



CREA

Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops



Regione Toscana



SISTEMA MUSEALE
DI ATENEO
UNIVERSITÀ DEGLI
STUDI DI FIRENZE

I microrganismi benefici del suolo

Dott. **Domenico Prisa** - CREA di Pescaia

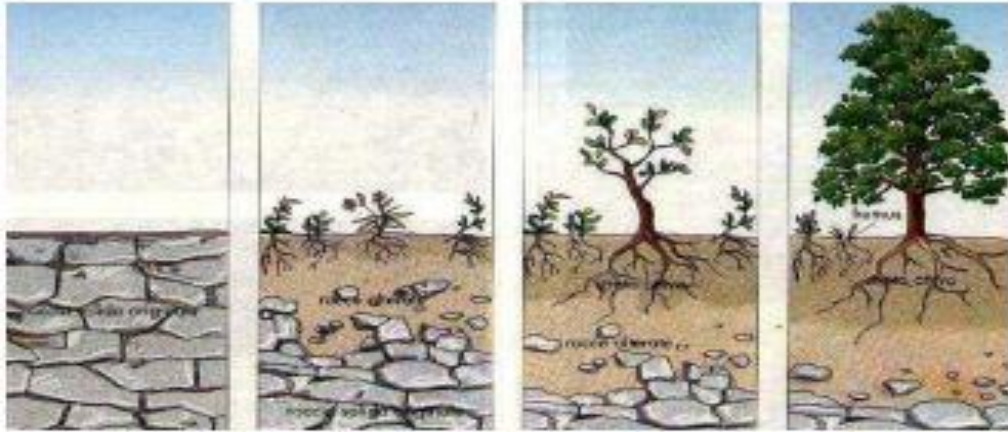
venerdì 7 marzo 2025

CONVEGNO CONCLUSIVO

Il progetto INNOVA.BIO.ORT si racconta

INNOVA.BIO.ORT
**Bioreattore
innovativo**





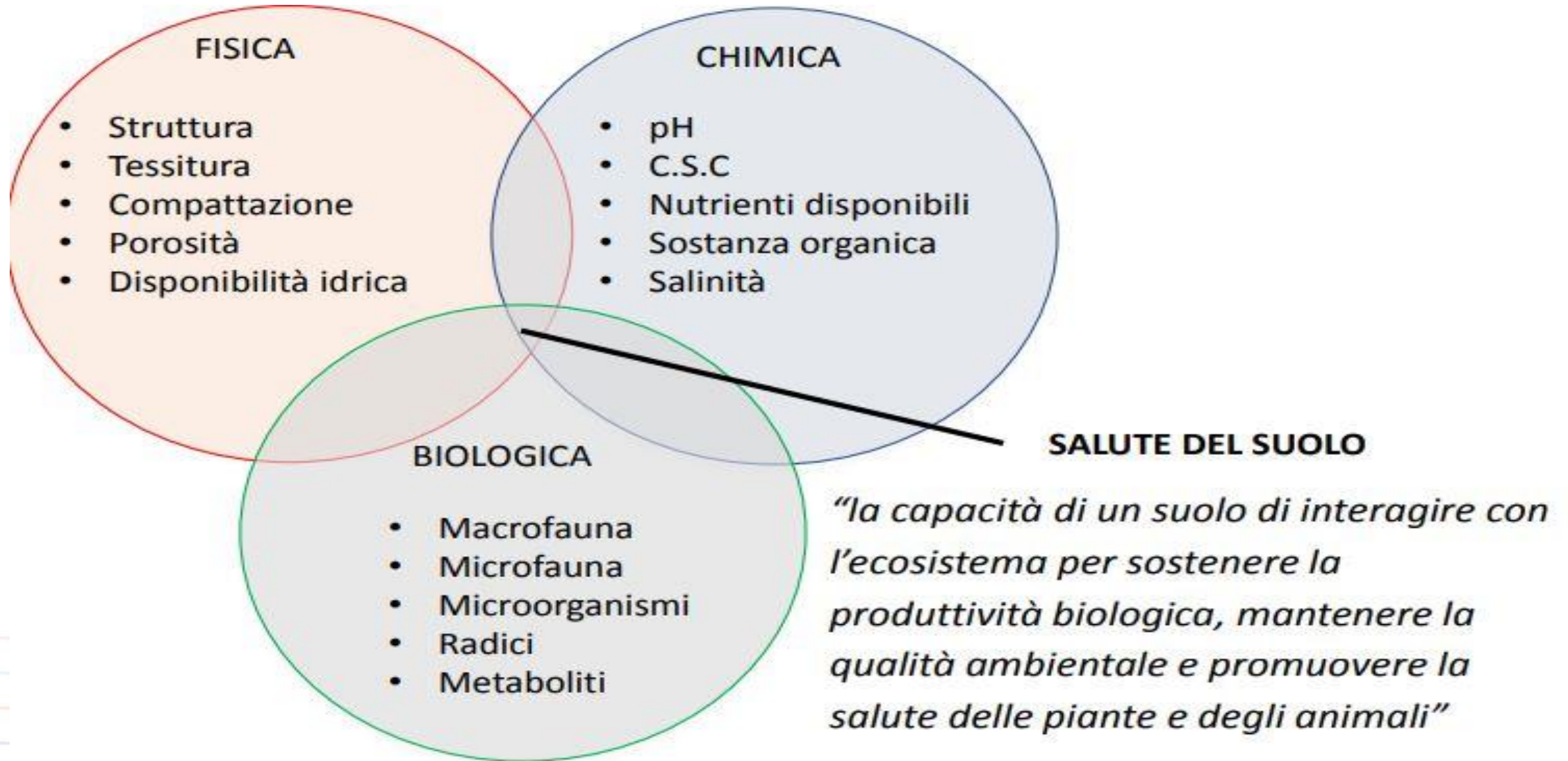
Il suolo è un complesso substrato fisico, chimico e biologico che permette la crescita delle piante e, di fatto, la vita stessa sulla terra.

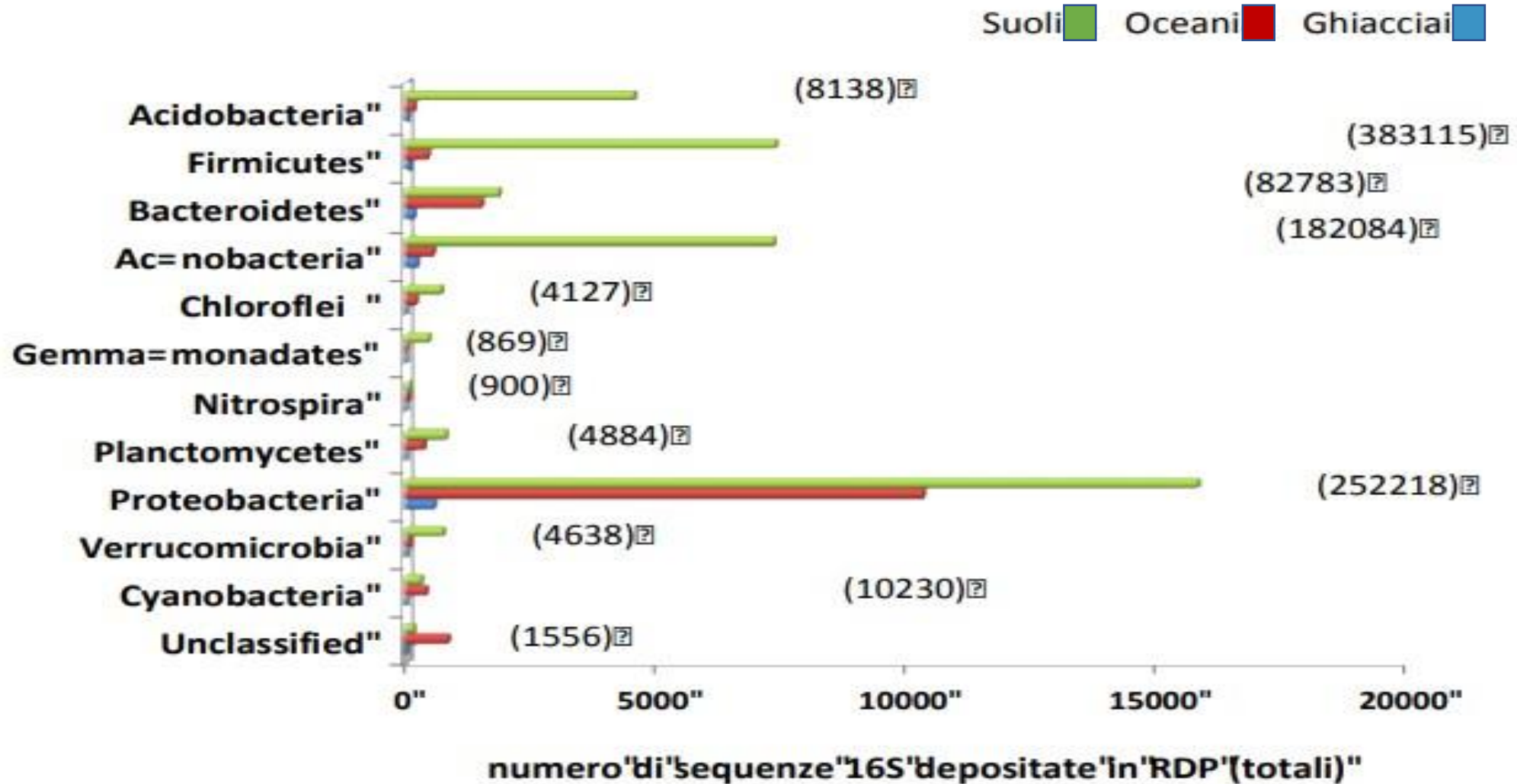
(alcune) funzioni essenziali del suolo:

- Degradazione dei residui organici e riciclo dei nutrienti
- Depurazione delle acque e degradazione di sostanze tossiche
- Riserva di biodiversità
- Sink di CO₂ ed altri gas serra
- Funzioni estetiche e sociali



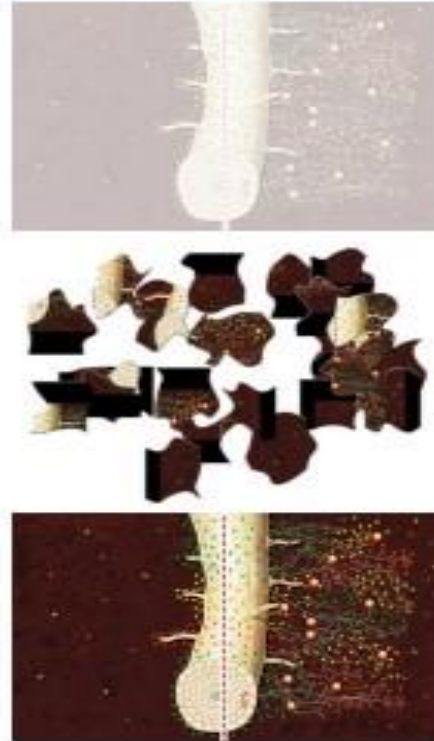
garantire nel tempo un corretto svolgimento di queste funzioni significa garantire la sostenibilità in agricoltura





Cosa fanno?

- Decomposizione della sostanza organica
- Ciclo dei nutrienti
- Fissazione dell' N_2
- Soppressione delle malattie delle piante
- Miglioramento della struttura del suolo
- Biodegradazione degli inquinanti
- Emissioni di gas serra



Chi sono? Quanti sono ?

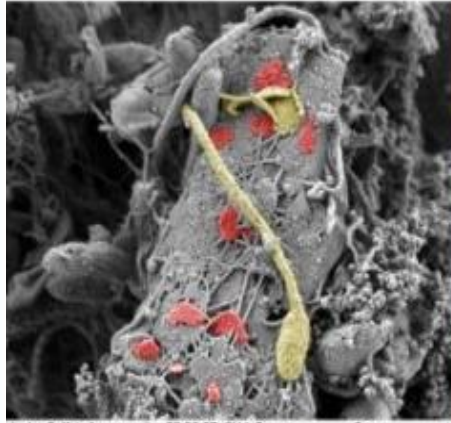


La biomassa microbica in 1 ha di suolo pesa circa come una vacca

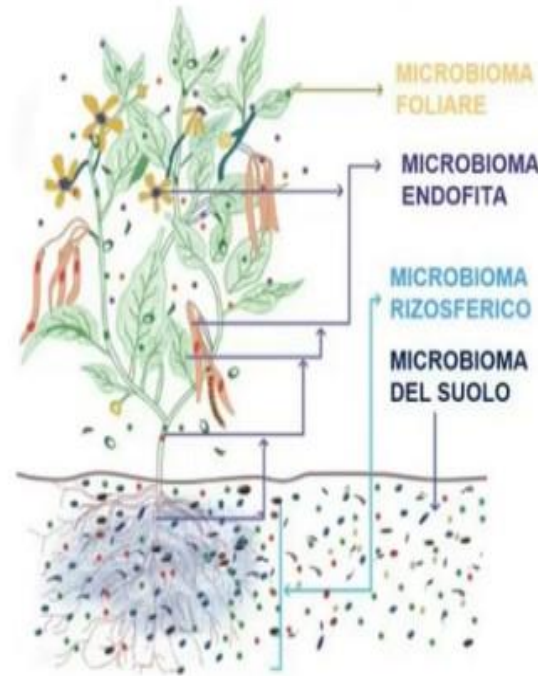
Dotazione microbiologica di un g di suolo di buona qualità:

- Oltre 1 miliardo di cellule
- Centinaia di migliaia di specie microbiche





La pianta come «olobionte»



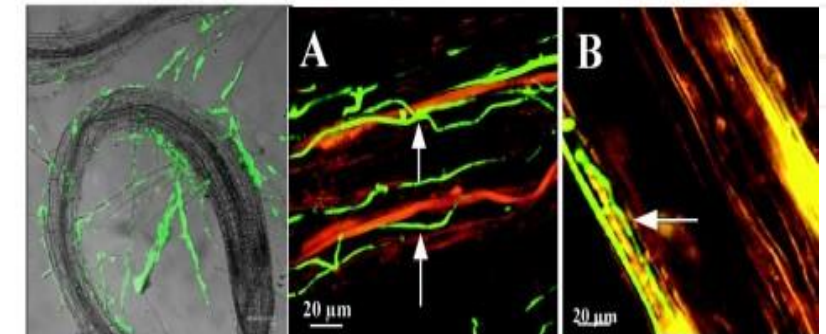
frontiers
in Plant Science

EDITORIAL
published: 20 December 2021
doi: 10.3389/fpls.2021.803291

Editorial: The Plant Holobiont Volume II: Impacts of the Rhizosphere on Plant Health

Nadia Lombardi^{1,2*}, Sheridan Lois Woo^{2,3,4,5}, Francesco Vinale^{2,5,6}, David Turra^{1,2} and Roberta Marra^{1,2}

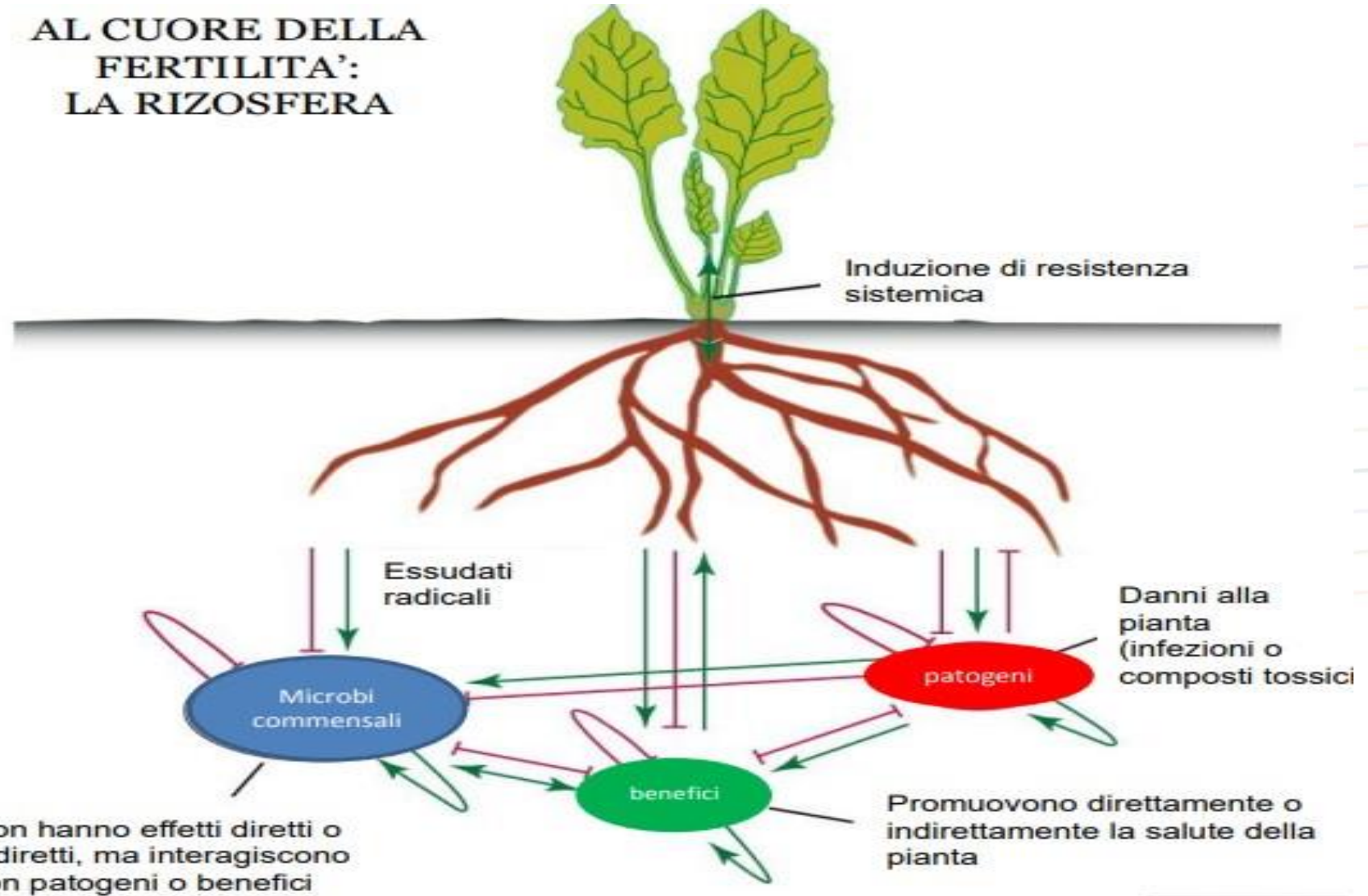
Il microbioma vegetale, un micromondo invisibile



I microrganismi costituiscono il lato nascosto delle piante

Marasco et al., 2016 PlosONE
Lu, Z., et al. 2004 Applied and Environmental Microbiology

**AL CUORE DELLA
FERTILITA':
LA RIZOSFERA**



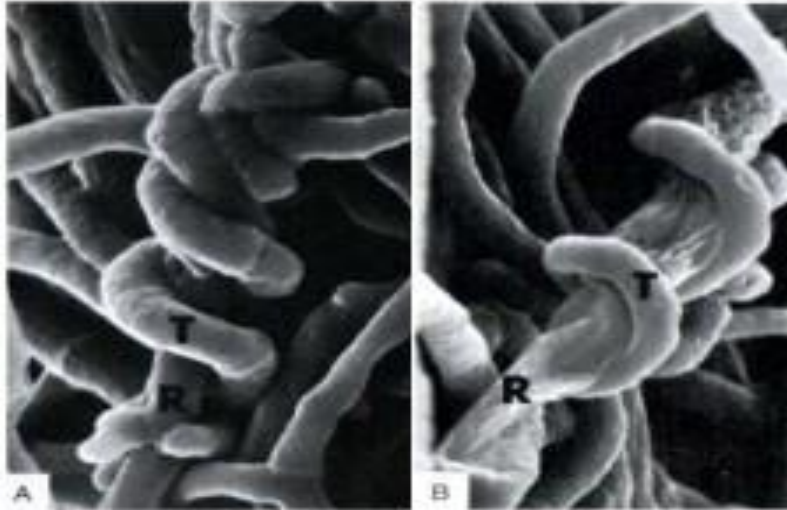
- Il termine PGPR (**Plant Growth Promoting Rhizobacteria**) è stato coniato nel 1981 (Kloepper and Schroth) per indicare le popolazioni microbiche della rizosfera in grado di promuovere la crescita della pianta
- E' possibile distinguere tra PGPR extracellulari e intracellulari (**ePGPR** e **iPGPR**)
- Du Jardin (2012) definisce i **biostimolanti** come: «Prodotti contenenti sostanze e/o microrganismi che, applicati alla pianta o alla rizosfera, stimolano i processi naturali che migliorano l'efficienza d'assorbimento e d'assimilazione dei nutrienti, la tolleranza a stress abiotici e/o la qualità del prodotto indipendentemente dal loro contenuto in nutrienti».
- Per estensione, i biostimolanti designano anche prodotti commerciali contenenti miscele di tali sostanze e/o microrganismi. Per microrganismi si intende sia **batteri** benefici, PGPB (Plant Growth Promoting Bacteria), che **funghi** benefici



Probiotici, prebiotici e simbiotici per l'agricoltura del futuro

Microrganismi benefici – meccanismi di azione

Parassitismo

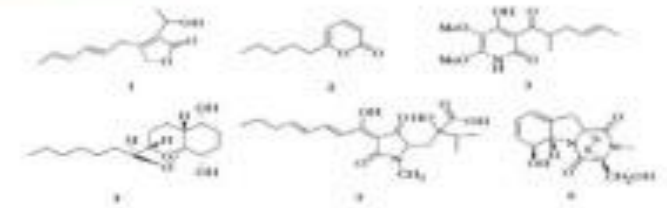


Antibiosi



1

2



1: horzianolide; 2: 6-pentyl- α -pyrone; 3: horzianopyridone; 4: koniginin; 5: horzanic acid; 6: gliotoxin.

Vinale et al., 2008 *Soil Biology and Biochemistry*

Competizione per spazio e nutrienti



Microrganismi benefici - Biofertilizzanti

Aiutano la pianta ad acquisire con maggiore efficienza micro e macro nutrienti, contribuendo al bilancio nutrizionale



- o Help plants acquire nutrients via:
 - Nitrogen fixation
 - Phosphate solubilization
 - Iron chelation
 - Potassium solubilization

 **frontiers**
in Plant Science

ORIGINAL RESEARCH
published: 26 June 2018
doi: 10.3389/fpls.2018.00174

Trichoderma-Based Biostimulants Modulate Rhizosphere Microbial Populations and Improve N Uptake Efficiency, Yield, and Nutritional Quality of Leafy Vegetables

Muzio Fiorentino^{1,2}, Maria Veronico^{1,2}, Sheridan L. Wood^{3,4}, Olimpia Pepe^{1,2}, Armando Di Rosa¹, Laura Gioia¹, Mia Romano¹, Nadia Lombardi⁵, Mauro Napolitano¹, Giuseppe Colla⁶ and Youssif Rouphael⁷

Microrganismi benefici - Biostimolanti

Incidono sulla crescita e sullo sviluppo della pianta



- Synthesize and secrete phytohormones like:
 - Indole 3-acetic acid (IAA)
 - Cytokinins
 - Gibberellins



Relazione win-win



Rizodeposizione

Polisaccaridi ad alto peso molecolare

Acidi grassi

Carboidrati

Enzimi

Tannini

Vitamine

Steroidi

Flavonoidi

Composti organici a basso peso molecolare

Zuccheri e polisaccaridi semplici

Composti fenolici

Aminoacidi

Acidi organici

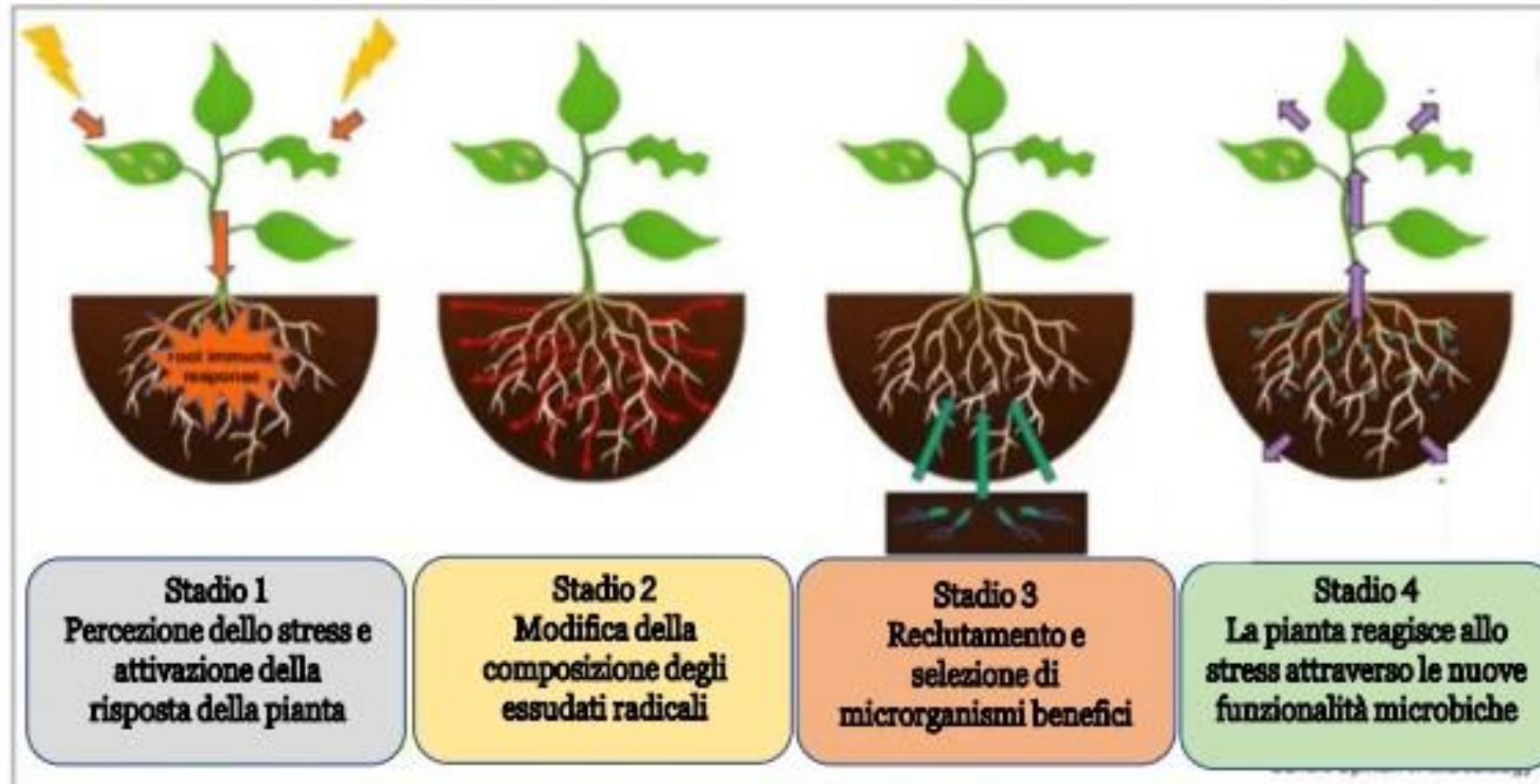


Composizione RE varia in base a:

- Tipologia del suolo
- Specie di pianta
- Stato di sviluppo della pianta
- Condizioni ambientali

Cambia la composizione dei RE, cambia anche la composizione della comunità microbica associata e cambiano le funzionalità che i microrganismi possono fornire alla pianta

Il "grido di aiuto" delle piante



Microrganismi benefici

Aspetti qualitativi

Journal of Agricultural and Food Chemistry

Effect of *Trichoderma* Bioactive Metabolite Treatments on the Production, Quality, and Protein Profile of Strawberry Fruits

Nadia Lombardi,^{1,2} Anna Maria Salzano,³ Antonio Dario Troise, Andrea Scaloni, Paola Vitaglione, Francesco Vitale, Roberta Marra, Simona Carrà,⁴ Matteo Lorito, Giada d'Ercole, Stefania Lattuada, and Sheridan Lois Woo

Biorisanamento

Journal of Plant Physiology

Trichoderma spp. alleviate phytotoxicity in lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) irrigated with arsenic-contaminated water

Antonio G. Caporale^{1,2}, Alessia Sommella², Matteo Lorito^{1,2}, Nadia Lombardi^{1,2}, Shah M.G.G. Azam³, Massimo Pigna², Michelina Rocco²

Biofortificazione

Journal of Agricultural and Food Chemistry

Application of *Trichoderma* Strains and Metabolites Enhances Soybean Productivity and Nutrient Content

Roberta Marra,^{1,2} Nadia Lombardi,^{1,2} Giada d'Ercole,^{1,2} Jacopo Troisi,^{1,2} Giovanni Scala,^{1,2} Francesco Vitale,¹ Sheridan L. Woo,^{1,3,4} Giuliano Bonanomi,^{1,1} and Matteo Lorito^{1,2,3}

microorganisms

Mineral Biofortification and Growth Stimulation of Lentil Plants Inoculated with *Trichoderma* Strains and Metabolites

Roberta Marra^{1,2,3}, Nadia Lombardi^{1,2,3}, Alessandro Piccolo^{1,2}, Navid Barghaleh⁴, Pratibha Prasher⁵, Albert Vandenberg^{4,5} and Sheridan Woo^{1,2,3,4}

Meccanismi diretti di stimolazione della crescita della pianta (attività biofertilizzante):

- Fissazione dell'azoto atmosferico
- Solubilizzazione del fosforo
- Solubilizzazione del potassio
- Produzione di siderofori
- Produzione di fitoormoni (acido indolacetico, citochinine, etilene)

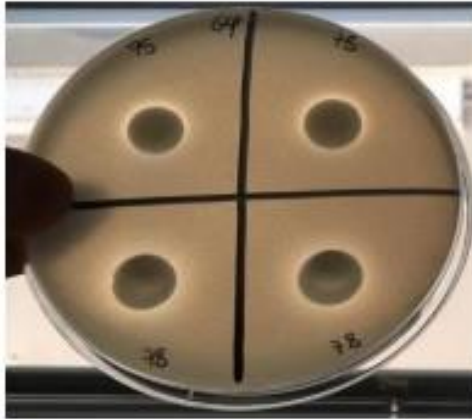
Meccanismi indiretti di stimolazione della crescita della pianta (attività di biocontrollo):

- Inibizione di funghi patogeni tramite produzione di acido cianidrico e altri metaboliti
- Inibizione di batteri patogeni tramite produzione di batteriocine
- Induzione di resistenza sistemica alla pianta nei confronti di stress abiotici (siccità, salinità) e biotici (resistenza ad insetti fitofagi)

Bioprospecting -> *“sistematica ricerca di prodotti utili derivati da risorse biologiche incluse piante, animali e microorganismi che possono essere sfruttati per la commercializzazione ed il beneficio della società”.*

Nel caso dei biostimolanti microbici:

1. Isolamento di ceppi microbici dal suolo e dalla rizosfera
2. Dereplicazione ed identificazione tassonomica
3. Valutazione fenomica *in vitro* di proprietà biostimolanti
4. Ranking quantitativo delle proprietà biostimolanti
5. Analisi genomiche per confermare le proprietà, valutare sicurezza ed unicità (IP)
6. Rese in biomassa e scale-up industriale
7. Test di serra e di campo
8. Registrazione e commercializzazione



Test solubilizzazione del tricalcio fosfato



Test produzione indoli



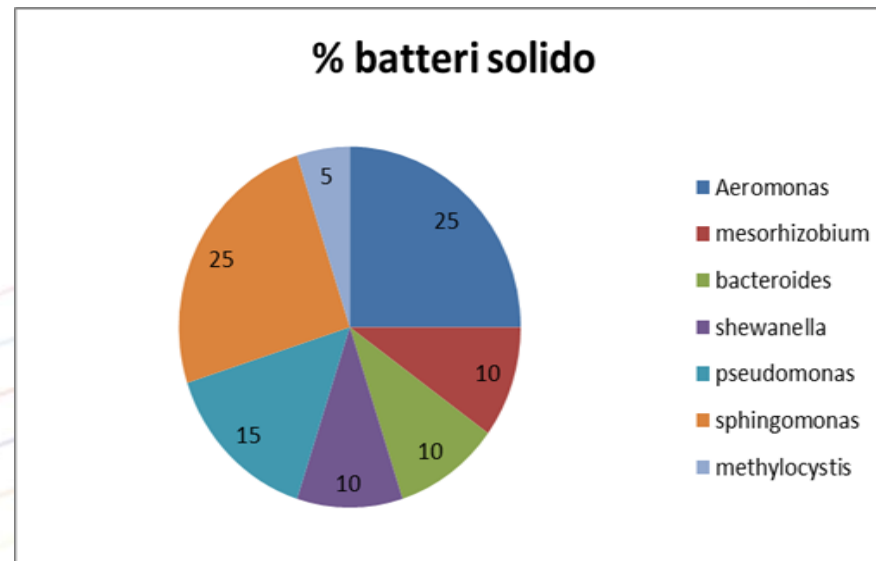
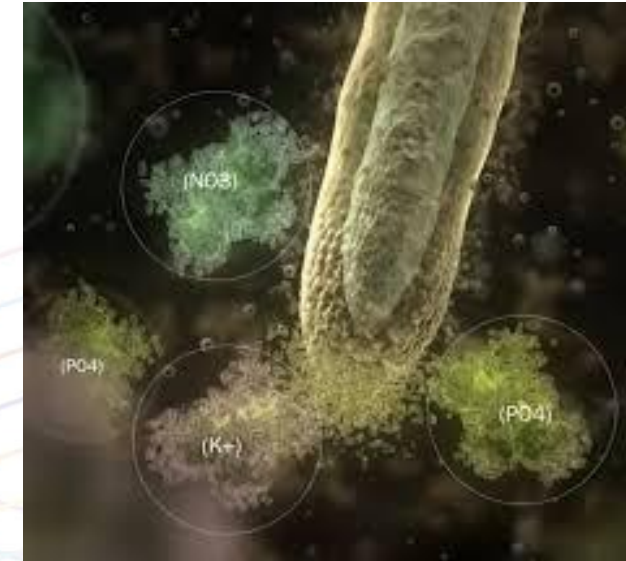
Test attività di biocontrollo vs *Sclerotinia sclerotiorum*



Test produzione di siderofori

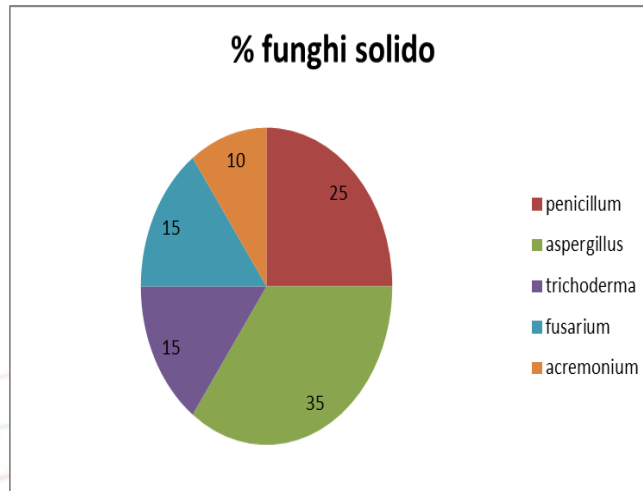
Tab.1 - (Azienda Ortobioattivo di Andrea Battiata)

	solido	fermentato	diluito
Batteri	%	cfu/ml	cfu/ ml
Aeromonas	25	$2,5 \times 10^6$	$1,8 \times 10^4$
Mesorhizobium	10	$1,8 \times 10^5$	$1,2 \times 10^4$
Bacteroides	10	$1,2 \times 10^4$	$1,3 \times 10^3$
Shewanella	10	$1,4 \times 10^5$	$1,6 \times 10^4$
Pseudomonas	15	$1,2 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$
Sphingomonas	25	$2,2 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$
Methylocystis	5	$1,4 \times 10^4$	$1,2 \times 10^3$



Tab. 2 - Analisi dei funghi, % su solido e cfu/ml su fermentato e diluito (Azienda Ortobioattivo di Andrea Battiata)

	solido	fermentato	diluito
Funghi	%	cfu/ml	cfu/ml
Penicillium	25	$3,2 \times 10^6$	$3,4 \times 10^5$
Aspergillus	35	$1,8 \times 10^8$	$1,3 \times 10^6$
Trichoderma	15	$3,2 \times 10^6$	$1,2 \times 10^4$
Fusarium	15	$2,8 \times 10^4$	$3,1 \times 10^3$
Acremonium	10	$3,2 \times 10^4$	$1,6 \times 10^3$



Valutazione morfologica dei batteri e funghi presenti nel vermicompost solido



Tab. 3 - Analisi della mesofauna, % su solido (Azienda Ortobioattivo di Andrea Battiata)

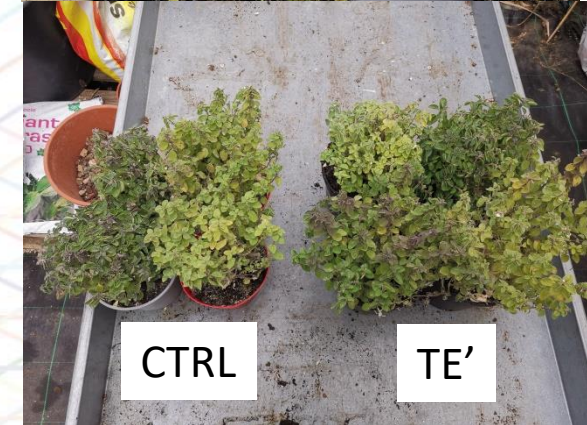
	solido
mesofauna	numero/ 100g
Coleoptera	20 ± 0,6
Larvae	52 ± 6,2
Hymenoptera	35 ± 0,12
Arachnida	14 ± 1,4



Tè di humus di lombrico e humus di lombrico solido su aromatiche

Trattamento (Salvia)	Plant height (cm)	Leaves number (n°)	Veg. weight (g)	Roots weight (g)
CTRL	33.24 d	22.11 d	55.11 d	40.22 d
BIOS	35.88 c	24.55 c	57.24 c	42.33 c
TE'	39.36 a	28.99 a	60.88 a	49.11 a
HUMUSOL	38.21 b	27.66 b	59.11 b	47.34 b
anova	***	***	***	***

Trattamento (Origano)	Plant height (cm)	Leaves number (n°)	Veg. Weight (g)	Roots weight (g)
CTRL	34.11 d	45.11 d	46.13 d	36.24 d
BIOS	36.22 c	47.23 c	48.25 c	38.31 c
TE'	40.36 a	53.66 a	53.88 a	44.12 a
HUMUSOL	38.24 b	50.34 b	50.12 b	41.31 b
anova	***	***	***	***



Applicazioni Microbiche nell'Ortoflorovivaismo



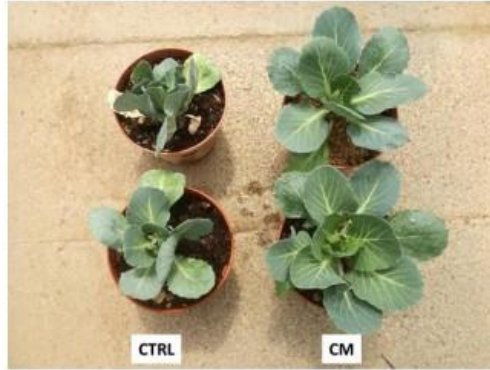


Figure 2 Effect of chabazitic-zeolites with added micro-organisms on the vegetative growth of cabbage.
Legend: (CTRL) group without chabazite; (CM) chabazite enriched with micro-organisms.

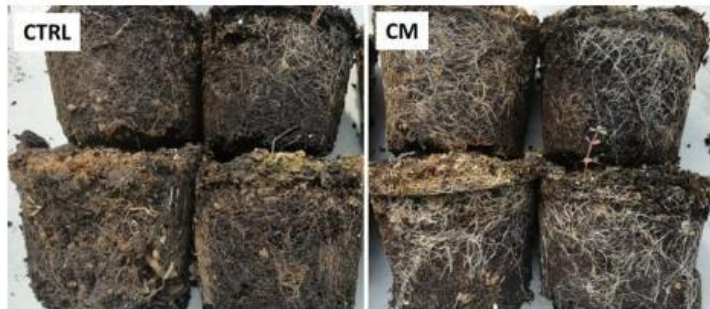


Figure 3 Effect of chabazitic-zeolites with added micro-organisms on the roots growth of cabbage.
Legend: (CTRL) group without chabazite; (CM) chabazite enriched with micro-organisms.

Table 1 Evaluation of the effect of zeolites on cabbage growth

Groups	Leaves number (n°)	Vegetative weight (g)	Root weight (g)	Stem diameter (mm)
CTRL	24,25 ^c	62,47 ^c	33,26 ^c	10,28 ^c
CN	34,67 ^b	71,69 ^b	44,21 ^b	12,37 ^b
CM	41,58 ^a	91,48 ^a	49,99 ^a	14,90 ^a
<i>ANOVA</i>	***	***	***	***

One-way ANOVA; n.s. - non significant; *, **, *** - significant at $P \leq 0.05$, 0.01 and 0.001, respectively; different letters for the same element indicate significant differences according to Tukey's (HSD) multiple-range test ($P = 0.05$).
Legend: group without chabazite (CTRL); group with natural chabazite (CN); group with chabazite enriched with micro-organisms (CM).

Table 2 Evaluation of the effect of zeolites on the physiological characteristics of cabbage

Groups	Chlorophyll content (spad index)	Pn ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
CTRL	13,38 ^c	11,78 ^b
CN	14,25 ^b	12,32 ^b
CM	15,48 ^a	13,97 ^a
<i>ANOVA</i>	***	***

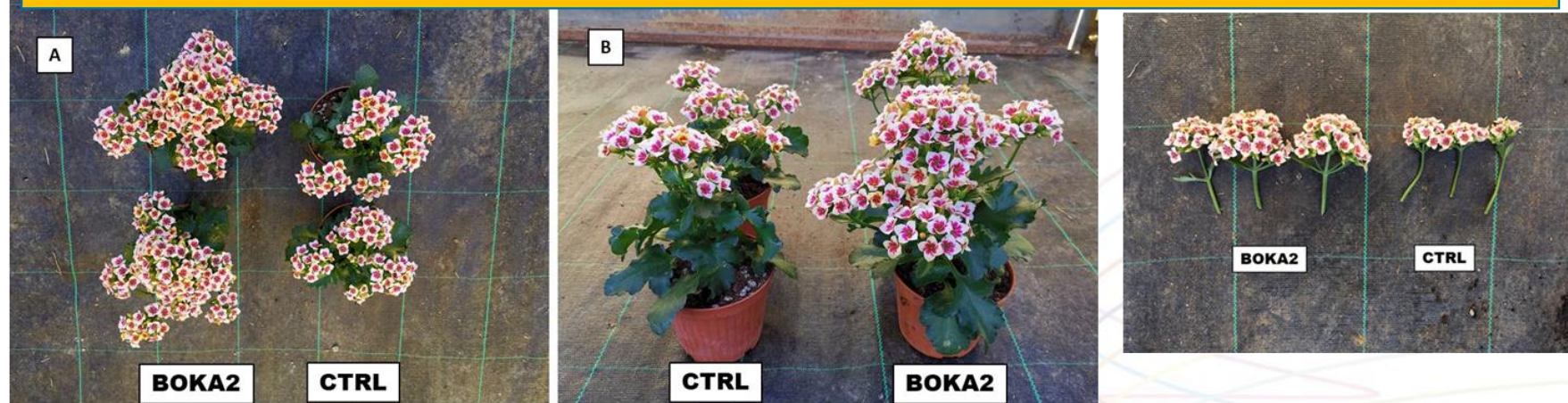
One-way ANOVA; n.s. - non significant; *, **, *** - significant at $P \leq 0.05$, 0.01 and 0.001, respectively; different letters for the same element indicate significant differences according to Tukey's (HSD) multiple-range test ($P = 0.05$).
Legend: Leaf net photosynthesis rate (Pn), chlorophyll (SPAD index) content. group without chabazite (CTRL); group with natural chabazite (CN); group with chabazite enriched with micro-organisms (CM).

Table 3 Evaluation of the effect of zeolites in the germination of cabbage.

Groups	Seed germination (%)	Average germination time (days)
CTRL	82	13,33 ^a
CN	89	10,25 ^b
CM	93	8,83 ^c
<i>ANOVA</i>	-	***

One-way ANOVA; n.s. - non significant; *, **, *** - significant at $P \leq 0.05$, 0.01 and 0.001, respectively; different letters for the same element indicate significant differences according to Tukey's (HSD) multiple-range test ($P = 0.05$).
Legend: group without chabazite (CTRL); group with natural chabazite (CN); group with chabazite enriched with micro-organisms (CM).

Applicazioni di vermicompost arricchito di microrganismi su piante succulente

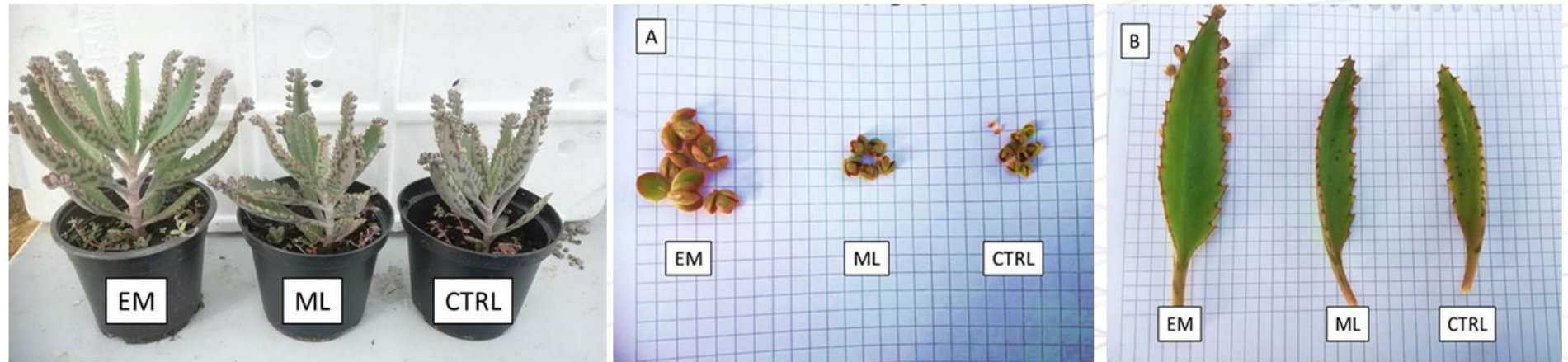


Groups	Plants height (cm)	Leaves number (n°)	Vegetative weight (g)	Roots weight (g)	Inflorescences number (n°)	Inflorescences biomass (g)	Flowers number (n°)	Flowering time (days)
CTRL	31,72 c	25,40 c	57,30 c	44,76 d	6,40 c	11,74 b	74,80 d	32,80 c
BOKA1	33,23 b	31,60 b	66,82 b	46,86 c	9,00 b	14,96 a	81,60 c	39,00 b
BOKA2	34,82 a	35,20 a	76,08 a	53,94 b	11,20 a	15,82 a	89,00 b	45,20 a
BOKA3	34,84 a	37,00 a	76,90 a	56,26 a	11,00 a	15,82 a	89,80 b	45,60 a
BOKA4	35,52 a	35,20 a	76,94 a	56,54 a	10,80 a	15,95 a	93,60 a	46,40 a
<i>ANOVA</i>	***	***	***	***	***	***	***	***

D. Prisa, 2020. EM-Bokashi Addition to the Growing Media for the Quality Improvement of *Kalanchoe Blossfeldiana*. International Journal of Multidisciplinary Sciences and Advanced Technology (IJMSAT). 1(2), 54-59

Applicazioni di rizobatteri e vermicompost per la germinazione e lo sviluppo radicale di Kalanchoe

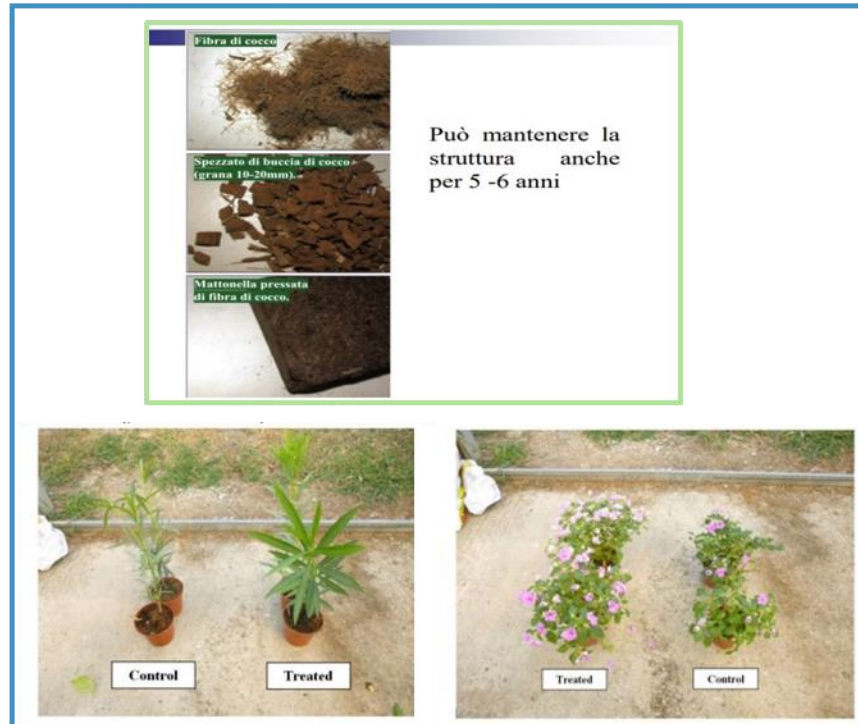
D. Prisa, 2019. Effective microorganisms for germination and root growth in *Kalanchoe daigremontiana*. World Journal of Advanced Research and Reviews, 2019, 03(03), 047–053.



Groups	Height plant (cm)	Leaves number (n°)	Veg. weight (g)	Root weight (g)	Number new shoots (n°)	Weight new shoots (g)	Leaf area (cm ² pt ⁻¹)
CTRL	15,80 b	11,58 c	61,48 c	38,47 b	70,08 c	0,57 c	194,56 b
ML	15,98 b	13,42 b	76,50 b	41,24 b	87,42 b	0,76 b	197,11 b
EM	17,62 a	17,42 a	96,34 a	54,78 a	110,58 a	1,17 a	250,33 a
ANOVA	***	***	***	***	***	***	***

Groups	Seed germination (%)	Average germination time (days)
CTRL	87,33	16,00 b
ML	88,10	15,00 b
EM	94,60	10,00 a
ANOVA		***

FIBRA COCCO, HUMUS E EM



BIOCHAR, HUMUS E EM

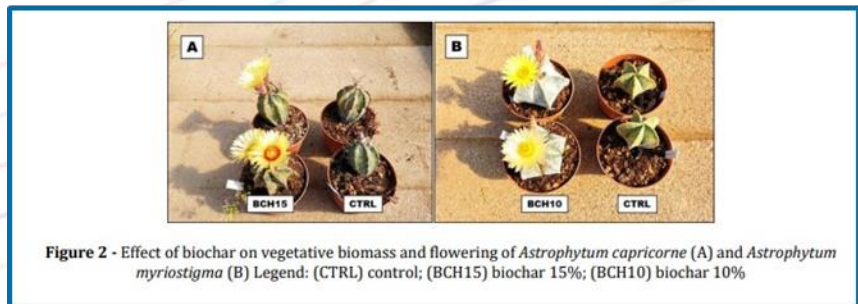


Figure 2 - Effect of biochar on vegetative biomass and flowering of *Astrophytum capricorne* (A) and *Astrophytum myriostigma* (B) Legend: (CTRL) control; (BCH15) biochar 15%; (BCH10) biochar 10%

HUMUS LOMBRICO

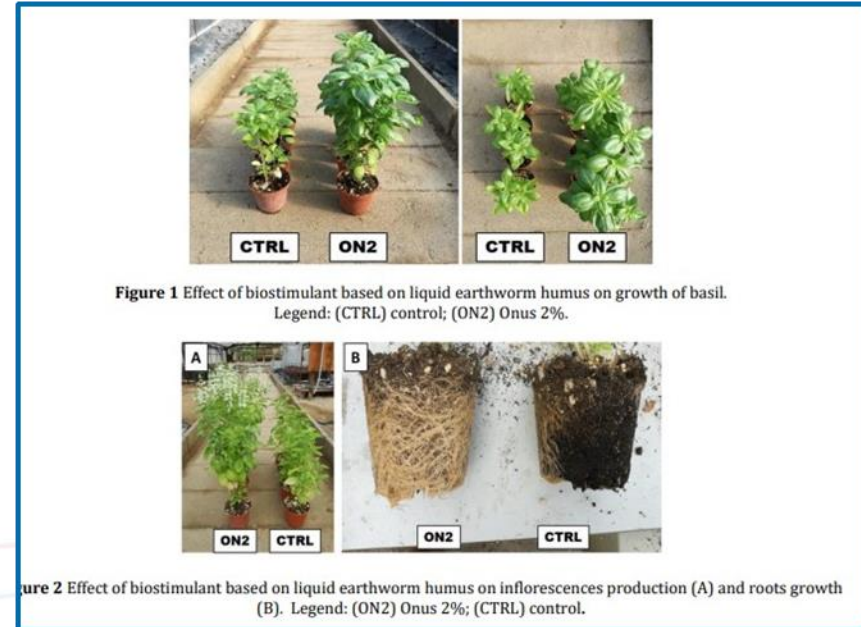


Figure 2 Effect of biostimulant based on liquid earthworm humus on inflorescences production (A) and roots growth (B). Legend: (ON2) Onus 2%; (CTRL) control.

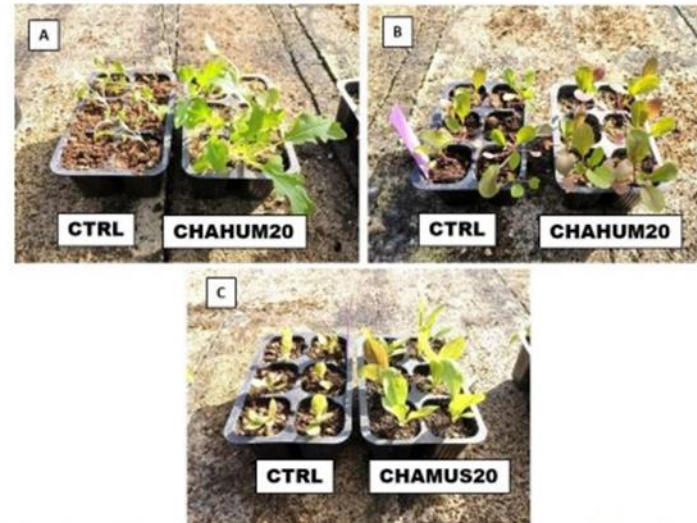
Il **Biochar è un carbone vegetale** estremamente duttile, utilizzabile non soltanto come combustibile naturale ma anche come ammendante del terreno.

- Studi recenti hanno dimostrato come la sua applicazione nel campo diminuisca il fabbisogno di acqua e fertilizzanti generando un impatto positivo sulle rese agricole
- struttura compatta permette la proliferazione di microorganismi utili del terreno

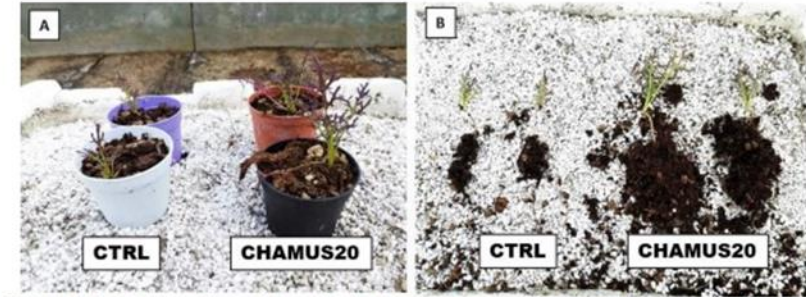
Table 3 - evaluation of chabazitic zeolites with earthworm humus on agronomic characters on plants of *chycorium intybus*

<i>Chycorium intybus</i>	E%	TLAP (mm ²)	PRL (mm)	NLP (n°)	NLR (n°)	AP (mg)	RS (mg)
CTRL	50,40 d	186,52 e	76,60 d	15,00 c	4,00 c	718,24 e	32,10 c
CHAMUS10	57,60 b	196,58 c	83,84 b	20,60 b	5,40 b	751,78 c	37,22 b
CHAMUS20	58,80 b	211,48 a	88,64 a	23,20 a	6,20 a	766,22 b	42,28 a
CHAHUM10	54,00 c	193,52 d	79,06 c	19,80 b	4,80 b	738,86 d	37,48 b
CHAHUM20	66,80 a	203,92 b	88,88 a	25,00 a	6,60 a	781,78 a	43,98 a
ANOVA	***	***	***	***	***	***	***

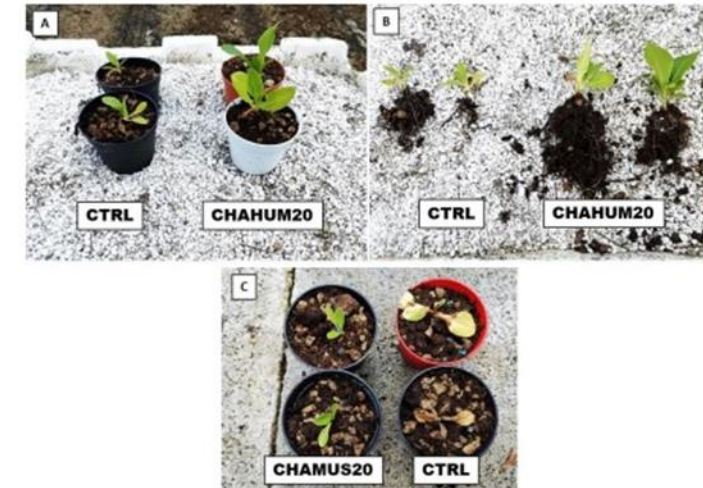
One-way ANOVA; n.s. – non significant; ***,** – significant at $P \leq 0.05$, 0.01 and 0.001, respectively; different letters for the same element indicate significant differences according to Tukey's (HSD) multiple-range test ($P = 0.05$). Parameters: E% = percentage of seed emergence; TLAP = total leaf area per plant (mm²); PRL = primary root length (mm); NLP = number of leaves per plant; NLR = number of lateral roots; AP = Aerial parts; RS = Radical system. Treatments: CTRL=control; CHAMUS10=(chabazite/earthworm humus 70-30) 10%; CHAMUS20=(chabazite/earthworm humus 70-30) 20%; CHAHUM10=(chabazite/earthworm humus 50-50) 10%; CHAHUM20=(chabazite/earthworm humus 50-50) 20%.



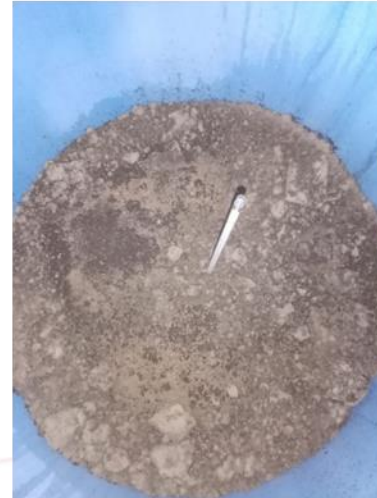
Effect of chabazitic zeolites with earthworm humus on vegetative biomass of *brassica rapa* (A) and root biomass (B). Legend: (CTRL): control; (CHAHUM20): (chabazite/earthworm humus 50-50) 20%.



Effect of chabazitic zeolites with earthworm humus on vegetative and roots biomass of *brassica juncea* (A) and root biomass (B). Legend: (CTRL): control; (CHAMUS20): (chabazite/earthworm humus 70-30) 20%.



“Utilizzo di compost trattato con microrganismi e lombrichi, per la coltivazione di piante ornamentali”



Scarti conceria



Triturazione



Prima trasformazione
con batteri



Seconda trasformazione
con lombrichi



Vagliatura





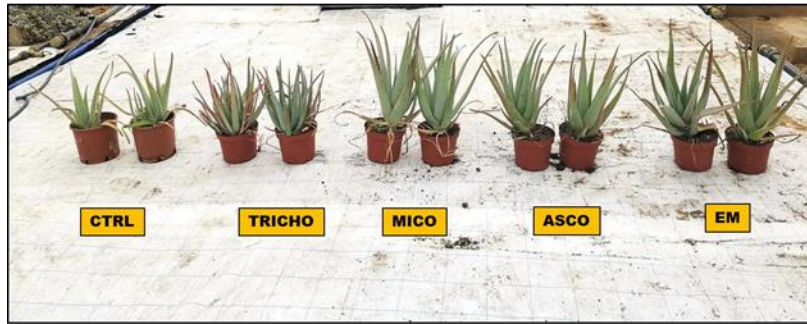


Table 1 - evaluation of biostimulant treatments on the agronomic characters of *Aloe vera*

Groups	Number of leaves per plant (n°)	Number of plantlets per plant (g)	Fresh leaf weight (g)	Fresh weight of roots (g)	Fresh gel Weight (g)	Inflorescences number (n°)
CTRL	23,00 d	3,20 c	393,23 c	361,11 d	129,37 e	0,40 b
EM	36,00 a	7,20 a	462,79 a	405,67 a	154,93 a	1,40 a
TRICHO	26,00 c	4,00 c	397,95 c	376,71 c	135,95 d	0,80 ab
MICO	26,00 c	5,60 b	415,26 b	393,18 b	139,62 c	0,80 ab
ASCO	29,00 b	5,60 b	423,24 b	390,75 b	143,60 b	0,80 ab
ANOVA	***	***	***	***	***	ns



Table 3 - Chemical properties of *Aloe vera* gel

Groups	Gel pH	Soluble Solids (%)	Sugars (mg/L)	Fibre (%)
CTRL	4,2	0,73 b	1347,56 d	0,073 c
EM	3,9	0,83 a	1404,89 a	0,080 a
TRICHO	4,1	0,72 b	1395,54 b	0,076 bc
MICO	3,9	0,72 b	1394,43 bc	0,074 bc
ASCO	4,2	0,74 b	1389,02 c	0,077 ab
ANOVA	-	***	***	**

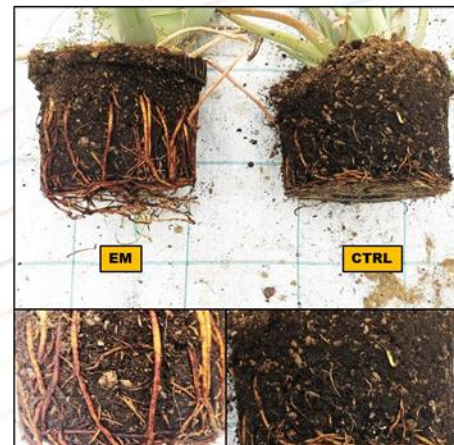


Table 4 - Influence of biostimulants on sugars, proline and aloin on plants of *Aloe vera*

Groups	Fructose (mg (g DW) ⁻¹)	Glucose (mg (g DW) ⁻¹)	Proline (mg (g DW) ⁻¹)	Aloin (mg (g DW) ⁻¹)
CTRL	77,69 d	30,70 d	0,57 d	149,19 c
EM	89,81 a	36,88 a	0,82 a	161,00 a
TRICHO	71,11 e	30,47 d	0,62 c	148,71 c
MICO	85,51 b	32,73 c	0,74 b	157,33 b
ASCO	80,54 c	33,23 b	0,64 c	157,37 b
ANOVA	***	***	***	***

SCIENZA & TECNICA

- FIGURA 2 - Euphorbia in serra di coltivazione, trattata con microrganismi EM.
- FIGURA 3 - Impatiens in substrato con chabasite, granulometria 3-6 mm (sinistra) confrontato con trattamento testimone (destra).



SCIENZA & TECNICA



- FIGURA 4 - Geranio in substrato trattato con microrganismi EM (destra) e substrato di controllo (sinistra).
- FIGURA 5 - Melanzana in substrato con chabasite, granulometria 3-6 mm (sinistra) confrontato con trattamento testimone (destra).



Fig.1 - Panoramica delle piante di vite in coltivazione



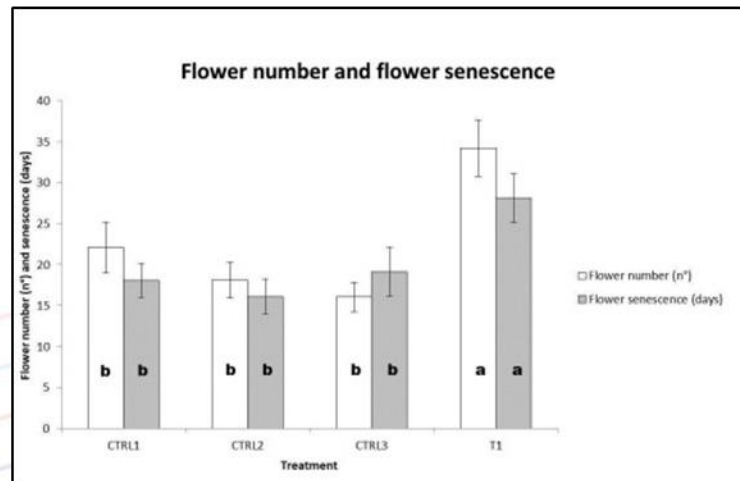
TABELLA 2 - Effetto del trattamento tradizionale e alternativo, sulla produzione delle piante e sullo sviluppo di malattie in vite

TRATTAMENTO	PRODUZIONE TOTALE (T/H)	NUMERO GRAPPOLI X PIANTA	PESO TOTALE A GRAPPOLO (G)	PIANTE COLPITE DA MALATTIA (%)
Controllo convenzionale	13.04 b	18.01 b	67.80 b	21
Trattamento con EMa + chabasite micronizzata 6Kg/ha	17.13 a	25.12 a	88.90 a	14

*ALLE DIVERSE LETTERE, NELLA STESSA COLONNA, CORRISPONDONO VALORI STATISTICAMENTE DIFFERENTI (ANOVA, P<0.05).

D. Prisa, Maggio-Giugno 2016. Metodi sostenibili e informatica per un'autentica rivoluzione verde. Il floricultore 53-58

Fig.4 – Bees and bumblebees on Echinopsis flowers sprayed with EM microorganisms



Treatment	Plantlet diameter at	Plantlet diameter at	Thornes number (n°)	Root fresh weight (g)
	3.1.2017 (cm)	4.1.2018 (cm)		
CTRL	2.40 ± 0.20 a	5.21 ± 1.03 b	118.12 ± 3.44 b	3.44 ± 0.76 b
T	2.33 ± 0.31 a	9.40 ± 1.35 a	196.17 ± 2.66 a	7.65 ± 1.28 a

Each value reported in the graph is the mean of three replicates ± standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test (P = 0.05).

Table 2 - Effect of zeolites and Effective microorganisms on the growth of Echinopsis hybrids "Arabesque"

Treatment	Plantlet diameter at	Plantlet diameter at	Thornes number (n°)	Root fresh weight (g)
	3.1.2017 (cm)	4.1.2018 (cm)		
CTRL	3.60 ± 0.45 a	10.22 ± 0.56 b	124.44 ± 1.87 b	6.55 ± 1.26 b
T	3.52 ± 0.37 a	14.18 ± 0.90 a	147.33 ± 3.06 a	12.32 ± 2.04 a

Each value reported in the graph is the mean of three replicates ± standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test (P = 0.05).

D. Prisa, 2019. Effective Microorganisms And Chabazitic-Zeolites For The Improvement Quality Of Echinopsis Hybrids. Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary. Vol.6, (2): 23-34

Table
Table 1 - Effect of the addition of NaCl on the growth of *Euphorbia milii* plants

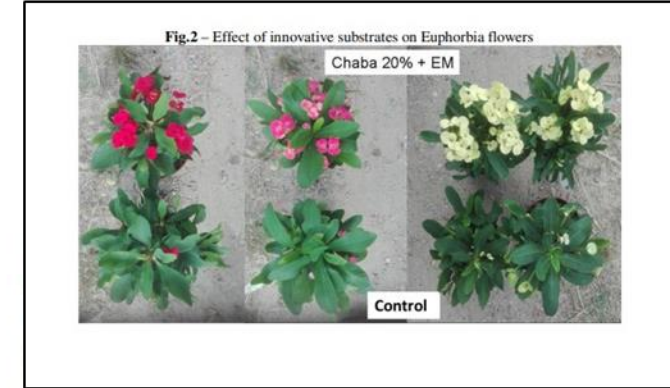
Treatment	Plant height (cm)	Leaves number (n°)	Flowers number (n°)	Total fresh plant weight (g)
CTRL	10.22 ± 1.22 c	14.02 ± 1.66 c	8.11 ± 0.72 c	18.60 ± 0.45 c
T1	16.13 ± 1.00 b	18.22 ± 1.04 b	20.14 ± 0.94 b	24.33 ± 0.68 b
T2	23.50 ± 0.96 a	24.06 ± 0.56 a	31.08 ± 0.48 a	32.55 ± 0.67 a

Each value reported in the graphis the mean of three replicates ± standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test (P = 0.05).

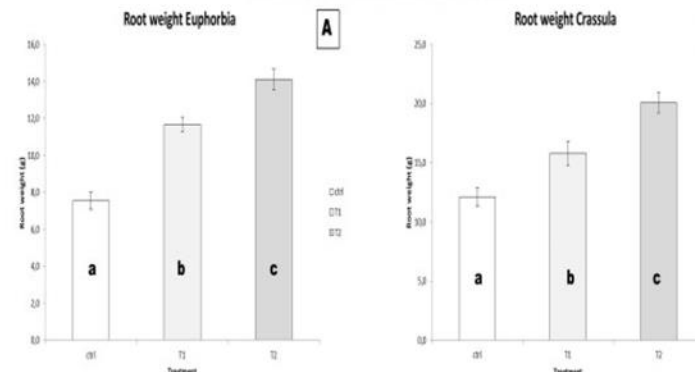
Table 2 - Effect of the addition of NaCl on the growth of *Crassula ovata* plants

Treatment	Plant height (cm)	Leaves number (n°)	Total fresh plant weight (g)
CTRL	8.13 ± 0.46 c	16.13 ± 1.11 c	29.44 ± 0.63 c
T1	13.21 ± 0.56 b	22.33 ± 1.42 b	35.31 ± 0.76 b
T2	19.53 ± 0.32 a	28.05 ± 0.98 a	41.50 ± 0.54 a

Each value reported in the graphis the mean of three replicates ± standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test (P = 0.05).



Figures
Fig. 1 -Differences in the growth of the roots system of Euphorbia(a) and Crassula (b) depending on the different substrate and the addition of NaCl



D. Prisa, 2019. Rhizobacteria and zeolites for overcoming saline stress in the cultivation of succulent plants. The International Journal of Engineering and Science (IJES), Volume 8, Issue 5 Series I, Pages 38-41

RICERCA E SPERIMENTAZIONE

UTILIZZO DI HUMUS DI LOMBRICO PER LA COLTIVAZIONE DI BASILICO, FRAGOLA E SALVIA

di **Domenico Prisa, Roberto Fresco e Gianluca Burchi**
Crea consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria
CRA-VIV Unità di Ricerca per il vivaismo e la Gestione del Verde Ambientale ed Ornamentale
Via dei Fiori 8, 51012 Pesca (PT)

Introduzione

Dall'inizio degli anni 90, numerose associazioni ambientaliste premono nel settore dell'ortoflorovivaismo per ridurre l'utilizzo della torba come substrato di crescita delle piante, sostenendo che gli ambienti naturali da cui la torba viene estratta vengono distrutti da tale processo (Neal, 1991). Come conseguenza di tale atteggiamento, nelle coltivazioni in serra si è sempre stati alla continua ricerca di substrati alternativi, caratterizzati ad esempio da miscele contenenti torba, corteccia di pino, fibra di cocco, pomice, perlite e

vermiculite in varie percentuali. Nuovi componenti nel substrato possono offrire condizioni migliori di crescita per le piante e al tempo stesso ridurre i costi di produzione delle piante se confrontati con quelli della torba (Stamps e Evans, 1999). Gran parte della ricerca si è concentrata sullo studio di materiali come i rifiuti solidi urbani o gli scarti della produzione agricola. Questi materiali al tempo stesso però possono presentare degli inconvenienti come la variabilità di composizione, limitate disponibilità e la presenza di scarti come il vetro, frammenti

di metallo, piombo e mercurio, che li rendono difficili da lavorare (Konduuru e Evans, 1999). Tra i materiali organici il letame degli animali è stato utilizzato sui terreni agricoli per secoli, perché considerato un buon fornitore di fosforo disponibile (Wen et al., 1997). Tra tutti i rifiuti di origine organica, i lombrichi hanno sempre mostrato maggiori preferenze per gli scarti di tipo animale (Laird e Kroger, 1981). La produzione di vermicompost può essere redditizia e al tempo stesso ridurre l'impatto ambientale dei rifiuti animali (Edwards e Fletcher, 1988).

Il compost di lombrico ha un grosso potenziale soprattutto utilizzato per la formulazione di substrati in vaso (Buchanan et al., 1988). Tomar et al. (1998) hanno fatto crescere piante di carota (*Daucus carota L.*) in vasi contenenti terra di campo o miscelati con vermicompost, ottenendo maggiori produzioni nei substrati in cui il vermicompost era presente. Kalembasa et al. (1998) hanno valutato l'effetto di differenti fonti di N (letame, nitrato di ammonio e vermicompost) ottenendo maggiori rese su *Raphanus sativus L.* e *Capsicum annum L. var. annum* con vermicompost. I lombrichi influenzano la struttura del



Bancale di prova su basilico.



Bancale di prova su melanzana.

vermicompost formando macropori, che consentono all'ossigeno di entrare, inoltre aumentano la stabilità dell'humus e la sua capacità di trattenere l'acqua (Lavelle, 1988; Willems et al., 1996).

In quest'ottica Domenico Prisa del CRA-VIV di Pesca (PT), in seguito ad una collaborazione con il Centro di Lombricoltura Toscano (San Giuliano, (PT)) ha sperimentato miscele di torba e humus di lombrico (in percentuale diversa) per valutare l'efficacia del vermicompost nella produzione di piante orticole (Basilico, Fragola e Salvia), come fertilizzante (se impiegato a percentuali più basse) o come vero e proprio substrato di crescita quando sostituisce la torba al 100%.

Materiali e metodi

Le sperimentazioni iniziate i primi giorni di Giugno 2015, sono state effettuate presso le serre sperimentali del CRA-VIV di Pesca (PT), su piante di basilico, fragola e salvia. Le piante per tutte e 3 le specie orive sono state poste in vaso diametro 16, 20 piante a tesi, suddivise in 4 repliche da 5 piante ciascuna. Le tesi sperimentali della prova sono state:

- Controllo1 (**CTRL1**): Torba 100% + concimazione (2 gr di nutrice per litro di substrato);
- Humus 10% (**HUM10**): Torba 90% + Humus 10% + concimazione (2 gr di nutrice per litro di substrato);
- Humus 20% (**HUM20**): Torba 80% + Humus 20% + concimazione (2 gr di nutrice per litro di substrato);
- Humus 50% (**HUM50**): Torba 50% + Humus 50% + concimazione (2 gr di nutrice per litro di substrato);
- Humus 80% (**HUM80**): Torba 20% + Humus 80% + concimazione (2 gr di nutrice per litro di substrato);
- Humus 100% (**HUM100**): Humus 100% + concimazione (2 gr di nutrice per litro di substrato);

I substrati utilizzati sono stati un terriccio universale della Brill® a pH 6 e un humus di lombrico fornito dal Centro di Lombricoltura

Riassunto

L'humus di lombrico ottenuto tramite la degradazione da parte dei lombrichi è un ammendante organico ricco di elementi nutritivi prontamente disponibili definito "Black gold" per i suoi preziosi effetti sulla crescita delle piante e sulla fertilità del suolo. Nei confronti di funghi e batteri invece svolge un'azione indiretta di contrasto, dovuta all'arricchimento della microflora del terreno e alla stimolazione sistemica delle piante. La prova è effettuata presso il CRA-VIV di Pesca (PT) ha evidenziato la capacità dell'humus di lombrico di incrementare la qualità di piante di basilico, fragola e salvia, in termini di biomassa vegetativa e radicale e nel poterne influenzare la produttività soprattutto in fragola.

Abstract

In the 20th century, the arrival of intensive agriculture brought about the phenomenon of soil impoverishment. Chemical fertilization methods, the study of applied genetics, the mechanization of agriculture and the development of phytosanitary techniques have increased agricultural production. Earthworm humus constitutes an authentic biological fertilizer in terms of organic material and microbial population. The trials performed at CRA-VIV showed the ability of earthworm humus to increase the quality of basal plants, strawberry and sage, in terms of vegetative and root biomass.

coltura Toscano, (Orzignano- San Giuliano Terme (PI)), avente le seguenti analisi (azoto organico (N) 1,9%; azoto totale (N) 2%; fosforo (P₂O₅) 0,5%; potassio (K₂O) 0,8%; carbonio organico 24,5%; rapporto C/N 12,2%; pH 7,5; sostanza organica 49%; sostanza organica estraibile (% sulla sostanza organica) 52,5%.

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. È stato utilizzato un sistema a blocchi randomizzati e i dati raccolti sono stati analizzati attraverso l'analisi a una via della varianza (Anova) per valutare la significatività (P ≤ 0,05) tra i trattamenti.

I rilievi effettuati a fine sperimentazione sulle piante, sono stati: altezza della pianta, peso fresco della parte vegetativa, peso fresco della parte radicale, peso fresco delle infiorescenze, inizio fioritura (basilico), produttività (considerata in termini di peso fresco dei frutti in un ciclo di coltivazione di 3 mesi (fragola).

Risultati e discussione

I trattamenti con humus hanno incrementato significativamente tutti i parametri biometrici delle piante analizzate. In particolare, su basilico (Tab. 1) l'inserimento in substrato di maggiori percentuali di humus ha determinato rispetto al controllo in torba, un incremento proporzionale significativo dell'altezza



RICERCA E SPERIMENTAZIONE

Tab. 1 - Effetto dell'humus di lombrico su piante di Basilico

Basilico	Altezza della pianta (cm)	Peso fresco Parte vegetativa (g)	Peso fresco Parte radicale (g)	Peso fresco infiorescenze (g)	Inizio fioritura (data)
Torba 100%	7.29 e	35.72 e	22.47 f	8.07 e	30 Luglio
Torba 90% + Humus 10%	7.46 d	36.43 e	25.27 e	8.13 e	26 Luglio
Torba 80% + Humus 20%	7.83 c	38.27 d	28.33 d	9.57 d	25 Luglio
Torba 50% + Humus 50%	8.22 b	43.30 c	29.97 c	10.40 c	23 Luglio
Torba 20% + Humus 80%	8.74 a	44.67 bc	32.33 b	11.17 b	20 Luglio
Torba 10% + Humus 90%	8.89 a	45.57 b	33.67 ab	12.23 a	19 Luglio
Humus 100%	8.90 a	47.47 a	34.33 a	12.57 a	19 Luglio



Bancale di prova su fragola.

Tab. 2 - Effetto dell'humus di lombrico su piante di Fragola

Fragola	Produzione frutti (g)	Peso fresco Parte vegetativa (g)	Peso fresco Parte radicale (g)
Torba 100%	85.67 e	67.30 f	36.00 e
Torba 90% + Humus 10%	91.33 d	69.20 e	37.73 d
Torba 80% + Humus 20%	95.27 c	72.30 d	40.17 c
Torba 50% + Humus 50%	97.27 b	74.97 c	42.83 b
Torba 20% + Humus 80%	99.20 a	76.53 b	43.70 ab
Torba 10% + Humus 90%	99.43 a	78.07 a	44.73 a
Humus 100%	99.90 a	78.70 a	44.90 a

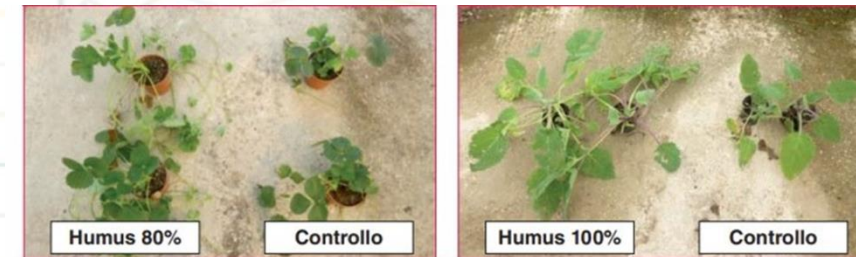
*At different letters, within the same column, correspond values statistically different (Anova, P<0.05).

delle piante, del peso fresco della parte vegetativa, del peso fresco della parte radicale e del peso delle infiorescenze (Fig. 3). Si nota inoltre, una precocità di fioritura nelle piante di basilico cresciute nel substrato in cui le percentuali di so-

stituzione della torba con l'humus erano maggiori. Anche in fragola (Tab. 2) si nota un incremento significativo del peso fresco vegetativo e del peso fresco radicate a concentrazioni di humus nel substrato più alte (Fig.1). Si evidenzia inoltre, un incremento della produzione di fragole, in un arco di tempo prestabilito di 3 mesi, in tutte le tesi in cui l'humus ha sostituito in miscela la torba. In particolare le tesi con humus all'80%, humus al 90%

Bibliografia

- Buchanan, M., G. Russell, and S. Block. 1988. Chemical characterization and nitrogen mineralization potential of vermicompost derived from differing organic wastes, p. 231-239. In C. Edwards and E. Nieuhauser (eds.), Earthworms in waste and environmental management. Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
- Edwards, C., and K. Fletcher. 1988. Interactions between earthworms and microorganisms in organic matter breakdown. *Agr. Ecosyst. Environ.* 24:235-247.
- Kalembasa, S., J. Deska, and Z. Fiedorow. 1998. The possibility of utilizing vermicomposts in the cultivation of radish and paprika. (in Polish). *Ann. Agr. Acad. Poznan* 27:131-136.
- Konduuru, S., and M. Evans. 1999. Coconut husk and processing effects on chemical and physical properties of coconut coir dust. *HortScience* 34:88-90.
- Laird, J., and M. Kroger. 1981. Earthworms, anatomy, ecology, soil fertility, waste management. *CRC Crit. Rev. Environ. Control* 11:189-218.
- Lavelle, P. 1988. Earthworms activity in the soil system. *Biol. Fertil. Soil.* 6:237-251.
- Neal, K. 1991. Examine medium alternatives. *Greenhouse Manager* 10:42-48.
- Stamps, R., and M. Evans. 1999. Growth of *Dracaena marginata* and *Spathiphyllum 'Petite'* in sphagnum peat and coconut coir dust based growing media. *J. Environ. Hort.* 17:49-52.
- Tomar, V., R. Bhatnagar, and R. Palta. 1998. Effect of vermicompost on production of brinjal and carrot. *Indian Agr. Res. J.* 13:153-156.
- Wen, G., T. Bates, R. Voroney, J. Witter, and M. Schellenbert. 1997. Comparison of phosphorus availability with application of sewage sludge, sludge compost, and manure compost. *Comm. Soil Sci. Plant Annu.* 28:1481-1497.
- Willems, J., J. Marmison, and J. Blair. 1996. Effects of earthworms on nitrogen mineralization. *Biol. Fertil. Soil* 23:57-63.



Humus 80%

Controllo

Humus 100%

Controllo

Dr. Domenico Prisa

Doctor of Philosophy – Ph.d, Crop Science Production (S.Anna School of advances studies)

National Qualification for Graduate Agricultural Technicians (Pistoia)

Master of Science (MSc), Plant and Microbial Biotechnology (Pisa University)

Member of the IUCN Species Survival Commission (SSC), Cactus and Succulent Plant Specialist Group

TOPIC BOARD: Plant-Soil interactions Journals: Agriculture, Agronomy, Crops, Diversity, Plants (MDPI)

Ricercatore / researcher

CREA Centro di ricerca Orticoltura e Florovivaismo / CREA Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops

Via dei Fiori 8 - 51012 Pescia (PT) - ITALY

tel.: +39.0572.451033 fax: +39.0572.453309

cel: 3391062935

e-mail lavoro: domenico.prisa@crea.gov.it

Linkedin: domenico prisa

Skype: domenico.prisa2

Tel 339 1062935



37