, Emilio Di Stasio¹, G. Raimondi², F. Napolitano², G. Clemente², M. Giordano¹, Stefania De Pascale¹

¹Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Portici (NA)

² Azienda Agraria e Zootecnica del Dipartimento di Agraria, Università di Napoli Federico II, Bellizzi (SA)

Effect of a commercial seaweed extract on mineral absorption and growth of "friariello"

Abstract. Various compounds with a range of biosimulating properties are used for optimization of plant growth even under abiotic stress conditions. The experiment was conducted on *friariello* plants (*Brassica rapa* L. subsp. *sylvestris* L. Janch. var. *esculenta* Hort.), treated with a seaweed extract. The experiment was designed as a combination of three nutrient solution concentrations (100%, 50% or 0%) and two biostimulant application treatments (3 ml l⁻¹ or 0 ml l⁻¹ of Kelpak®). The application of biostimulant significantly increased the total biomass and the SPAD index. Thus the application of seaweed extracts could be considered as a good production strategy for obtaining high yield of valuable crops with lower impact on the environment.

Key words: Biostimulant, *Brassica rapa* L. subsp. *sylvestris* L. Janch. var. *esculenta* Hort., *Ecklonia maxima* Osbeck, SPAD index.

Introduzione

Le principali innovazioni in agricoltura sono sempre più orientate verso sistemi ecosostenibili che consentano di incrementare le rese e ottenere produzioni di qualità nel rispetto dell'ambiente. La riduzione dell'uso di fertilizzanti in orticoltura può essere ottenuta attraverso strategie mirate al miglioramento dell'assorbimento e dell'utilizzo dei nutrienti da parte delle piante. L'impiego di biostimolanti in agricoltura sta ottenendo un crescente interesse da parte dei produttori grazie all'incremento delle performance produttive delle piante dovuto, ad esempio, all'effetto di fitormo-

ni (Chen *et al.*, 2003; Calvo *et al.*, 2014). Tra i principali composti biostimolanti vi sono sicuramente gli estratti di alga marina (Sharma *et al.*, 2014). È stato dimostrato che applicazioni di estratti di alghe migliorano l'assorbimento dei macro e micronutrienti in diverse colture con effetti da ricondurre soprattutto alla presenza di fitormoni, polisaccaridi, polifenoli e altre molecole organiche (es. betaine) che stimolano direttamente o indirettamente la crescita delle piante (Crouch e Van Staden, 1994; Khan *et al.*, 2009, Colla *et al.*, 2014). I fitormoni individuati negli estratti di alghe sono principalmente auxine, citochinine, acido abscissico e gibberelline (Zhang *et al.*, 1993).

L'attività di ricerca è stata effettuata su piante allevate in vaso a ciclo aperto, impiegando un biostimolante a base di estratti di alghe marine elevato contenuto in fitormoni, il Kelpak® (Agricola Internazionale), per migliorare la crescita e l'assorbimento di azoto di *Brassica rapa* L. subsp. *sylvestris* L. Janch. var. *esculenta* Hort. nota come "friariello" o "cima di rapa". Il Kelpak® è un formulato a base di alga marina *Ecklonia maxima* Osbeck (34%) a elevato contenuto in auxine (11.0 mg l⁻¹), citochinine (0.031 l⁻¹) e poliammine (Stirk *et al.*, 2014) e la sua applicazione è stata valutata in relazione a diverse concentrazioni di soluzione nutritiva.

Materiali e metodi

L'esperimento è stato condotto in serra non riscaldata presso l'Azienda Agraria e Zootecnica del Dipartimento di Agraria dell'Università degli Studi di Napoli Federico II - Bellizzi (SA) 40°37'00"N 14°57'00"E.

Le piante sono state seminate su terriccio commerciale in pannelli alveolari il giorno 09/02/2015. Il trapianto è stato effettuato 25 giorni dopo la semina (GDS) in vasi da 1,3 L riempiti con terriccio e posti

* youssef.rouphael@unina.it

su bancali di coltivazione dotati di impianto di fertirrigazione automatizzato a micro-portate di erogazione (3 L h⁻¹). I trattamenti sono stati ottenuti combinando fattorialmente tre concentrazioni della soluzione nutritiva e due trattamenti con biostimolante (trattamento con Kelpak® e controllo).

Le tre concentrazioni della soluzione nutritiva:

- C100 (Full strength) ottenuto utilizzando una soluzione nutritivastandard, completa di macro e micro elementi (CE: 2.0dS m⁻¹ a 25°C; pH: 6.2)
- C50 (Half strength) ottenuto dimezzando la concentrazione della soluzione nutritiva (CE: 1.0dS m⁻¹ a 25°C; pH: 6.2)
- C0 (controllo) ottenuto irrigando con sola acqua (CE: 0.5 dS m⁻¹ a 25°C; pH: 6.2)

A partire da 29 GDS è stato applicato Kelpak® per via radicale alla dose di 3 ml l⁻¹ disciolto in 100 ml di acqua deionizzata. Il trattamento ha previsto un controllo con applicazione di sola acqua deionizzata. In totale sono stati effettuati 3 trattamenti con Kelpak® a cadenza settimanale.

Alla raccolta (65 GDS) sono stati determinati il numero di foglie, l'area fogliare, la biomassa totale, l'indice SPAD per il contenuto in clorofilla e il colore delle foglie rilevato con un colorimetro.

Risultati e discussione

L'irrigazione con sola acqua (C0) ha comportato una drastica riduzione della biomassa fresca e secca rispetto a C100 mentre tra i trattamenti C50 e C100 non sono state osservate differenze significative (tab.

1). Nella media dei trattamenti di fertirrigazione, il Kelpak® ha prodotto un incremento dei principali parametri biometrici delle piante: superficie fogliare, peso fresco delle foglie e biomassa totale sia fresca che secca (tab. 1). L'applicazione di Kelpak® ha fatto registrare un aumento del 13,5% e 14,9% del peso fresco e secco totale delle piante rispetto al controllo, indipendentemente dalla soluzione nutritiva impiegata. Con il ridotto apporto di nutrienti, sia inC0 che inC50, si è verificato un incremento dell'intensità di giallo e una diminuzione dell'intensità di verde nel colore delle foglie (tab. 1). Il trattamento con Kelpak® ha incrementato sia l'intensità di giallo che di verde. Inoltre, il Kelpak® ha permesso di ottenere anche un significativo aumento dell'indice SPAD che è invece diminuito con la riduzione della concentrazione della soluzione nutritiva (tab. 1).

Conclusioni

La riduzione della concentrazione della soluzione nutritiva al 50% non ha prodotto un significativo decremento produttivo, evidenziando la generale tendenza a sovra-concimare. L'utilizzo di biostimolanti a base di alga marina può determinare effetti positivi sulla crescita della pianta. tuttavia le interazioni tra regime nutrizionale e i trattamenti applicati risultano ancora complesse e da approfondire. Appare essenziale chiarire la relazione funzionale tra pianta e biostimolante in modo da identificare la migliore strategia agronomica, orientata verso produzioni sostenibili e nel rispetto dell'ambiente.

Tab. 1 - Parametri biometrici, colore e indice SPAD in funzione dei trattamenti applicati. NS non significativo, * significativo a P=0,05; ** significativo a P=0,01; *** significativo a P=0,01.

Tab. 1 - Mean effects of nutrient solution concentration and biostimulant application on plant growth parameters, Hunter color and SPAD index. ns. *, **, ***, Nonsignificant or significant at P = 0.05, 0.01, and 0.001 respectively

Trattamento	Numero foglie	Area fogliare (cm ²)	Peso fresco (g)		Peso secco totale (g)	Colore			Indice SPAD
			Foglie	Totale		L	a	b	
Conc. soluzione (dS m ⁻¹)									
0.5	7,3 c	93,8 b	2,9 b	6,6 b	1,0 b	49,1 a	-7,3 a	22,0 a	25,1 c
1.0	12,7 b	876,6 a	31,5 a	54,4 a	4,1 a	43,1 b	-7,9 b	17,5 b	30,8 b
2.0	14,0 a	982,0 a	34,6 a	59,5 a	4,9 a	43,8 b	-8,1 b	18,5 b	34,8 a
Biostimolante									
Controllo	11,3	608,3 b	21,8 b	37,6 b	3,0 b	45,5	-7,6	18,6	28,9 b
Kelpak	11,4	693,4 a	24,2 a	42,7 a	3,5 a	45,1	-7,9	20,1	31,9 a
Significatività									
Soluzione nutritiva (SN)	**	***	***	***		*	*	*	*
Biostimulante (B)	NS	**	*	*		NS	NS	NS	*
SN × B	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS

Riassunto

Diversi composti con proprietà biostimolanti, vengono impiegati per favorire la crescita di specie ortive anche in condizioni di stress nutrizionale. L'attività di ricerca è stata condotta su piante di "friariello" (*Brassica rapa* L. subsp. *sylvestris* L. Janch. var. *esculenta* Hort.), impiegando un estratto di alga marina ad elevato contenuto in fitormoni. L'esperimento ha previsto la combinazione fattoriale di tre concentrazioni di nutrienti (0, 50, 100 %) e due dosi di biostimolante 3 ml l⁻¹ e 0 ml l⁻¹ di Kelpak®. In generale l'applicazione di biostimolante ha significativamente incrementato la produzione di biomassa e l'indice SPAD. I risultati ottenuti confermano che l'applicazione di estratti di alghe può essere considerata un valida strategia per migliorare le performance di colture ortive e ridurre l'impatto ambientale del processo produttivo.

Parole chiave: biostimolante, *Brassica rapa* L. subsp. *sylvestris* L. Janch. var. *esculenta* Hort., *Ecklonia maxima* Osbeck, indice SPAD.

Bibliografia

- CALVO P., NELSON L., KLOPPER J. W., 2014. *Agricultural uses of plant biostimulants*. Plant Soil 383: 3–41.
- CHEN S.K., EDWARDS C.A., SUBLER S., 2003. *The influence of two agricultural biostimulants on nitrogen transformations, microbial activity and plant growth in soil microcosms*. Soil Biol. and Biochem., 35: 9-19.
- COLLA G., ROUPHAEL Y., CANAGUIER R., SVECOVA E., CARDARELLI M., 2014. *Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis*. Front Plant Sci. 5: 448.
- CROUCH I.J., VAN STADEN J., 1994. *Commercial seaweed products as biostimulant in horticulture*. J. home Consum. Hort., 1: 19-75.
- KHAN W., RAYIRATHU P., SUBRAMANIAN S., JITHESH M. N., RAYORATH P., HODGES D. M., CRITCHLEY A. T., CRAIGIE J. S., NORRIE J., PRITHIVIRAB., 2009. *Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development*. J. Plant Growth Regul., 28: 386–399.
- SHARMA H. S.S., FLEMING C., SELBY C., RAO J.R., MARTIN T., 2014. *Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses*. J. Appl. Phycol. 26: 465-490.
- STIRK W. A., TARKOWSKÁ D., TUREČOVÁ V., STRNAD M., VAN STADEN J., 2014. *Abscisic acid, gibberellins and brassinosteroids in Kelpak®, a commercial seaweed extract made from Ecklonia maxima*. J. Appl. Phycol., 26: 561–567.
- ZHANG W., YAMANE H., CHAPMAN D.J., 1993. *The phytohormone profile of the red alga Porphyra perforata*. Bot. Mar. 36: 257-266.

Impiego del trinciato di palma in un substrato per il vivaismo forestale

Giulio Sperandio¹, Marco Fedrizzi¹, Alessandra Trincherà^{2*}, Mauro Pagano¹, Valentina Baratella², Mirko Guerrieri¹, Stefano Verani³, Giuseppe Pignatti³

¹ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, CREA-ING Unità di ricerca per l'ingegneria Agraria, Monterotondo (RM)

² Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, CREA-RPS Centro di ricerca per lo studio delle relazioni tra pianta e suolo, Roma

³ Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, CREA-PLF Unità di ricerca per le produzioni legnose fuori foresta, Roma

Shredded palm in a growing medium for forest nurseries

Abstract. In recent years, the spread of the die-off of palms (in particular, *Phoenix* spp.) caused by the beetle *Rhynchophorus ferrugineus* (Red weevil) has made available increasing amounts of palm residues that current legislation requires to remove by burning or shredding. In the framework of the national research project PROPALMA (funded by MiPAAF), we investigated the possible use of shredded palm as substrate for forest seedlings. Different growing media (0%, 33%, 66% and 100% of shredded palm, mixed with a current growing medium) were examined for the propagation of oak (*Quercus pubescens* Willd.). Results obtained show that using shredded palm in quantities not exceeding 33% didn't affect the plant growth, whilst the mortality of young seedlings increased with higher content of shredded palm. Chemical analysis of the growing medium showed that increasing the percentage of shredded palm caused a decrease in P, Mg, Ca, Fe and trace elements content, and an increase of K and organic matter. The high electrical conductivity of the shredded palm, inducing a high salinity of the growing media, could be the element most unfavourable to the root development and growth of young oak seedlings.

Key words: recycling of waste materials, nursery techniques, growing media, oak.

Introduzione

La diffusione del coleottero *Rhynchophorus ferrugineus* (Punteruolo rosso) anche in Italia ha provocato una ingente moria delle palme, soprattutto del genere *Phoenix*. Ciò ha reso disponibile ingenti quantitativi di materiale da smaltire a seguito degli abbattimenti effettuati (Sperandio *et al.*, 2014). Nell'ambito di un progetto nazionale di ricerca (PROPALMA - Protezione delle Palme ornamentali e spontanee dall'invasione biologica del Punteruolo rosso), finanziato dal MiPAAF (DM 25818/7301/11 dell'1/12/2011), è stata avviata una sperimentazione mirata all'utilizzo di trinciato di palma da impiegare in miscele con terriccio come substrato per la propagazione da seme di piantine forestali (Crobeddu e Pignatti, 2005; Vaselinovic *et al.*, 2000).

Materiali e metodi

La prova sperimentale è stata condotta all'interno dell'azienda Ovine del CRA-PLF, di Roma-Casalotti a partire dall'inverno 2013-2014. Il trinciato di palma è stato mescolato al substrato corrente per la vivaistica forestale (miscuglio di torba, terreno agrario, agriperlite, mix di sabbie vulcaniche e concime granulare NPK) in quantità variabili: 33% in volume di trinciato nella tesi A (T_A), 66% nella tesi B (T_B) e 100% nella tesi C (T_C), confrontate al testimone (T_0), con substrato senza trinciato di palma.

Tre campioni di trinciato sono stati sottoposti ad analisi fisica per una caratterizzazione granulometrica del materiale secondo le norme UNI CEN/TS 15149-

* alessandra.trincherà@crea.gov.it

1:2006. Un campione di ogni tipo di substrato è stato analizzato chimicamente per evidenziare le differenze di contenuto dei diversi elementi presenti. Per ciascun substrato sono stati determinati il contenuto di elementi solubili in acqua regia (UNI EN 13650:2002), il contenuto in sostanza organica ed in ceneri (UNI EN 13039:2002), il pH e la conducibilità elettrica EC (DM 17/06/02, GU N. 220, Suppl. n. 7).

La valutazione degli effetti del trinciato di palma sulla crescita di piantine forestali è stata condotta su roverella (*Quercus pubescens* Willd.), allevata in contenitore (80 piante per ogni tesi in contenitori di 5x5x12 cm). Il confronto tra le medie delle altezze ottenute con i diversi trattamenti è stato effettuato con analisi della varianza e test di Fisher (LSD – *least significant difference*). Tutti i dati delle analisi chimiche sono stati analizzati mediante ANOVA univariata e test *post hoc* Tukey HSD.

Risultati e discussione

I risultati relativi alla caratterizzazione fisica del trinciato di palma evidenziano che circa l'82% del campione presenta dimensioni al di sotto di 3,5 mm, mentre circa il 18% ha dimensioni maggiori fino alla classe di 63-100 mm.

I valori massimi di altezza delle piantine sono stati registrati in T_A , mentre l'altezza media è di circa per T_0 e T_A e scende a circa 14 e per T_B e T_C . L'analisi della varianza ha evidenziato che le differenze fra le altezze sono significative ($F=51,898$, $p<0,0001$). Il test LSD indica che tutti i confronti a coppie sono significativi, tranne per T_0 vs. T_A .

La mortalità dei semenzali, a un anno dalla semina, è risultata minima per T_0 (5%) e per la tesi T_A (7,5%), mentre è più elevata per T_B e T_C (rispettivamente 32,5% e 36,25%).

Dall'analisi chimica dei substrati analizzati si rileva un aumento significativo del contenuto in sostanza organica e soprattutto del valore di conducibilità elettrica delle tesi rispetto al testimone (da 0,63 mS/cm per T_0 a 9,87 mS/cm per T_C). L'analisi degli elementi minerali evidenzia una diminuzione altamente significativa nel contenuto totale in P, Mg, Ca e Fe, ed un aumento del contenuto in K con l'aumentare della percentuale di trinciato di palma nella miscela del substrato. Il contenuto in microelementi diminuisce significativamente all'aumentare del contenuto di trinciato di palma nel substrato.

A fronte della generale riduzione nel contenuto totale in micro e macroelementi, i risultati dell'analisi chimica evidenziano un significativo incremento di alcuni elementi in forma assimilabile, in funzione del-

l'aumento percentuale del trinciato di palma nel substrato. Il fosforo assimilabile, rispetto al testimone, incrementa di 3 volte in T_A , di 4,9 volte in T_B e addirittura di 14,4 volte in T_C . L'azoto ammoniacale, per le stesse tesi, aumenta rispettivamente del 58%, del 40% e del 308%. Anche per il potassio scambiabile si hanno incrementi che variano da un minimo del 63% in T_A ad un massimo del 758% in T_C .

Come atteso, il contenuto in sostanza organica (SO) del substrato aumenta significativamente all'aumentare del contenuto di trinciato di palma, con un valore minimo in T_0 e un massimo in T_C . Inversamente, il contenuto in ceneri risulta minimo in T_C e massimo per il controllo T_0 .

La crescente percentuale di fallanze riscontrata in proporzione all'aumento percentuale del contenuto di trinciato di palma nel substrato, può essere determinata dalla elevata conducibilità del trinciato di palma, ossia di una sostanziale salinità che, evidentemente, inibisce la crescita delle piantine. L'effetto della salinità del substrato è infatti un fattore determinante: non a caso in vivaistica, l'aggiunta di materiali organici ai substrati quali sostituenti della torba (ad esempio, i compost) si attesta a valori che raramente superano il 20-30% v/v, proprio in quanto una salinità eccessiva del mezzo può determinare un effetto fitotossico, specie su piante giovani (De Lucia *et al.*, 2013).

Conclusioni

In questa prova, il trinciato di palma, mescolato al terriccio vivaistico in quantità non superiore al 33%, non ha determinato effetti negativi sulla crescita in altezza delle piantine di roverella, risultando quindi comparabile al substrato di utilizzo corrente. Al contrario, con quantitativi di trinciato maggiori si è osservato un effetto significativamente negativo sulla crescita in altezza delle piantine.

Le differenze osservate trovano riscontro nelle analisi chimiche dei substrati che, all'aumentare della percentuale di trinciato di palma, vedono aumentare considerevolmente non solo il contenuto di alcuni elementi, come potassio scambiabile, azoto ammoniacale, azoto assimilabile, effetto che potenzialmente potrebbe dare vantaggio alle piantine offrendo una maggiore disponibilità di nutrienti, ma anche la conducibilità elettrica del materiale che rappresenta invece un elemento sfavorevole allo sviluppo radicale delle giovani piantine di roverella.

La granulometria grossolana del trinciato può aver determinato, tramite casi di contatto diretto con l'apparato radicale delle piantine, un effetto fitotossico

localizzato, giustificando la maggiore varianza registrata nei valori biometrici per le tesi dove è stata effettuata la miscelazione (trinciato al 33% e 66%).

Questi primi risultati confermano la possibilità di sostituire fino al 30% della componente organica di un substrato standard idoneo alla vivaistica forestale con il trinciato di palma. Ulteriori prove saranno necessarie per valorizzare in maniera ottimale i residui ottenuti da palme abbattute perché colpite dal rincoforo.

Riassunto

Nell'ambito del progetto nazionale di ricerca PRO-PALMA (finanziato dal MiPAAF), si è indagato il possibile utilizzo del trinciato di palma come componente di substrati per la vivaistica forestale. Sono stati esaminati gli effetti sulla crescita di semenzali di roverella indotti dall'impiego di substrati vivaistici miscelati con percentuali diverse di trinciato di palma (0%, 33%, 66% e 100% v/v). I risultati evidenziano nessun effetto negativo delle miscele al 33% mentre,

all'aumentare di tale percentuale, cresce la mortalità, probabilmente a causa della più elevata conducibilità elettrica indotta dal trinciato di palma, che rappresenterebbe l'elemento più sfavorevole per la crescita delle piantine.

Parole chiave: riciclo di materiali di scarto, attività vivaistica, substrati di coltivazione, roverella

Bibliografia

- CROBEDDU S., PIGNATTI G., 2005. *Propagazione per talea di specie mediterranee. Prove di substrato*. Sherwood, 11 (114): 27-31.
- DE LUCIA B., VECCHIETTI L., RINALDI S., RIVERA C.M., TRINCHERA A., REA E., 2013. *Effect of peat-reduced and peat-free substrates on Rosmarinus officinalis L. growth*. Journal of Plant Nutrition, 36: 863-876.
- SPERANDIO G., FEDRIZZI M., PAGANO M., GUERRIERI M., VERANI S. 2014. *Abbattimento di palme infestate da punteruolo rosso. Indicazione operative relative a tre diversi sistemi di lavoro*. Sherwood, 204: 35-38.
- VESELINOVIC M., GOLUBOVIC-CURGUZ V., STOJICIC D., PIPKOV N., ZHELER P., DRAGANOVA I. 2000. *The use of composted bark in mixed substratum for containerized forest plant production*. Sektsiya Gorsko stopanstvo, pp 266-271.

Effetto dell'aggiunta di biochar di segatura e zeolite sulla qualità di compost derivante da rifiuti agricoli

Federico Tinivella^{1*}, Andrea Minuto¹, Dimitra Zaharaki², Luca Medini³, Maria Teresa Hernández⁴, Carlos Garcia⁴, José Luis Moreno Ortego⁴, Konstantinos Komnitsas²

¹ Centro di Sperimentazione e Assistenza Agricola, Albenga (SV)

² School of Mineral Resources Engineering, Technical University of Crete (Grecia)

³ Labcam s.r.l., Albenga (SV)

⁴ Center for Edaphology and Applied Biology of Segura, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Murcia (Spagna)

Effect of sawdust biochar and zeolite addition on the quality of compost deriving from agricultural wastes

Abstract. In the present experimental study, biochar and zeolite (clinoptilolite) were mixed with compost to improve its quality in order to be used as soil amendment for the cultivation of crops in the Mediterranean region. Biochar was produced after slow pyrolysis of sawdust, obtained from a carpentry workshop in Chrete (Greece), at 350 °C for 60 min. The mixtures were prepared after mixing compost with 1 or 5 % w/w biochar and commercial zeolite (Ipus Agro) and then were moistened and incubated for maximum 20 days at room temperature, prior to use. The quality of the mixtures was assessed in terms of absence of phytotoxicity and reduction of contaminants leaching through germination tests with cress (*Lepidium sativum*) combined with dedicated chemical analysis of the mixtures themselves. The germination indexes indicate a phyto-nutrient or phyto-stimulant effect induced by the mixtures tested especially at higher doses of biochar. Besides mixing of compost with 5 % w/w biochar and/or zeolite prevents leaching of Cu, Ni, Cr, Zn and Pb due to their adsorption on the surface of the additives.

Key words: soil amendment, phytotoxicity, leaching, pyrolysis, carbon.

Introduzione

I sottoprodotti di origine agricola aventi un elevato tenore in sostanza organica possono essere utilizzati

quali ammendanti per migliorare le caratteristiche del suolo e incrementare le produzioni costituendo un valore aggiunto dal punto di vista sia ecologico che economico (Bravo-Martín-Consuegra *et al.*, 2015). Il compostaggio dei sottoprodotti agricoli rappresenta uno dei metodi più diffusi di gestione e dà origine a nuovi prodotti ad alto valore agronomico e ridotta fitotossicità (Martinez *et al.*, 2013). Il biochar è un prodotto a base di carbonio, solido e poroso prodotto dopo pirolisi lenta a temperatura moderata (350-650 °C) in atmosfera con limitata presenza o in assenza di ossigeno a partire da differenti tipi di materie prime tra cui rifiuti agricoli (lolla di riso, rifiuti legnosi...). La sua miscelazione con rifiuti organici può aumentare la presenza di flora microbica utile e adsorbire contaminanti organici ed inorganici da rifiuti pericolosi nonché, complessivamente, incrementare la fertilità del suolo.

Materiali e metodi

Aliquote differenti di biochar e di clinoptilolite (zeolite) sono state miscelate con compost derivante da sottoprodotti di origine agricola (reflui oleari, scarti di potatura, lana grezza e pollina) in base allo schema presentato in tabella 1 al fine di incrementare la sua qualità complessiva. Il biochar (fig. 1) è stato prodotto con pirolisi lenta a 350 °C di segatura proveniente da un laboratorio sito in Chania, Creta (Grecia). Le caratteristiche del biochar sono presentate in tabella 2. Il biochar e la zeolite sono stati miscelati al compost in percentuali dell'1 e del 5% peso/peso (tab. 1). Dopo un periodo di maturazione/ incubazione variabile da una a tre settimane sono state condotte prove di fitotossicità (indice di germinazione di seme di crescione) e analisi chimiche dedicate e basate su metodi ufficiali utilizzando estratti acquosi

* federico.tinivella@gmail.com

Tab. 1 - Schema sperimentale adottato nelle prove, numeri espressi in %.
 Tab. 1 - Experimental lay-out used in the trials, numbers expressed in %.

Materiale	100C	100B	99C+1B	95C+5B	99C+1Z	95C+5Z	98C+1B+1Z	90C+5B+5Z
Compost (C)	100	-	99	95	99	95	98	90
Biochar (B)	-	100	1	5	-	-	1	5
Zeolite (Z)	-	-	-	-	1	5	1	5

Tab. 2 - Caratterizzazione della segatura (S) e del biochar (B), yp: pyrolysis yield; SV: sostanze volatili; AS: area superficiale.
 Tab. 2 - Characterization of sawdust (S) and biochar (B), yp: pyrolysis yield; SV: volatile compounds; AS: surface area.

	y _p , %	pH	CE, mS/cm	% SV	% char	AS, m ² /g	% C	% H	% N
S	-	5,7	0,4	89,6	10,4	-	46,7	5,8	0,5
B	30,6	3,8	0,2	42,9	57,1	2,6	63,2	2,1	0,3

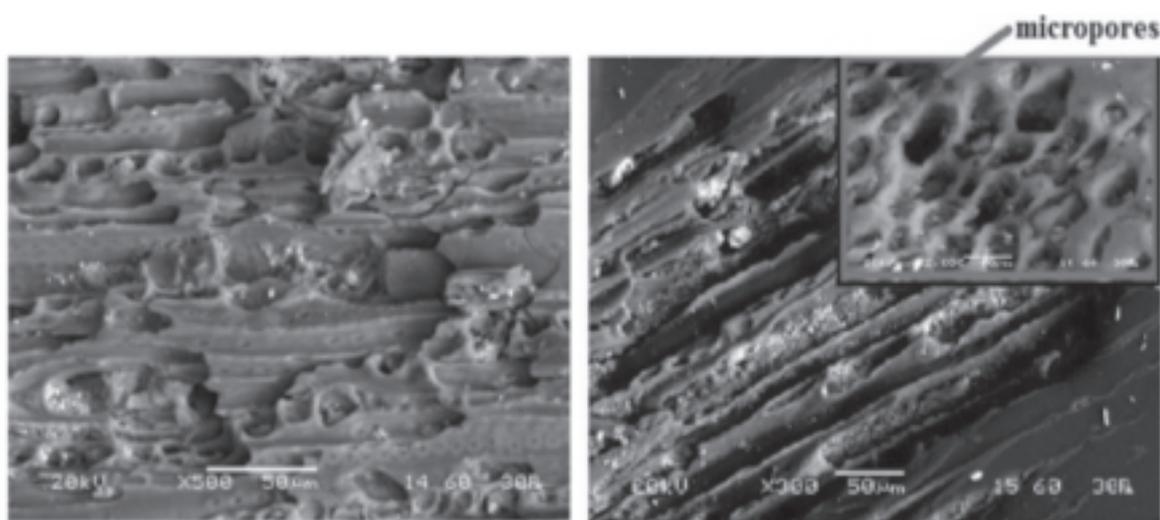


Fig. 1 - Immagine SEM del biochar da pirolisi di segatura a 350 °C per 60 minuti (500x a sx e 300x a dx).
 Fig. 1 - SEM image of biochar produced after sawdust pyrolysis at 350 °C for 60 minutes (left x500, right x300).

alle concentrazioni 1-3-10-30 % vol/vol per determinare la qualità delle miscele in termini di riduzione della lisciviazione e della mobilità di elementi contaminanti e incremento della disponibilità di elementi nutritivi.

Risultati e discussione

Il biochar ha mostrato completa assenza di fitotossicità e ha mostrato in certi casi un effetto stimolante nei confronti della germinabilità del seme soprattutto quando usato da solo ma anche in miscela con compost (95 % C + 5 % B). L'effetto positivo del biochar in questo senso è più significativo a concentrazioni superiori del percolato (fig. 2). La miscelazione di compost con zeolite ad entrambe le dosi (1 e 5 %) può prevenire la lisciviazione di Cu, Ni, Cr, Zn e Pb grazie alla superficie di adsorbimento che caratterizza tale minerale e incrementare la concentrazione di elementi scambiabili (es. Mg) nel substrato di coltivazione (tab. 3).

Conclusioni

La combinazione di compost, biochar e zeolite ottenuto da pirolisi lenta può essere considerata una buona soluzione per l'ottenimento di un ammendante di qualità volto alla coltivazione di specie diverse soprattutto in ambiente mediterraneo. Il biochar è in grado di migliorare complessivamente la qualità dei substrati e di ridurre gli eventuali effetti negativi derivanti dalla presenza di contaminanti mentre le zeoliti sono in grado di migliorare l'assorbimento dei nutrienti a livello radicale.

Il lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto LIFE 10 ENV/GR/594 "WASTEREUSE" finanziato dall'Unione Europea.

Riassunto

Biochar e zeolite sono stati miscelati con compost al fine di migliorare la sua qualità complessiva come ammendante del suolo. Il biochar è stato prodotto

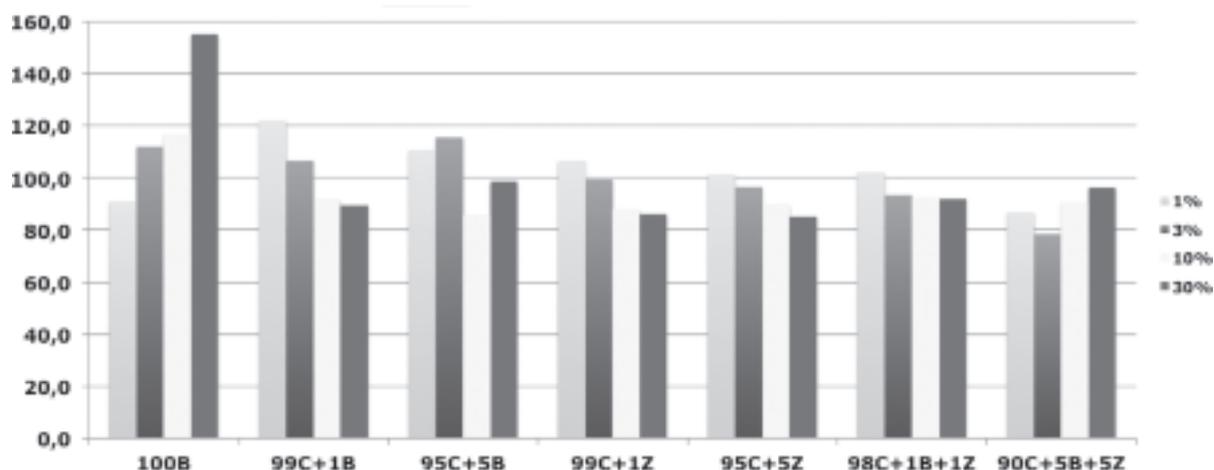


Fig. 2 - Indice di germinazione (Ig %) - crescita in funzione della diluizione del percolato (% V/V) – assenza di fitotossicità Ig > 80 %; B biochar – C compost – Z zeolite.

Fig. 2 - Germination index (Ig %) - cress according to leachate dilution (% V/V) - absence of phytotoxicity Ig > 80%; B biochar – C compost – Z zeolite.

Tab. 3 - Concentrazione in metalli pesanti e altri elementi nei percolati ottenuti da miscele di compost (C), biochar (B) e zeolite (Z) ($\mu\text{g/l}$).
Tab. 3 - Concentration of heavy metals and other elements in the leachates obtained from compost mixtures (C), biochar (B) and zeolite (Z) ($\mu\text{g/l}$).

Elemento	100C	100B	99C+1B	95C+5B	99C+1Z	95C+5Z	98C+1B+1Z	90C+5B+5Z
Cd	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr	31,8	6	34,7	38,2	31,6	29,5	33,9	35,3
Pb	40,9	0	67,1	93,2	33,9	25,6	54,8	107,1
Cu	253,7	0	418,1	626,3	216,3	180,8	362,6	563,9
Ni	87,9	0	88,6	97,9	86,5	80,1	92,8	83,6
Mn	1,4	0,5	1,4	1,6	1,4	1,4	1,5	1,5
Mg	98,4	5,8	87,7	86,9	104,6	104,3	103,6	82
Zn	321,2	44,1	0,9	504,1	308,8	305,6	365,4	473,7
Fe	34,7	0	35,8	38,1	38,3	30	40,7	40
K	3156,9	11	3008,8	2717,3	3177,6	2904,7	3100	2110,1

attraverso pirólisi lenta di segatura a 350 °C per 60 minuti. Le miscele sono state preparate unendo compost con aliquote all'1 e 5 % peso/peso di biochar e zeolite, poi inumidite e incubate per un periodo massimo di 20 giorni a temperatura ambiente. La qualità delle miscele è stata valutata in termini di assenza di effetti fitotossici e di riduzione della lisciviazione di determinati contaminanti attraverso prove di germinazione e analisi chimiche.

Parole chiave: ammendante, fitotossicità, lisciviazio-

ne, pirólisi, carbonio.

Bibliografia

- BRAVO-MARTÍN-CONSUEGRA S., GARCÍA-NAVARRO F.J., AMORÓS-ORTÍZ-VILLAJOS J.Á., PÉREZ-DE-LOS-REYES C., HIGUERAS P.L., 2015. *Effect of the addition of sewage sludge as a fertilizer on a sandy vineyard soil*. Journal of Soils and Sediments, (in press) DOI 10.1007/s11368-015-1102-x.
- MARTÍNEZ F., CASTILLO, S., BORRERO C., PÉREZ S., PALENCIA P., AVILÉS M., 2013. *Effect of different soilless growing systems on the biological properties of growth media in strawberry*. Scientia Horticulturae, 150: 59-64.

Effetti del substrato e della gestione della fertirrigazione sulla comparsa di frutti malformati ('punta verde') nella fragola cv Capri

Paolo Zucchi*, Paolo Martinatti, Tommaso Pantezzi

Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN)

Effects of growing media and fertigation management on strawberry misshapen fruits: focus on 'green tip' of cv Capri

Abstract. Strawberry fruit misshapeness produces a qualitative but also a quantitative fall in price of the sealable yield. Some cvs, as Capri, show a typical misshapeness call 'green tip'. To evaluate the bearing of this disorder a trial was set up concerning three growing media (coir; peat; a coir-wood mix), three electrical conductivity levels (EC: 900, 1200 e 1500 μScm^{-1}) and four irrigation scheduling (1.5 min every 15 min; 3 every 30; 4.5 every 45; 6 every 60; 2.4 l/h.). Growing medium affected the misshapeness: plants grew on coir-wood mix produced more grin tip, otherwise, on peat, the physiological disorder showed a longer period of incidence. The EC did not affect neither the green tip yield, nor its evolution. The irrigation scheduling determined some differences, but it is difficult to guess based on the actual knowledge. In conclusion, the trial added further tiles to the causal mosaic of this peculiar strawberry disorder, corroborating its multifactorial ethiology.

Key words: *Fragaria x ananassa* Duch.; electrical conductivity; irrigation schedule; physiological disorder.

Introduzione

La malformazione del frutto di fragola (*Fragaria x ananassa* Duch.) determina il deprezzamento qualitativo e quantitativo della produzione commerciabile. Le cause sono molteplici, sia genetiche e ambientali (Carew *et al.*, 2003) che nutrizione (Lieten, 2002) e tecnica di coltivazione (Ariza *et al.*, 2012).

Alcune cv presentano un peculiare malformato localizzato all'apice del frutto. La cv Capri presenta il cosiddetto 'punta verde', il quale è ravvisabile sin dagli ultimi stadi di differenziazione del fiore.

L'obiettivo della prova è stato valutare l'incidenza di substrato e gestione fertirrigua sul deforme del frutto punta verde della cv Capri.

Materiali e metodi

Piante A+ di fragola rifiorente cv Capri sono state messe a dimora il 14 aprile 2014 con una densità di 8 piante/metro lineare in una serra sperimentale sita a Pergine Valsugana (46,07° N, 11,23° E, 514 m slm). Sono stati utilizzati tre substrati (Vigorplant Italia srl): COCCO 4-12 (cocco e fibra corta); C5FY5 (mix al 50% di COCCO 4-12 e fibra di legno); FR-LA 13V (mix di torba e 15% di cocco).

La soluzione fertirrigua è stata fornita in tre livelli di conducibilità elettrica (EC): 900, 1200 e 1500 μScm^{-1} ; e distribuita in quattro tempistiche: 1,5 min ogni 15 min; 3 ogni 30; 4,5 ogni 45 e 6 ogni 60 (2,4 l/h).

I frutti raccolti sono stati suddivisi in tre categorie: commerciali ($\varnothing > 22\text{mm}$; imperfezioni del frutto $< 5\%$ superficie); punta verde (caratteristica deformazione apicale) e scarto (sottomisura; altri tipi di deforme; marci e fiori abortiti), quindi contati e pesati.

I disegni sperimentali sono stati due split plot. Il primo con fattore principale l'EC e fattore secondario il substrato, ed un turno irriguo fisso di 30 min. Il secondo con fattore principale la tempistica irrigua e fattore secondario il substrato, e un'EC fissa di 1200 μScm^{-1} .

I dati sperimentali sono stati sottoposti ad ANOVA avvalendosi del software Statistica 9.1 (StatSoft, Inc., USA). Le condizioni di omoschedasticità sono state valutate con il test di Cochran. La separazione delle medie è stata effettuata con il test protetto HSD di Tukey ($P < 0,05$).

* paolo.zucchi@fmach.it

Risultati e discussione

Il substrato ha influenzato l'occorrenza del malformato: le piante su C5FY5 hanno originato più punta verde, a discapito della produzione commerciale, poiché la produzione totale non è risultata differente nei tre substrati (fig. 1). Anche temporalmente il fenomeno risulta modificato. Infatti, su FR-LA 15V la fisiopatia è comparsa a partire dalle ultime raccolte di giugno sino al picco di agosto, mentre sugli altri due substrati si è manifestata in due momenti separati a luglio ed agosto (fig. 2A).

L'EC non ha modificato né la produzione in peso di punta verde né la sua dinamica temporale (dati non mostrati). La tesi 900 ha prodotto significativamente meno frutti commerciali e totali, ma manifestato una maggior incidenza della fisiopatia (tab. 1).

La tempistica irrigua ha portato a differenze significative, che risultano, date le attuali conoscenze, di difficile interpretazione (fig. 3), ma neanche in questo caso ha inciso sull'evoluzione temporale (dati non mostrati).

Benché il picco massimo in peso di punta verde per tutti i fattori sia ad agosto, seguito da ottobre e poi dall'inizio di luglio (fig. 2A), analizzando l'evoluzione temporale come percentuale rispetto alla somma di produzione commerciale e punta verde, l'ordine si inverte: a luglio si raggiunge il 70% mentre ad agosto supera di poco il 40% (fig. 2 B).

Si conferma, come riportato da Carew *et al.* (2003), che la comparsa della fisiopatia è molto variabile e non sembra associata, durante la fase di maturazione dei frutti, a particolari condizioni ambientali: i picchi di luglio, agosto ed ottobre sono avvenuti in differenti condizioni microclimatiche. Ciò è in accor-

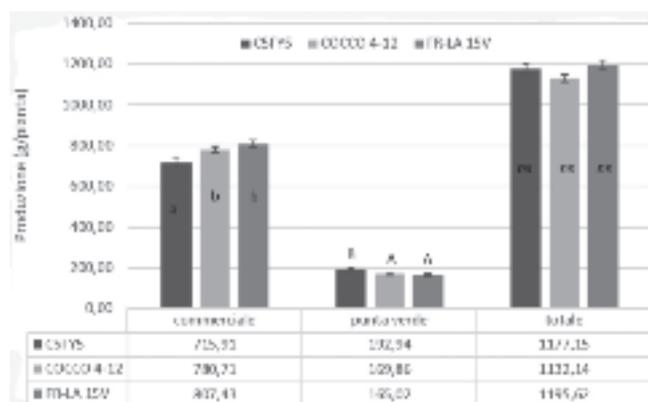


Fig. 1 - Produzione di frutti commerciali, o colpiti dalla 'punta verde' e totale in funzione del tipo di substrato. Lettere diverse indicano valori differenti al test protetto HSD di Tukey ($P < 0,05$). Le barre rappresentano l'errore standard.

Fig. 1 - Sealable, 'green tip' and total yield in grams per plant, as a function of growing media. Diverse letters mean different value at protected HSD Tukey's test ($P < 0,05$). Bars represent s.e.

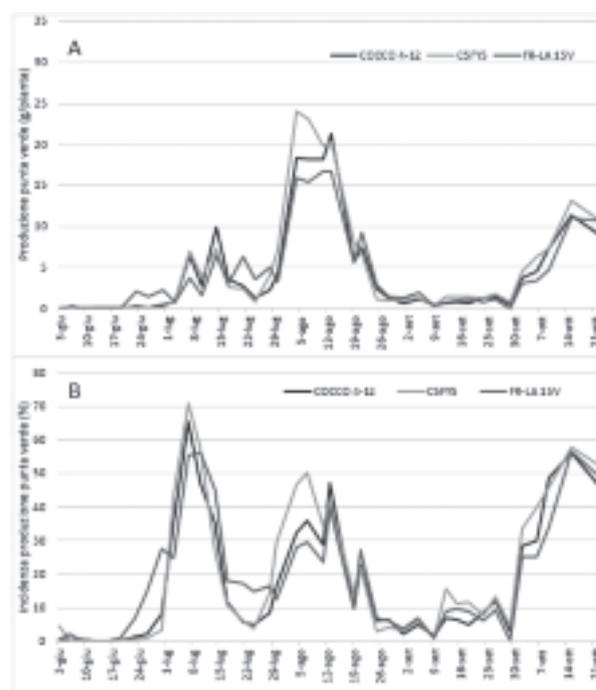


Fig. 2 - Evoluzione della produzione di frutti colpiti dalla 'punta verde' in funzione del tipo di substrato (A), e della percentuale in peso di punta verde rispetto alla somma di produzione commerciale e punta verde (B).

Fig. 2 - Time course of 'green tip' yield as a function of growing media (A), and of weight percentage of green tip in respect of sealable and green tip sum (B).

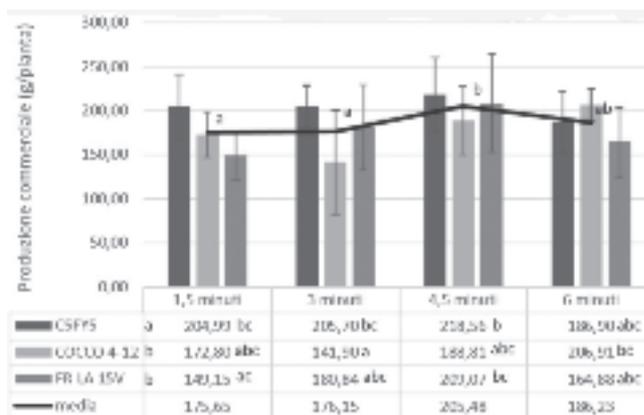


Fig. 3 - Produzione di frutti colpiti dalla 'punta verde': interazione tempistica irrigua x substrato. Lettere diverse indicano valori differenti al test protetto HSD di Tukey ($P < 0,05$). Le barre rappresentano l'errore standard.

Fig. 3: Sealable, 'green tip' and total yield: interaction irrigation scheduling x growing media. Diverse letters mean different value at protected HSD Tukey's test ($P < 0,05$). Bars represent s.e.

do con Zucchi *et al.* (2014): differenti situazioni di temperatura e umidità modificano l'incidenza della fisiopatia ma non la sua evoluzione temporale.

Conclusioni

L'occorrenza di questa fisiopatia fa supporre che sia predominante l'influenza delle condizioni ambien-

Tab. 1 - Effetto dell'EC sul numero di frutti pianta afferenti alla categoria commerciale e totale ed incidenza percentuale del 'punta verde'. Lettere diverse indicano valori differenti al test protetto HSD di Tukey ($P < 0,05$).

Tab. 1 - EC effect on the number of fruit per plant graded in sealable and total, and on green tip percentages. Diverse letters mean different value at protected HSD Tukey's test ($P < 0,05$).

Parametri	N° frutti						Incidenza punta verde (%)		
	Commerciali			Totali					
	EC (μScm^{-1})								
	900	1200	1500	900	1200	1500	900	1200	1500
Cocco 4-12	53,4 ns	65,3 ns	61,7 ns	106,4 ns	131,0 ns	140,5 ns	10,39 bc	7,23a	7,2a
C5FY5	54,8 ns	58,3 ns	60,6 ns	111,3 ns	133,8 ns	135,7 ns	9,61 abc	10,77 c	9,03 abc
FR-LA 15V	56,0 ns	68,9 ns	63,2 ns	105,8 ns	143,3 ns	141,1 ns	9,21 abc	8,52abc	7,54 ab
media	54,7 A	64,2 B	61,8 B	107,8 A	136,1 B	139,1 B	9,73 A	8,83 AB	7,93 B

tali e colturali durante il processo di differenziazione a fiore. Nello specifico, substrato di coltivazione, EC e turno irriguo sono stati in grado di influenzare non solo l'incidenza del fenomeno, ma anche, la sua evoluzione temporale.

La prova ha aggiunto ulteriori tessere al mosaico causale di questa particolare fisiopatologia, avvalorandone ulteriormente l'eziologia multifattoriale.

Riassunto

La malformazione del frutto di fragola nota come 'punta verde' determina il deprezzamento qualitativo della produzione. Per valutare l'incidenza di questa fisiopatologia nella cv Capri, si è impostata una prova sperimentale su tre substrati (cocco; torba; mix cocco-legno), tre livelli di conducibilità elettrica (EC: 900; 1200; 1500 μScm^{-1}) e quattro tempistiche (1,5 min ogni 15 min; 3 ogni 30; 4,5 ogni 45; 6 ogni 60; 2,4 l/h). Le piante su mix cocco-legno hanno originato più punta verde, quelle su torba hanno manifestato un periodo più prolungato di presenza del deforme. L'EC

non ha influenzato la comparsa della fisiopatologia. Il regime irriguo ha determinato delle differenze di difficile interpretazione.

Parole chiave

Fragaria x ananassa Duch.; conducibilità elettrica; tempistica irrigua; fisiopatologia.

Bibliografia

- ARIZA M.T., SORIA C., MEDINA J.J., MARTINEZ-FERRI E., 2012. *Incidence of misshapen fruits in strawberry plants grown under tunnels is affected by cultivar, planting date, pollination, and low temperatures*. HortSci., 47 (11): 1569-1573.
- CAREW J.G., MORRETINI M., BATTEY N.H., 2003. *Misshapen fruits in strawberry*. Small Fruits Rev., 2: 37-50.
- LIETEN P., 2002. *The effect of nutrition prior to and during flower differentiation on phylloidy and plant performance of short day strawberry Elsanta*. Acta Hort., 567: 345-348.
- ZUCCHI P., MARTINATTI P., MARCOLLA E., GENOVESE M., PANTEZZI T., 2014. *Influence of Air Humidity Enrichment under High Tunnel Conditions on Some Quantitative and Qualitative Parameters of Strawberry Fruits*. 29th IHC: Horticulture-sustaining lives, livelihoods and landscapes. Brisbane, 17-22 agosto.

Indicazioni per la preparazione dei manoscritti per la pubblicazione di Atti di Convegno su *Italus Hortus*

Invio dei Manoscritti

I testi degli Atti da pubblicare dovranno giungere alla Redazione presso il Dipartimento di Ortoflorofruitticoltura dell'Università di Firenze, viale delle Idee 30, 50019 Sesto Fiorentino (FI) almeno 45 giorni prima della data prevista di pubblicazione del numero di *Italus Hortus*. I dattiloscritti devono essere inviati in singola copia cartacea e in versione elettronica, riuniti in un CD-Rom (completo di indice), stampati su una sola facciata di fogli A4, con interlinea doppia e margini di 3 cm (sinistro e destro). Il carattere del testo deve essere Times New Roman 12. Le pagine devono essere numerate. Il numero massimo di caratteri (o di parole) per ogni articolo sarà indicato dal Comitato Scientifico-Editoriale del Convegno stesso, sulla base degli accordi con il Direttore Responsabile della Rivista.

Supporti accettati: I testi e le tabelle devono necessariamente essere in formato Word (estensione DOC) o Rich Text Format (estensione RTF). Eventuali grafici e figure devono essere in formato JPG con risoluzione minima 300 dpi e larghezza pari a cm 10 (una colonna). Si raccomanda di salvare in files separati il testo e le tabelle (1 file) i grafici e le figure (1 file per grafico e/o figura). La pubblicazione avverrà in bianco e nero; eventuali figure o tabelle a colori saranno a carico dell'autore che ne farà richiesta.

Procedura per l'accettazione

Il Comitato Scientifico-Editoriale del Convegno sarà responsabile dell'accettazione del lavoro e potrà richiedere revisioni ed integrazioni all'autore. La responsabilità della qualità degli Atti del Convegno ricade sul Comitato Scientifico-Editoriale del Convegno e sul suo Coordinatore (Curatore - *Guest Editor*).

Le bozze tipografiche saranno inviate al Curatore per la correzione e dovranno essere restituite entro 15 giorni, anche qualora non si rilevino correzioni da fare. Il mancato ritorno delle bozze corrette nei termini stabiliti comporta l'accettazione delle medesime. Copyright: dopo l'accettazione il copyright del lavoro diventa proprietà della Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana. L'autorizzazione alla stampa in qualsiasi forma dei lavori o parti dei lavori deve essere richiesta alla Segreteria Generale della SOI.

Preparazione del manoscritto

La prima pagina deve comprendere nell'ordine: Titolo in Italiano, nome e cognome dell'Autore(i), indirizzo(i) dell'Istituzione(i) di appartenenza, nome e l'indirizzo dell'autore corrispondente (compreso fax, e-mail), riassunto in Italiano, parole chiave (non presenti nel titolo, max 5), titolo in Inglese, abstract in Inglese, key-words (max 5). **Riassunto:** il riassunto Italiano è limitato a 100 parole; l'abstract in Inglese è compreso tra 100-200 parole. In entrambi i casi devono essere riportati scopi e risultati della ricerca senza abbreviazioni, equazioni e citazioni bibliografiche. L'abstract in Inglese deve contenere con chiarezza tutte le informazioni e consentire la massima visibilità del lavoro ad un pubblico più ampio.

Parole chiave: la lista di parole chiave, in Italiano e Inglese, non usate nel titolo, include nomi comuni e scientifici, nomi delle specie, nome comune degli elementi chimici, termini fisiologici e patologici.

Testo: il testo dovrà essere organizzato nel seguente modo:

- nel caso di contributi sperimentali dovrà contenere: Introduzione (che deve terminare con indicazione degli scopi del lavoro), Materiale e metodi, Risultati, Discussione, Conclusioni. Bibliografia. Risultati e discussione possono anche essere accorpate in un unico paragrafo.

- nel caso di relazioni ad invito con le caratteristiche di "Review" il testo sarà articolato in paragrafi a discrezione dell'autore; lo scopo della "Review" dovrà essere chiaramente indicato nell'Introduzione ed il testo dovrà includere un paragrafo "Conclusioni" che potranno assumere anche la forma di "Prospettive future" o "Ricadute pratiche".

Gli elenchi devono essere puntati, secondo l'esempio sotto riportato.

- Il punto deve essere tondo e pieno;
- Il testo deve rientrare;
 - L'eventuale sotto punto è tondo, ma vuoto;
 - Non sono ammessi ulteriori livelli.

Non sono ammesse note a piè di pagina.

Unità di misura: le unità di misura e il relativo simbolo devono essere quelle del Sistema Internazionale (SI). Il simbolo, senza punto, deve seguire il valore numerico.

Nomi delle Piante: i nomi scientifici di piante e animali sono indicati in corsivo. I nomi delle cultivar vanno scritti con la prima lettera maiuscola senza virgolette, preceduti dall'abbreviazione "cv" senza punto (es. *Chrysanthemum morifolium* Ramat cv Snow Don).

Corsivo: il corsivo nel testo deve essere usato solo per espressioni latine, nomi scientifici e parole straniere, limitate a quelle per cui non esiste il corrispettivo italiano.

Tabella: le tabelle devono essere riportate a fine testo, in pagine separate e comunque non inserite all'interno del testo. In ogni caso deve essere possibile intervenire all'interno delle tabelle per modificare bordi, dimensioni e caratteri di stampa. Il titolo delle tabelle deve essere in Italiano e Inglese (questo in corsivo). Non riportare gli stessi dati in tabelle e grafici. Le tabelle devono essere intelleggibili senza ricorrere al testo e numerate con numero arabo progressivo (es. Tab. 1). Le unità di misura devono essere chiaramente indicate. Ogni colonna deve riportare un'appropriata intestazione. I riferimenti bibliografici in calce a tabelle e figure vanno in parentesi.

Grafici: i grafici devono essere in formato JPG con risoluzione minima 300 dpi e larghezza minima di cm 10 (una colonna). Il titolo dei grafici deve essere in Italiano e Inglese (questo in corsivo). I grafici devono essere in bianco e nero; la pubblicazione di grafici a colori sarà a carico dell'autore. I grafici non devono essere inseriti all'interno del testo. All'interno del testo il grafico è indicato come Figura e numerato con numero arabo progressivo (es. Fig. 1).

Immagini: foto, diapositive e disegni devono essere forniti in originale. Qualora l'originale non sia disponibile, è possibile inviare un file in formato JPG o TIF; ogni altro formato non sarà accettato. La larghezza minima è pari a cm 10 (una colonna). La pubblicazione a colori dovrà essere concordata con il curatore degli atti.

La didascalia di grafici e immagini deve essere riportata in Italiano e Inglese (questo in corsivo) in files separati o al termine del testo. Le figure devono essere intelleggibili senza ricorrere alla lettura del testo e numerate con numero arabo progressivo. Tutte le figure devono avere un riferimento nel testo.

Bibliografia: le citazioni bibliografiche all'interno del testo devono avvenire mediante il riferimento al cognome dell'Autore o degli Autori (se due) e all'anno di pubblicazione. Nel caso di più Autori, al nome primo seguirà l'abbreviazione *et al.* Nel caso di più lavori nello stesso anno dello stesso Autore, all'anno si faranno seguire lettere minuscole progressive (es. 2003a, 2003b). La bibliografia dei lavori citati deve essere indicata in ordine alfabetico secondo il seguente schema, con i caratteri speciali e la punteggiatura indicati:

CASO N. 1 PUBBLICAZIONE SU RIVISTA

AUTORE/I (la virgola separa gli Autori uno dall'altro), anno di pubblicazione. *Titolo del lavoro*. Rivista, volume (numero della rivista): numero pagine. Es. ROSSI G., BIANCHI M., 1990. *Le rose dei Romani sono belle*. *Italus Hortus*, 1 (1): 22-26.

CASO N. 2 CAPITOLO DI UN LIBRO

AUTORE/I, anno di pubblicazione. *Titolo del lavoro*. In: Curatore libro, Titolo del volume, Casa editrice (città): numero pagine. Es. ROSSI G., BIANCHI M., 1990. *Le rose dei Romani*. In: M. Bianchi ed., *Le rose nel mondo antico*, Società Orticola Italiana (Firenze): 22-26.

CASO N. 3 MONOGRAFIA

AUTORE/I, anno di pubblicazione. *Titolo del lavoro*. Casa editrice (città), numero pagine. Es. ROSSI G., BIANCHI M., 1990. *Le rose dei Romani*. Società Orticola Italiana (Firenze), pp. 200.

Acta Italus Hortus

Pubblicazione della Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana (SOI)
Numero 18

Atti delle Giornate Tecniche SOI **Substrati di coltivazione per le produzioni ortoflorofruitticole e vivaistiche**

Sommario

Relazioni a invito

I substrati di coltivazione nel vivaismo ortoflorofruitticolo: esigenze agronomiche e sostenibilità ambientale ed economica - *Substrates in horticultural nursery production: agronomic aspects, and environmental and economic sustainability* Pag. 9
Renato Ferretti

Caratteristiche e dinamiche del mercato dei substrati: il caso della torba e del cocco - *Characteristics and dynamics of the substrates market in Europe and Italy* “ 14
Costantino Cattivello e Daria Orfeo

Fertilizzazione e irrigazione delle colture in substrato: attuale stato dell'arte e tendenze future - *Current state-of-art and new trends on fertilization and irrigation of substrate cultures* “ 18
Luca Incrocci e Alberto Pardossi

Orali “ 23

Poster “ 83