





Consiglio di Quartiere 4

Assessorato all'Ambiente

Assessorato alla Partecipazione democratica
e ai rapporti con i Quartieri
In collaborazione con ARSIA

L'albero nell'ambiente urbano

Firenze 31 Maggio – 1 Giugno 2007 Limonaia di Villa Strozzi Via Pisana, 77

1 Giugno - Sessione antimeridiana

La multifunzionalità degli spazi verdi urbani e periurbani



Efficacia della fitorimediazione nei suoli inquinati

Stefano Mancuso – Università degli Studi di Firenze

La scelta delle specie vegetali da impiegare nella fitorimediazione è subordinata a diversi fattori che includono l'efficacia decontaminante e il buon adattamento alle condizioni del sito su cui si interviene. Per questo motivo, avere a disposizione una vasta gamma di specie adatte a questo scopo è fondamentale per la fitorimediazione che si sta sempre più diffondendo grazie anche ai costi vantaggiosi rispetto alle altre tecnologie disponibili.

Ultimamente un forte interesse è stato rivolto allo studio di piante legnose (alberi ed arbusti) con sviluppo elevato, grande produzione di biomassa ed un apparato radicale sviluppato e profondo con maggiori capacità di entrare in contatto con i contaminati del terreno, soprattutto anche in vista di un ritorno economico con lo sfruttamento della biomassa prodotta.

Le ricerche portate avanti nell'ambito del progetto RISVEM, oltre a soffermarsi sullo studio di nuove specie adatte alla fitorimediazione, hanno cercato di prendere in considerazione piante che bene si adattano alle condizioni pedo-climatiche del nostro ambiente.

La prima sperimentazione ha avuto lo scopo di esaminare l'efficacia di due specie vegetali aromatiche (*Hyssopus officinalis* L. e *Satureja montana* L.), diffuse nell'ambiente mediterraneo, nella rimozione di zinco e cadmio in terreni contaminanti da questi metalli pesanti.

La sperimentazione è stata sviluppata per valutare l'accumulo di zinco e cadmio in piante di *Hyssopus officinalis* L. e *Satureja montana* L., a concentrazioni diverse dei due metalli pesanti, iniziando ad esplorare la possibilità di impiegare queste due specie mediterranee per scopi fitorimediativi anche utilizzando chelanti organici come l'acido citrico.

Dai risultati ottenuti si può affermare che le due specie non hanno mostrato sintomi particolari di tossicità o diminuzioni di crescita. La misura della biomassa prodotta dalle piante è infatti un valido strumento per valutare lo stato di salute delle piante quando crescono in presenza di metalli pesanti rispetto al controllo. Inoltre, issopo e santoreggia, hanno mostrato una capacità di assorbimento ed accumulo, in quantità interessanti, sia di zinco che di cadmio, senza attuare quei meccanismi di esclusione degli inquinanti, tipici invece di numerose specie vegetali.

I risultati hanno permesso di ricavare informazioni utili sia in vista di sperimentazioni future, sia per possibili applicazioni su scala reale. Il processo di accumulo è risultato relativamente lento, mentre l'aggiunta di acido citrico al substrato ha incrementato notevolmente l'assorbimento del metallo, soprattutto ad alte concentrazioni di cadmio nel substrato.

Se la prima sperimentazione ha preso in considerazione specie perenni tipiche dell'ambiente mediterraneo, con basso fabbisogno idrico e poco esigenti in cure colturali, il lavoro è proseguito con la ricerca di specie vegetali che più si avvicinassero



alle caratteristiche necessarie per un impiego nella fitorimediazione. Per questo motivo sono state condotte prove di accumulo e traslocazione di zinco in piante appartenenti alla specie *Paulownia tomentosa* Steud.

P.tomentosa risulta molto promettente per l'impiego in siti contaminati da metalli pesanti: alla capacità di tollerarli ed assorbirli unisce infatti tassi molto elevati di crescita (in 5 anni raggiunge i 2 – 3 m, in 20 – 25 anni i 10 – 12 m); non si tratta di un iperaccumulatore, ma la grande produzione di biomassa in breve tempo rende possibile un'asportazione degli inquinanti non trascurabile. L'ampio sviluppo del sistema radicale consente di raggiungere i contaminanti in profondità, e l'elevata traspirazione dalla chioma rende la pianta un'efficiente "pompa" capace di trasportare al suo interno grandi quantitativi di acqua, e di depurarla.

Le prove sono state condotte presso il dipartimento di Ortoflorofrutticoltura dell'Università di Firenze, a Sesto Fiorentino (FI). Piantine di *Paulownia tomentosa* sono state allevate in idroponica in vasche a differenti concentrazioni di zinco. Dalle analisi di crescita è stato riscontrato che le piante cresciute nella soluzione contenente zinco non hanno mostrato differenze significative rispetto al controllo fino a concentrazioni di zinco pari a $1000~\mu m$. Lo stesso per quanto riguarda area fogliare, lunghezza degli internodi e scambi gassosi.

Dai risultati ottenuti con le analisi chimiche dei tessuti vegetali possiamo affermare che la *Paulownia* mostra una spiccata tolleranza verso la presenza dello zinco in soluzione, evidenziando anche una buona capacità di assorbimento del metallo nell'apparato radicale e una buona attività di traslocazione dello stesso nella parte area della pianta. I risultati hanno mostrato come *Paulownia tomentosa* possa considerarsi una specie utilizzabile in siti contaminati da metalli pesanti. Inoltre, risponde in maniera soddisfacente ai requisiti principali delle specie vegetali adatte alla fitorimediazione: efficacia nella decontaminazione e buon adattamento alle condizioni climatiche e podologiche del suolo. La capacità estrattiva e l'accumulo nei tessuti vegetali della pianta di metalli pesanti sono direttamente collegati al tasso di crescita della pianta che nel caso della *Paulownia* risulta molto alto.

In conclusione i risultati ottenuti hanno aperto nuove prospettive nell'utilizzo sia di piante aromatiche di origine mediterranea che di una specie arborea come *Paulownia tomentosa* nella fitorimediazione, in particolare per due tecniche specifiche, la fitoestrazione e la fitostabilizzazione.

In ogni caso, per confermare la prospettiva di un'applicazione di queste specie ai fini di bonifica del terreno, occorrono ulteriori studi che prevedano l'uso di un terreno realmente inquinato come substrato: infatti la coltura idroponica, utilizzata nella sperimentazione con *Paulownia*, offre alle piante i metalli in soluzione acquosa direttamente biodisponibile, semplificando la sperimentazione e depurandola dall'influenza delle caratteristiche dello specifico suolo utilizzato e dalle molteplici interferenze create dall'interazione tra suolo e metalli pesanti; si può così valutare la capacità potenziale delle piante di assorbire l'elemento, ma non la loro reazione a situazioni concrete di contaminazione del suolo. Future ricerche dovrebbero anche trasferire le prove di fitorimediazione tramite *Satureja montana*, *Hyssopus officinalis* e *Paulownia tomentosa* da condizioni ambientali controllate al pieno campo, saggiando le capacità di adattamento e la resa in condizioni assimilabili a quelle operative.



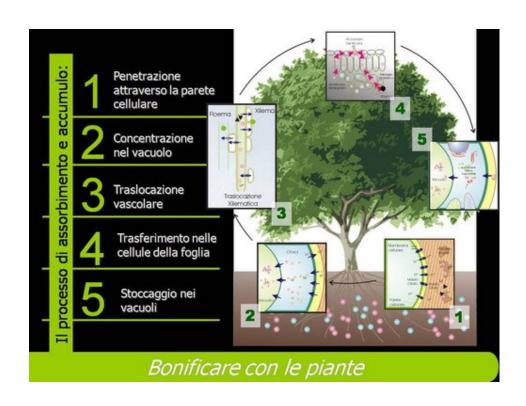
Sarebbe anche importante valutare le capacità rimediative di queste essenze nei confronti di altri metalli pesanti ed eventualmente di inquinanti organici, per capire le potenzialità globali ed in considerazione del fatto che, in casi concreti di inquinamento del suolo, questo risulta frequentemente contaminato da diversi agenti inquinanti associati tra di loro.















RISVEM | 1 giugno 2007 - Firenze Villa Strozzi







<u>Assorbimento</u>: biomassa x [Metallo] x densità delle piante x tempo

- ✓ Le piante iperaccumulatrici hanno bassa produzione di biomassa anche se alte concentrazioni di metallo;
- ✓ Selezionare piante legnose a crescita veloce con grande produzione di biomassa come salice, pioppo o paulownia.

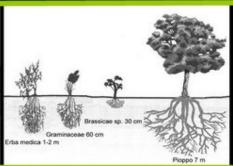
Le piante capaci di **iperaccumulare** i metalli pesanti fino ad ora trovate sono caratterizzate da:

- una bassa produzione di biomassa
- un sistema radicale poco sviluppato



IMPORTANZA DELLA RICERCA DI SPECIE ARBOREE





Bonificare con le piante



SPERIMENTAZIONI EFFETTUATE

Total amount of metals (as sulphate salts, mg/l) and citric acid (mg/l) added to the substrate during the experimental period

Alcune osservazioni preliminari sulle capacità di accumulo di zinco e cadmio in quattro specie legnose (Celtis australis, Quercus ilex, Syringa reflexa e Viburnum tinus)

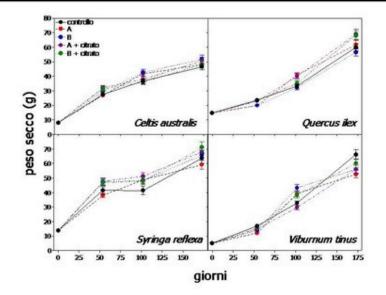
Treatment	Total ZaSO ₄	Total CdSO ₄	Citalic acid		
control	-	-	-		
(4)	300	3.25			
(0)	400	16.25	-		
(A + citrate)	300	3.25	750		
(B + citrate)	(B+citrate) 400		750		

Capacità di accumulo di zinco e cadmio in Hyssopus officinalis L. e Satureja montana I Treatments

- 1. Control
- 2. Zinc 200 ppm
- 3. Zinc 200 ppm + citric acid 5 mg g⁻¹
- 4. Zinc 1400 ppm
- 5. Cadmium 21 ppm
- 6. Cadmium 21 ppm + citric acid 5 mg g⁻¹
- 7. Cadmium 108 ppm
- 8. Cadmium 108 ppm + citric acid 5 mg g-1

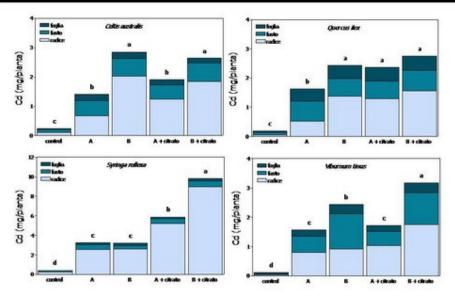
POTENZIALITA' FITOESTRATTIVE E DI ACCUMULO DI METALLI PESANTI IN PIANTE DI *PAULOWNIA* spp.

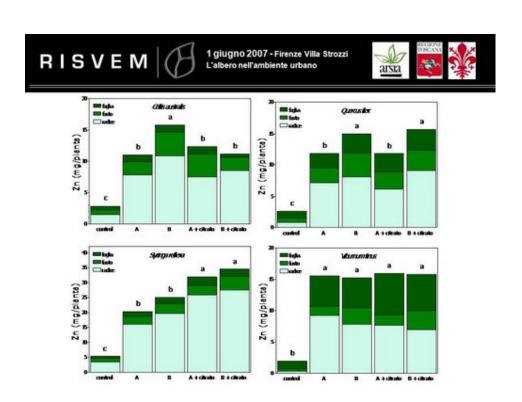






RISVEM 1 giugno 2007 - Firenze Villa Strozzi L'albero nell'ambiente urbano



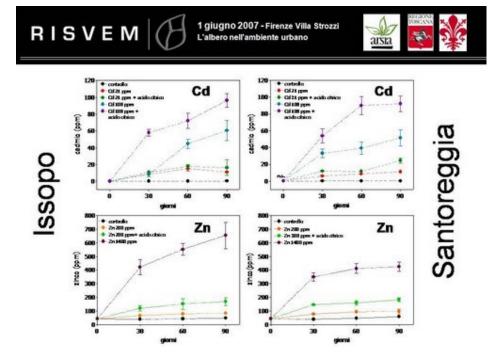




Coefficiente di Assorbimento Biologico

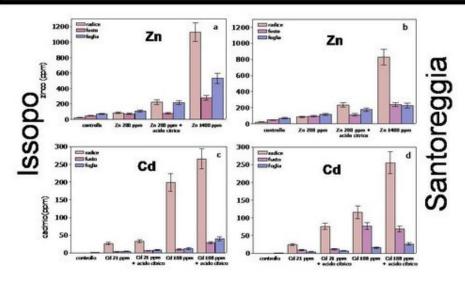
	Celtis australis		Quercus ilex		Syringa	reflexa	Viburnum tinus		
	Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn	Cd	Zn	
A	0.71	0.07	1.40	0.13	1.98	0.17	1.85	0.17	
В	0.27	0.10	0.38	0.17	0.40	0.24	0.56	0.18	
A + citrato	0.94	0.08	1.95	0.13	3.06	0.30	2.07	0.19	
B + citrato	0.25	0.07	0.42	0.17	0.91	0.30	0.72	0.19	

0.001 < BAC > 0.01	 MOLTO DEBOLE
0.01 < BAC > 0.1	DEBOLE
0.1 < BAC > 1	INTERMEDIO
4 . 040 . 40	+ ALTO
10 < BAC > 100	• INTENSIVO





RISVEM | 1 giugno 2007 - Firenze Villa Strozzi



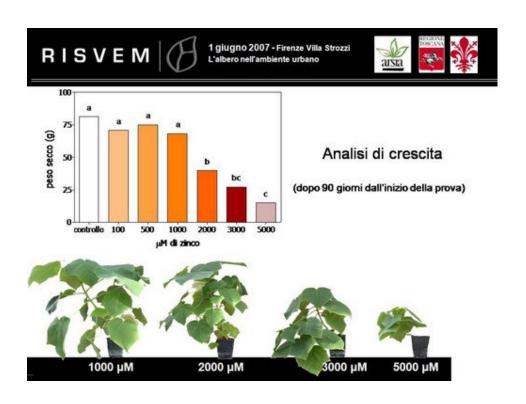


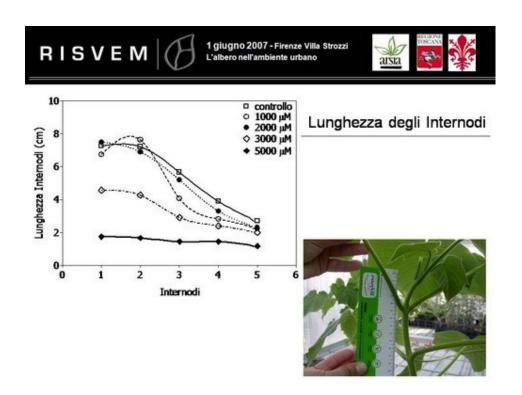
Paulownia tomentosa: zinco



Tesi	Zn (µM)				
Tesi 1 controllo	0				
Tesi 2	100 µM				
Tesi 3	500 μM				
Tesi 4	1000 µM				
Tesi 5	2000 μΜ				
Tesi 6	3000 μM				
Tesi 7	5000 µM				

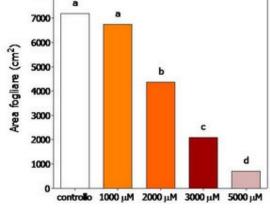






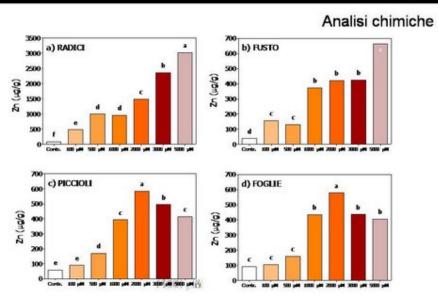


RISVEM 1 giugno 2007 - Firenze Villa Strozzi L'alibero nell'ambiente urbano Area fogliare

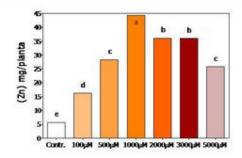




RISVEM 1 giugno 2007 - Firenze Villa Strozzi







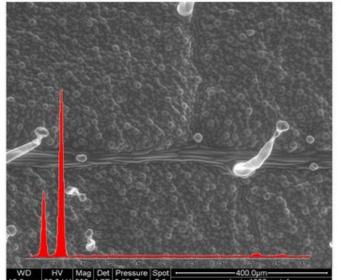
Analisi chimiche

Tesi	BAC
100 μM Zn	8.0
500 μM Zn	2.6
1000 µM Zn	2.2
2000 µM Zn	1.5
3000 µM Zn	1.5
5000 μM Zn	1.2

0.001 < BAC > 0.01	→ MOLTO DEBOLE
0.01 < BAC > 0.1	→ DEBOLE
0.1 < BAC > 1	→ INTERMEDIO
1 < BAC > 10	→ ALTO
10 < BAC > 100 -	+INTENSIVO

BAC= [M totale nella pianta]
[M nella soluzione]





Tricoma fogliare

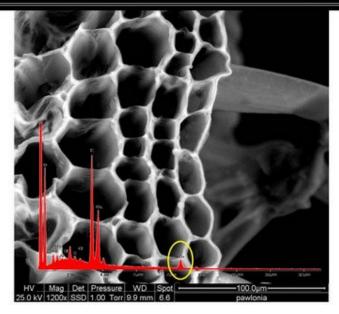






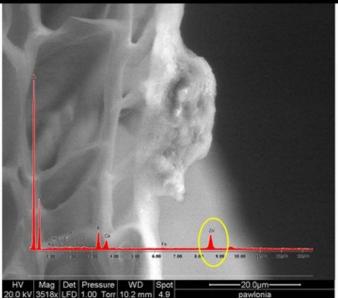






Fasci vascolari del picciolo





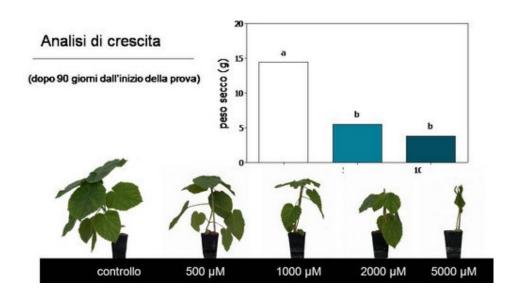
Picciolo





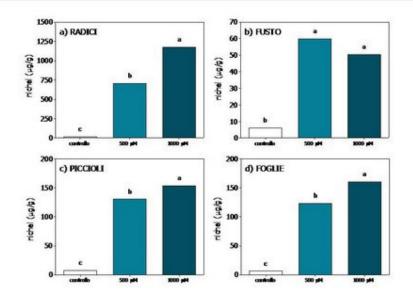
Tesi	Ni (µM)
Tesi 1 controllo	0
Tesi 2	500
Tesi 3	1000
Tesi 4	2000
Tesi 5	5000







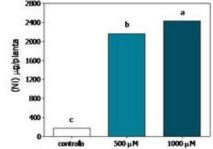
RISVEM 1 giugno 2007 - Firenze Villa Strozzi L'albero nell'ambiente urbano





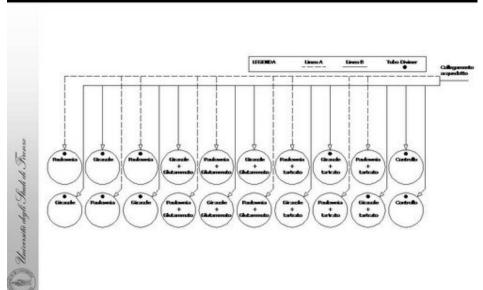
Tesi	BAC
500 μM	3.00
1000 µM	2.41

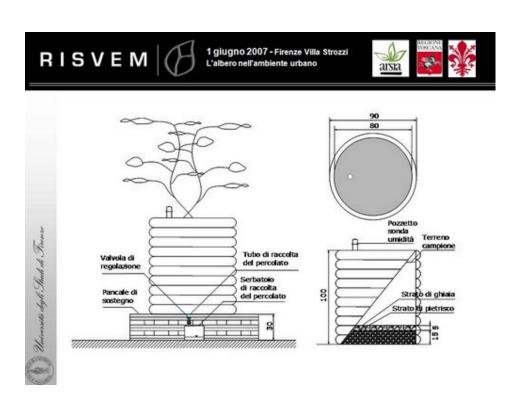
BAC= [M totale nella pianta]
[M nella soluzione]



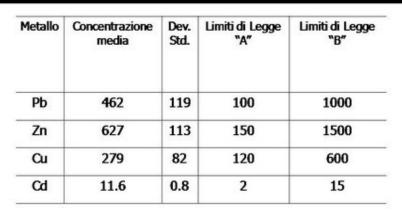
0.001 < BAC > 0.01	→ MOLTO DEBOLE
0.01 < BAC > 0.1	→ DEBOLE
0.1 < BAC > 1	→ INTERMEDIO
1 < BAC > 10	→ ALTO
10 < BAC > 100	- INTENSIVO











Limiti di Legge "A": suoli destinati ad uso verde pubblico, privato e residenziale

Limiti di Legge "B": suoli destinati ad uso commerciale ed industriale

D.Lgs. 152/2006



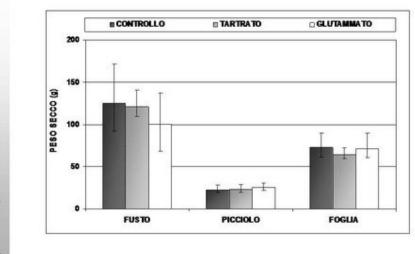


Prelievi di percolato durante la sperimentazione (litri)

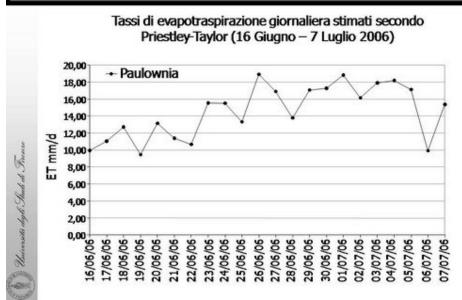
Essenza		Paulownia							Bianco		
Mesocosmo	2	4	6	8	10	12	14	16	18	1	20
16 Giugno	1,2	1,2	1,3	1,1	1	1,1	1,2	1,4	1	0,7	0,7
3 Luglio	5	5	2,5	5	2,5	2,5	2,5	0	0	5	5
7 Luglio	0	0	0	1,2	2,4	0,5	0	0	0	5	5
28 Luglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
30 Agosto	0	0	0	0	0	2,6	4,9	2,5	0	5	0

RISVEM

1 giugno 2007 - Firenze Villa Strozzi
L'albero nell'ambiente urbano







RISVEM



1 giugno 2007 - Firenze Villa Strozzi L'albero nell'ambiente urbano







Vantaggi

- · risanamento in situ
- del tutto naturale, non fa uso di sostanze chimiche pericolose
- riduzione degli eventuali rifiuti da smaltire
- la biomassa delle piante utilizzate per la bonifica può essere una risorsa utile
- economica
- · esteticamente gradevole

Svantaggi

- tempi lunghi
- individuare condizioni ottimali per la crescita e lo sviluppo delle piante, il livello di contaminazione non deve superare la profondità esplorabile dell'apparato radicale delle piante utilizzate
- devono sussistere le condizioni per l'instaurazione di mutue relazioni tra apparato radicale e i microrganismi del suolo
- le caratteristiche chimicofisiche del suolo devono essere adatte alla crescita vegetale

