

Fig. 1 Effect of biostimulant based on liquid earthworm humus on growth of basil plants.
Legend: (CTRL) control; (ON2) Onus 2%.

L'UTILIZZO DI MICRORGANISMI EFFETTIVI E LOMBRICOMPOST IN AGRICOLTURA

Dr. Domenico Prisa

CREA Centro di Ricerca per l'Orticoltura e il florovivaismo sede di
Pescia

Il concetto di sostenibilità

La definizione più diffusa è quella fornita nel **1987** dalla **Commissione Indipendente sull'Ambiente e lo Sviluppo** (World Commission on Environment and Development), presieduta da Gro Harlem Brundtland, secondo la quale:
“L’umanità ha la possibilità di rendere sostenibile lo sviluppo, cioè di far sì che esso soddisfi i bisogni dell’attuale generazione senza compromettere la capacità delle generazioni future di rispondere ai loro”

Le generazioni future hanno gli stessi diritti di quelle attuali



Cosa causa **L'USO INCONTROLLATO DI PESTICIDI?**

- **Persistenza** nel suolo e nelle acque con danni diretti e permanenti agli ecosistemi acquatici (pesci, anfibi ecc.)
- **Bioaccumulo** in tessuti animali (es. *Dreissena Polymorpha*)
- Insorgenza di **Resistenze** e necessità quindi di prodotti sempre più potenti
- **Tossicità** a largo spettro in grado di distruggere indistintamente molte specie di insetti anche utili (bombi, farfalle, api) come avviene ad esempio nel caso della moria di api da neonicotinoidi (usati per la concia delle sementi del mais o per la flavescenza della vite).
- Problemi per l'**Impollinazione** delle piante e per i prodotti legati alle api

1 Pochi principi attivi registrati sulle piante

- Non è quindi più possibile alternare i principi attivi
- Aumentano i rischi dell'insorgere di fenomeni di resistenza (capacità di una popolazione di sopravvivere al trattamento con un prodotto chimico che è stato letale per le generazioni precedenti)

2 Molti principi attivi chimici hanno perso la loro efficacia

3 I nuovi principi attivi chimici non sono ancora ben sperimentati (nuove cultivar)

- aumento del rischio di fitotossicità (azione dannosa del fitofarmaco sulla pianta, solventi, coadiuvanti rappresentano dal 30 al 98% del prodotto commerciale)

4 Tutela e sicurezza della salute dell'operatore

5 Riduzione dell'inquinamento ambientale

Applicando tecniche di tipo ecosostenibile si possono ridurre o addirittura eliminare fenomeni di fitotossicità e resistenza

Il substrato di coltivazione

- ❑ Il substrato colturale è quell'insieme di materiali, organici e inorganici, che costituisce il «terreno artificiale» sul quale vivono le piante coltivate in contenitore
- ❑ Il produttore a partire da vari materiali di diversa origine, può realizzare il substrato che corrisponde ai propri obiettivi, a differenza delle coltivazioni in piena terra nelle quali le possibilità di modificare il terreno sono solo parziali



Il substrato di coltivazione

- ❑ I substrati hanno assunto negli ultimi anni una importanza crescente in relazione alla diffusione delle coltivazioni "fuori suolo"
- ❑ Si rileva in maggior misura proprio nel settore del florovivaismo:
 - ❖ elevato numero di specie utilizzate
 - ❖ esigenze piuttosto articolate
 - ❖ coltivazioni su substrato integralmente organico, caratterizzato da elevata capacità di adsorbimento e di scambio
 - ❖ coltivazioni su substrato minerale chimicamente inerte, cui è affidata solo una mera funzione di sostegno dell'apparato radicale



Esiste un substrato universale?

(valido per tutte le specie e in tutte le situazioni di coltivazione?)

- La risposta è no
- La scelta del substrato è in funzione delle condizioni in cui si opera



- ❑ Progressivo esaurimento di queste fonti di approvvigionamento non rinnovabili
- ❑ Limitazioni nel suo utilizzo da parte dei paesi del Nord-Europa per problemi ambientali
- ❑ Incremento del prezzo e diminuzione della qualità
- ❑ Richiesta di substrati "peat free" conseguenza di campagne di tipo ambientalista (Regno Unito)
- ❑ Esclusione nel 2001 dal marchio di qualità ecologica (Eco label) da parte della (CE)
- ❑ Progetti e convenzioni finanziati per trovare materiali alternativi alla torba (PROBIORN: 2004; FLORPRO: 2007; SUBARTIFLOR: 2009; SUBINNOVA: 2013; CHABAMICRO: 2019; ZEOFERT: 2020; COMMICRO: 2021)



Requisiti del substrato di coltivazione

- Il substrato colturale dovrebbe possedere i seguenti requisiti:
- struttura stabile
- peso limitato
- buona ritenzione dell'acqua
- possibilità di essere sterilizzato senza subire sostanziali modifiche
- larga adattabilità alle molteplici specie
- basso costo
- adeguato drenaggio
- buona aerazione
- presenza di elementi nutritivi (oggi con la fertirrigazione nei fuori suolo anche substrati inerti)
- sufficiente potere assorbente
- reazione chimica appropriata alle esigenze delle specie coltivate.

Fase di coltivazione

- ❖ Semina
- ❖ Allevamento delle piante
- ❖ Radicazione delle talee



torba



perlite



lana di roccia: il suo utilizzo è indispensabile per la **semina** delle piantine coltivate in idroponica.



Substrato di radicazione

1. Mantenimento verticale della talea
2. Materiale inerte, poroso, sterile, drenante.
3. Può essere sistemato all'interno del bancale di radicazione per uno spessore di 15 cm, o in cassette rettangolari o in contenitori alveolari.
4. Il materiale più utilizzato è l'agriperlite



Materiali organici naturali

- torba,
- fibre vegetali,
- paglia,
- pula,
- residui della coltivazione dei funghi,
- segatura,
- corteccia macinata,
- vinacce,
- sanse,
- residui solidi urbani
- fanghi di depurazione
- compost

Materiali organici industriali

- polistirene o polistirolo
- schiuma poliuretana.

Materiali minerali naturali

- sabbia,
- ghiaio,
- pozzolana,
- tufo vulcanico
- pomice;

Materiali minerali industriali

- perlite,
- vermiculite,
- argilla espansa
- lana di roccia.

Le scelte devono tener conto anche

- di altri fattori quali il *costo, la reperibilità, la facilità di manipolazione, utilizzazione e rimozione, le possibilità di smaltimento, il minor impatto ambientale*

La review di Yakhin et al. (2017) evidenzia che i biostimolanti si legano al concetto di stimolanti biogenici coniato negli anni '30 del XX secolo dal medico russo Filatov, il quale propose la teoria secondo cui i materiali biologici derivati da vari organismi, piante incluse, esposti a condizioni sfavorevoli ma non letali influirebbero sui processi metabolici ed energetici di essere umani, animali e piante

Il nuovo regolamento europeo sui fertilizzanti (Reg. (EU) 2019/1009), per quanto attiene nello specifico i biostimolanti delle piante, definisce gli aspetti relativi alla tipologia (sostanze/microrganismi), la funzione, il campo di applicazione e ribadisce che tali effetti sono indipendenti dal contenuto di nutrienti

Definizione di biostimolante: per du Jardin (2015) è «**qualsiasi sostanza o microrganismo applicato alle piante allo scopo di migliorare l'efficienza nutrizionale, la tolleranza agli stress abiotici e/o gli aspetti della qualità del raccolto, indipendentemente dal suo contenuto di nutrienti**»



I meccanismi d'azione della maggior parte dei biostimolanti rimangono in gran parte sconosciuti.

Problema dovuto principalmente alla natura eterogenea delle materie prime utilizzate per la produzione e alle complesse miscele di componenti contenute nei prodotti biostimolanti, che rendono quasi impossibile identificare esattamente gli effettivi responsabili dell'attività biologica e determinarne quindi la modalità di azione

Definire i «meccanismi d'azione» dei biostimolanti in termini di impatto generale sulla produttività delle piante, attraverso l'aumento dei processi quali la fotosintesi, la modulazione della risposta ormonale, l'assorbimento di nutrienti e acqua e l'attivazione dei geni responsabili della resistenza agli stress abiotici



Biostimolanti per la mitigazione degli stress biotici e abiotici

Negli ultimi anni molte colture hanno subito sostanziali perdite a causa dell'esposizione a condizioni ambientali instabili e sfavorevoli con conseguenti risvolti negativi sulla produzione di cibo e sulla sicurezza alimentare globale.

I cambiamenti climatici influenzano, l'insorgenza e l'impatto sia delle patologie vegetali, sia degli insetti nocivi

Attualmente gli stress abiotici comportano, a livello mondiale perdite per la produttività agricola pari al 50% (Kumar e Verna, 2018)



Biostimolanti microbici (CMC7)

- Funghi micorrizici
- Azotobacter spp.*
- Azospirillum spp.*
- Rhizobium spp.*

Biostimolanti non microbici

Biostimolanti organici

- Sostanze umiche
- Idrolizzati proteici
- Estratti di alghe e di piante

Biostimolanti inorganici

- Silicio

Azospirillum



Limiti dei contaminanti nei biostimolanti

	mg/kg sostanza secca
Cadmio (Cd)	1,5
Cromo esavalente (Cr VI)	2
Piombo (Pb)	120
Mercurio (Hg)	1
Nickel (Ni)	50
Arsenico inorganico (As)	40
Rame (Cu)	600
Zinco (Zn)	1500

Fosfonati non devono superare lo 0,5 % in peso

Limiti dei patogeni in un biostimolante microbico

Microorganismi/loro tossine, metaboliti	Piani di campionamento		Limiti
	n	c	
<i>Salmonella</i> spp	5	0	Assente in 25 g o 25 ml
<i>Escherichia coli</i>	5	0	Assente in 1g o 1 ml
<i>Listeria monocytogenes</i>	5	0	Assente in 25g o 25 ml
<i>Vibrio</i> spp	5	0	Assente in 25g o 25 ml
<i>Shigella</i> spp	5	0	Assente in 25g o 25 ml
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	0	Assente in 25g o 25 ml
<i>Enterococcaceae</i>	5	2	10 UFC in 1g o 1 ml
Conteggio anaerobico in piastra a meno che il biostimolante microbico delle piante sia un batterio aerobico	5	2	10 ⁵ UFC in 1g o 1ml
Conteggio dei lieviti e delle muffe a meno che il biostimolante microbico delle piante sia un fungo	5	2	1000 UFC in 1g o 1ml

n= numero di unità che costituiscono il campione

c= numero di unità campionarie i cui valori sono superiori al limite definito.

Limite dei patogeni in un biostimolante non microbico

Microorganismi da sottoporre a prova	Piani di campionamento			Limite
	n	c	m	M
<i>Salmonella</i> spp	5	0	0	Assente in 25g o 25 ml
<i>Escherichia coli</i>	5	5	0	1000 UFC in 1g o 1ml
<i>Enterococcaceae</i>	5	5	0	1000 UFC in 1g o 1ml

n = numero di campioni da sottoporre a prova,

c = numero di campioni il cui numero di batteri, espresso in UFC, è compreso tra m e M,

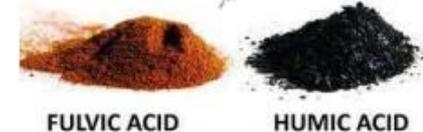
m = valore soglia per il numero di batteri, espresso in UFC, che è considerato soddisfacente,

M = valore massimo del numero di batteri, espresso in UFC.

Sostanze umiche



- **Umine** (non solubili in acqua)
- **Acidi umici** (solubili in acqua a pH alcalino e precipitano a pH 1-2)
- **Acidi fulvici** (solubili in acqua a tutti i pH)



Materie prime

Sostanze umiche



Estratti di alghe



Idrolizzati proteici



Estratti di alghe

Carboidrati

alginati/acido uronico

- laminarina
- fucoidano
- mannitolo

Elementi minerali

Amino acidi

Fenoli

Fitormoni



Fitormoni	Concentrazione (ug/L)
Auxine	7,4
Citochine	0,32
ABA	0,02
GA's	0,55
Poliammine	4000
Brassinosteroidi	1,1



Idrolizzati proteici

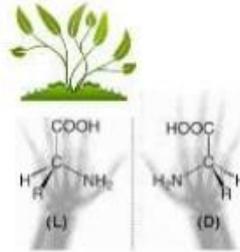
Amminoacidi liberi e peptidi

Carboidrati

Elementi minerali

Altre molecole (triacontanolo, poliammine)

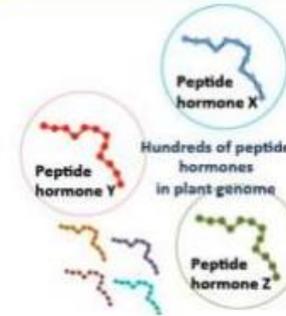
Fitormoni (origine vegetale)



Parametro	Idrolizzato proteico da collagene per idrolisi chimica	Idrolizzato proteico da leguminose per idrolisi enzimatica
Contenuto di azoto	++	+
Amminoacidi liberi	++	+
Grado di racemizzazione	+++	+
Peptidi	+	++

Peptidi ad attività ormonale

- 2-50 amminoacidi
- sequenza amminoacidica specifica
- attività biologica a bassissime concentrazioni (nM)



- Proliferazione ed espansione cellulare
- Riproduzione
- Risposta agli stress
- Differenziazione dei vasi
- Sviluppo degli stomi



La doppia faccia degli idrolizzati proteici

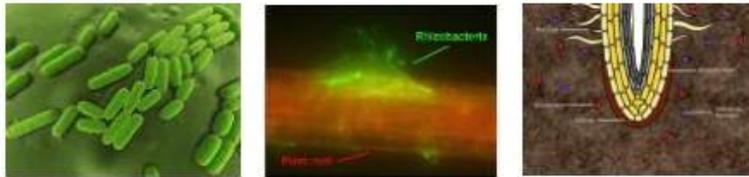


Batteri della rizosfera

Batteri che formano colonizzano l'apparato radicale e le ife dei funghi micorrizici ('*mycorrhiza helper bacteria*').

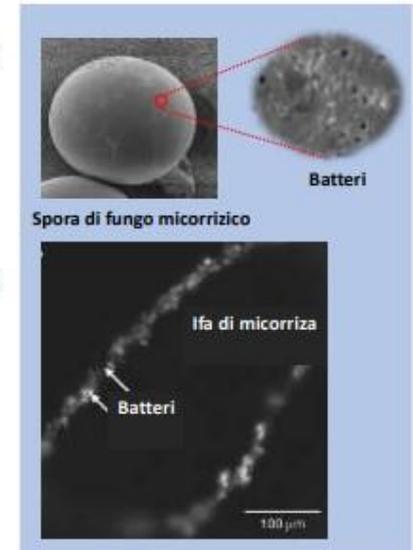
I rizobatteri includono numerose specie appartenenti ai generi *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Rhizobium*, *Burkholderia*, *Pantoea*, ecc.

I rizobatteri sono propagati in bioreattori su substrato liquido sterile.



Mycorrhiza helper bacteria

- Stimolano la germinazione delle spore, la colonizzazione radicale e la crescita del micelio
- Incrementano l'efficienza della micorrizza nell'assorbimento dei nutrienti
- Producono sostanze fitostimolanti
- Esercitano un'azione antagonista verso molti patogeni vegetali



Trichoderma spp.

Fungo saprofito molto diffuso in natura capace di stimolare la crescita e migliorare la resistenza della pianta a stress biotici attraverso un'azione diretta e indiretta verso i patogeni vegetali.

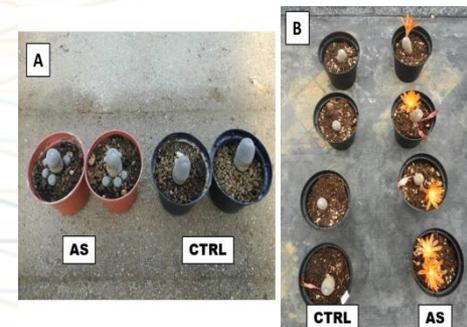
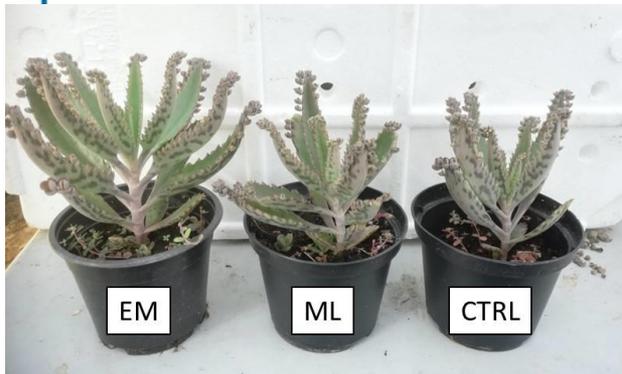
Il *Trichoderma* si propaga in bioreattori su substrato sterile in forma liquida o solida.

Interazione negativa tra *Trichoderma harzianum* e micorrize arbuscolari



Perché i biostimolanti sulle piante?

- **Maggior efficienza nell'uso di acqua e concimi**
- **Riduzione fitofarmaci**
- **Maggior resistenza a stress biotici e abiotici (idrici, termici, salini, funghi, insetti)**
- **Incremento della velocità di crescita e della qualità del prodotto anche di specie provenienti da altri ambienti**



Sostanze umiche

- Azione complessante sui nutrienti (Elevata capacità di scambio cationico)
- Riduzione dell'attività di ioni potenzialmente fitotossici
- Tamponamento del pH della soluzione circolante

Disponibilità dei nutrienti nel suolo



Sostanze

Microrganismi benefici

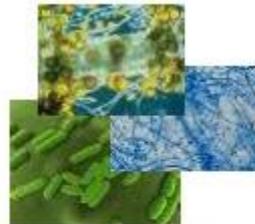
- Aumento della superficie radicale
- Stimolazione degli enzimi radicali (Ferrico-chelato reductasi)
- Attivazione dei geni che codificano per i trasportatori dei nutrienti

Assorbimento dei nutrienti



Microrganismi benefici

- Incremento del volume di suolo accessibile dall'apparato radicale
- Aumento della biodisponibilità dei nutrienti (fissazione azoto, solubilizzazione nutrienti)



Disponibilità dei nutrienti nel suolo

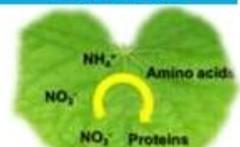


Sostanze

Microrganismi benefici

- Attivazione dei geni che codificano per gli enzimi coinvolti nell'assimilazione dei nutrienti inorganici

Assimilazione dei nutrienti



- Siccità
- Salinità
- Alcalinità
- Stress nutrizionali
- Temperature estreme



- Incremento della crescita radicale e del rapporto radici/parte aerea
- Miglioramento dello stato nutrizionale della pianta
- Aumento della stabilità delle membrane cellulari
- Accumulo di osmoliti
- Attivazione dei sistemi di detossificazione
- Incremento della biosintesi di alcuni fitormoni

Cosa possono migliorare i biostimolanti nella coltivazione delle piante?

- Miglioramento dello stato nutrizionale delle piante
- Miglioramento della fase di ambientamento e adattamento alla coltivazione in vaso
- Modificazione dell'anatomia e morfologia radicale con aumento della resistenza dei tessuti vegetali
- Stimolazione della microflora naturale antagonista ai patogeni:
 - Induzione di resistenza
 - Competizione per i nutrienti
 - Competizione per i siti d'infezione
- Incremento dell'attività fotosintetica e miglior utilizzo dell'acqua
- Incremento dello sviluppo vegetativo, del colore e del numero di fioriture, della germinazione dei semi e della radicazione delle talee



EM® acronimo coniato dal dr. Teruo Higa, consistente nelle iniziali delle lettere derivate da Effective Microorganisms

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

Applicata in diversi paesi del mondo (**160**) tra cui: Giappone, Thailandia, Viet-nam, India, America del Nord, Brasile, Haiti, Sudan, Egitto, Australia e Nuova Zelanda, Ucraina, Cina etc.

Preparazione/attivazione EM (Ema)

Ingredienti:

- 10% EM-1
- 5% melassa di canna da zucchero
- 2.5% malto d'orzo + 2.5% farina di ceci
- 1% sale rosa dell'Himalaya
- 79% acqua



Acqua di buona qualità e lavorare in condizioni il più possibile asettiche
Utilizzare un fermentatore (vino-birra) con resistenza/serpentina per acquario

Fermentatore con acqua a 35°C inserire melassa, malto, farina di ceci e sale
Aggiungere EM-1 e mescolare

Fermentazione per 10 giorni a 30°C, degassificando almeno 2-3 volte
pH 3 – 3.2 (non è indicativo di riuscita della moltiplicazione)

Conservare in frigo a 4°C fino a 3 mesi

La riproduzione dei microrganismi per un non esperto può essere ripetuta (conservando una parte dell'attivato fino 2 volte), per lo sbilanciamento dei gruppi microbici

Bokashi fertilizzante (solido)

Si ottiene il Bokashi dal compostaggio di materiali organici utilizzando i microrganismi EM (Ema)

Preparazione in apposito bidoncino Per compostaggio:

-Ogni 10 Kg di materiale umido od organico spruzzare Ema in diluizione 1:10 sulla Superficie e ricoprire con 2 cm di organico (ripetere operazione fino a riempimento del bidone).

- Il materiale deve essere lasciato compostare per almeno 30-40 giorni, dalla parte inferiore recuperare una volta a settimana il liquido (da utilizzare all'1% in acqua come fertilizzante per le piante)

Il bokashi ottenuto può essere sparso sul terreno 1Kg ogni metro quadro oppure addizionato al substrato delle piante al 10% (aspettare una settimana prima di mettere a dimora le piante per far stabilizzare il materiale)

EM on the growth of horticultural crops

Item	Effect
Seed germination	increased
Vigour	increased
Leaf photosynthesis	increased
Early fruiting	increased
Plant height	increased
Number of fruits	increased

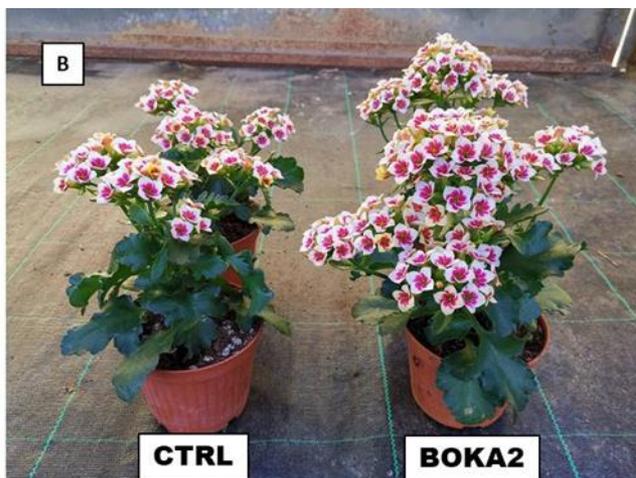
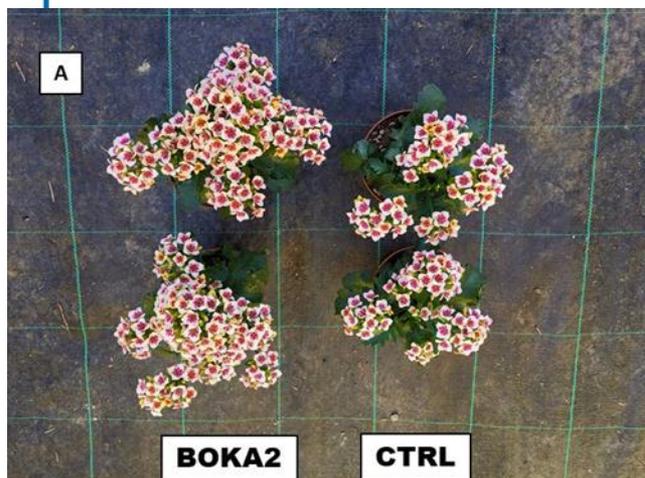
EM on the chemical content

Item	Effect
Vitamin C in fruits	increased
Saccharide in fruits	increased
Protein in fruits	increased
Amino acid in fruits	increased
N in leaves	increased

Incremento significativo dei parametri di crescita e del contenuto minerale delle piante

Riduzione significativa di alcune malattie come *Phytophthora infestans*, *Botrytis cinerea*, *Uncinula necator*, *Pythium spp.*

Applicazioni di compost arricchito di microrganismi su piante succulente

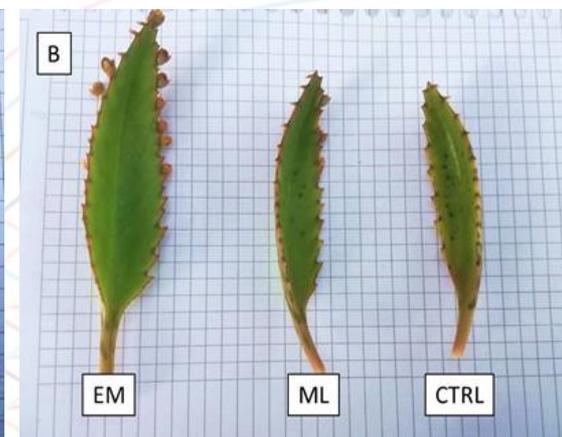
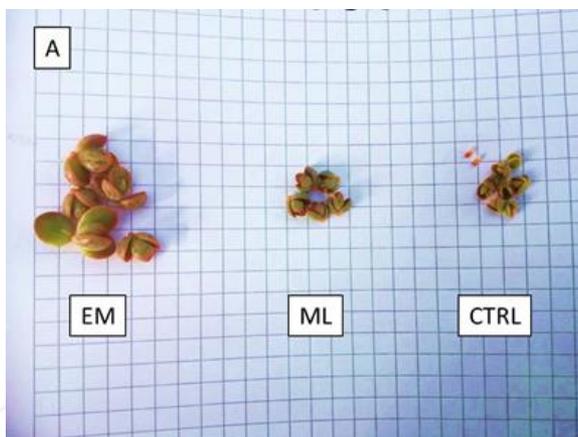
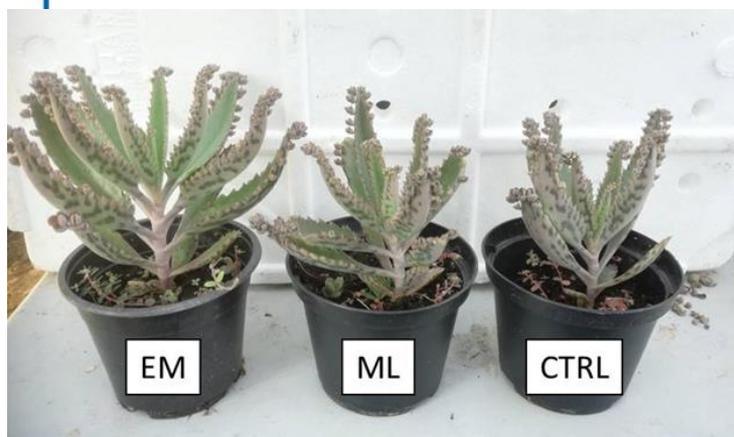


Groups	Plants height (cm)	Leaves number (n°)	Vegetative weight (g)	Roots weight (g)	Inflorescences number (n°)	Inflorescences biomass (g)	Flowers number (n°)	Flowering time (days)
CTRL	31,72 c	25,40 c	57,30 c	44,76 d	6,40 c	11,74 b	74,80 d	32,80 c
BOKA1	33,23 b	31,60 b	66,82 b	46,86 c	9,00 b	14,96 a	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
ANOVA	***	***	***	***	***	***	***	***

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 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		***

Applicazioni di zeoliti e rizobatteri per la biostimolazione di succulente

D. Prisa, 2019. Effect of chabazitic-zeolites and effective microorganisms on growth and chemical composition of Aloe barbadensis Miller and Aloe arborescens Miller. International Journal of Agricultural Research, Sustainability, and Food Sufficiency (IJARSFS) Vol. 6(01) 13 March, 2019, Pp. 315-321



Treatment	Number of leaves per plant (n°)	Number of plantlets per plant (n°)	Fresh leaf weight (g)	Fresh gel weight (g)	Fresh weight of roots (g)
CTRL	21.92 c	2.86 c	402.55 c	220.22 c	452.26 c
T1	23.50 b	3.41 b	438.15 b	277.44 b	491.81 b
T2	25.52 a	4.47 a	514.30 a	308.22 a	564.43 a

Treatment	Number of leaves per plant (n°)	Number of plantlets per plant (n°)	Fresh leaf weight (g)	Fresh gel weight (g)	Fresh weight of roots (g)
CTRL	23.37 c	3.42 c	468.06 c	247.67 c	502.55 b
T1	24.18 b	3.95 b	499.89 b	293.38 b	591.81 a
T2	26.46 a	5.11 a	575.55 a	369.12 a	626.40 a



Opuntia ficus-indica



Figure 3 Effect of natural zeolite (CN) and sterilized zeolite (CS) on the roots growth of *Opuntia ficus-indica* cv 'Muscaredda'

Opuntia cultivar	Groups	Plant height (cm/plant)	Vegetative weight (kg/plant)	Roots weight (Kg/plant)	Pads number (n°/plant)
Sulfarina	CT	67,60 ^c	0,80 ^c	0,48 ^c	2,20 ^c
	CN	79,18 ^a	1,59 ^a	0,75 ^a	5,40 ^a
	CS	72,76 ^b	0,96 ^b	0,65 ^b	3,40 ^b
	ANOVA	***	***	***	***
Sanguigna	CT	66,50 ^c	0,74 ^c	0,50 ^c	3,20 ^c
	CN	76,46 ^a	1,20 ^a	0,74 ^a	5,40 ^a
	CS	70,94 ^b	0,82 ^b	0,65 ^b	4,00 ^b
	ANOVA	***	***	***	***
Muscaredda	CT	76,62 ^c	1,26 ^c	0,62 ^c	3,40 ^c
	CN	85,64 ^a	2,02 ^a	0,95 ^a	5,60 ^a
	CS	81,46 ^b	1,72 ^b	0,80 ^b	4,20 ^b
	ANOVA	***	***	***	***

one-way ANOVA; n.s. - non significant; ***,** - significant at P ≤ 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: (CT) control; (CN) natural zeolite ;(CS) sterilized zeolite

Opuntia cultivar	Groups	Fruit number (n°/plant)	Fruit length (cm/fruit)	Fruit weight (g/fruit)	Peel weight (g/fruit)	Pulp weight (g/fruit)	Seed weight (g/fruit)
Sulfarina	CT	4,20 ^b	6,29 ^c	123,32 ^c	46,30 ^c	72,84 ^c	3,40 ^b
	CN	7,00 ^a	9,56 ^a	135,02 ^a	52,46 ^a	78,70 ^a	3,90 ^a
	CS	4,80 ^b	7,42 ^b	129,70 ^b	48,44 ^b	75,22 ^b	3,92 ^a
	ANOVA	***	***	***	***	***	*
Sanguigna	CT	5,21 ^c	10,78 ^b	132,78 ^b	58,36 ^c	68,00 ^c	3,20 ^b
	CN	7,20 ^a	12,82 ^a	137,72 ^a	62,98 ^a	73,96 ^a	3,80 ^{ab}
	CS	6,20 ^b	10,96 ^b	134,59 ^b	59,30 ^b	71,20 ^b	4,20 ^a
	ANOVA	***	***	***	***	***	*
Muscaredda	CT	5,00 ^c	7,58 ^c	121,86 ^b	53,20 ^c	61,78 ^c	3,40 ^b
	CN	7,20 ^a	8,78 ^a	128,24 ^a	58,80 ^a	69,06 ^a	4,20 ^a
	CS	6,20 ^b	7,87 ^b	125,68 ^a	54,86 ^b	63,18 ^b	3,40 ^b
	ANOVA	***	***	***	***	***	*

one-way ANOVA; n.s. - non significant; ***,** - significant at P ≤ 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: (CT) control; (CN) natural zeolite ;(CS) sterilized zeolite

D. Prisa (2020). Comparison between sterilized zeolite and natural zeolite in the Cactus Pear (*Opuntia Ficus-Indica* L. Mill.) growing. GSC Advanced Research and Reviews, 2020, 04(03), 007-014

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



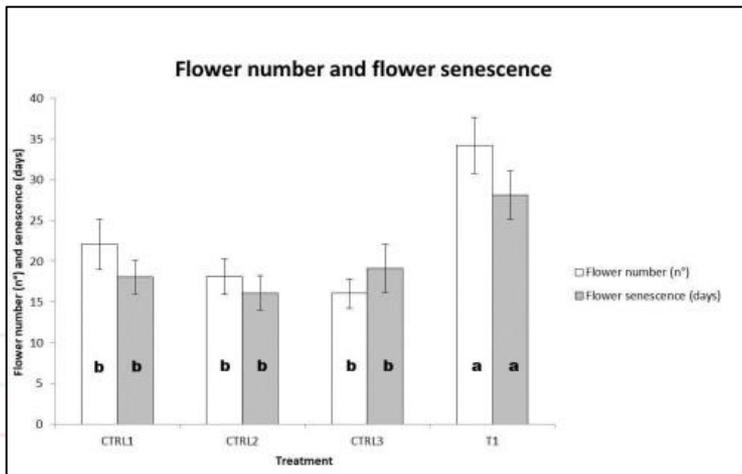
Treatment	Plantlet diameter at 3.1.2017 (cm)	Plantlet diameter at 4.1.2018 (cm)	Thornes number (n°)	Root fresh weight (g)
CTRL	2.40 ± 0.20 a	5.21 ± 1.03 b	118.12 ± 3.44 b	3.44 ± 0.76 b
T	2.33 ± 0.31 a	9.40 ± 1.35 a	196.17 ± 2.66 a	7.65 ± 1.28 a

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 3.1.2017 (cm)	Plantlet diameter at 4.1.2018 (cm)	Thornes number (n°)	Root fresh weight (g)
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

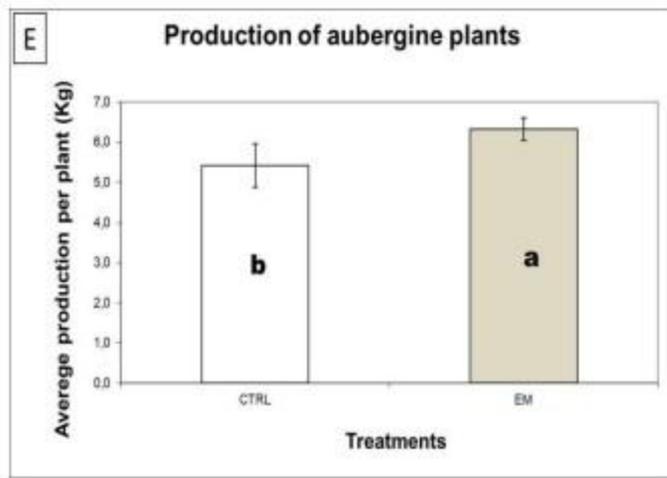
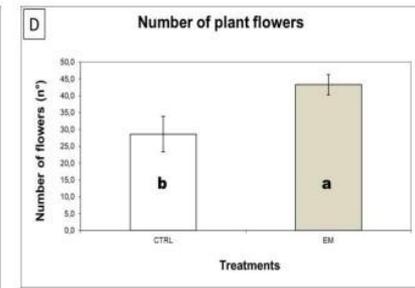
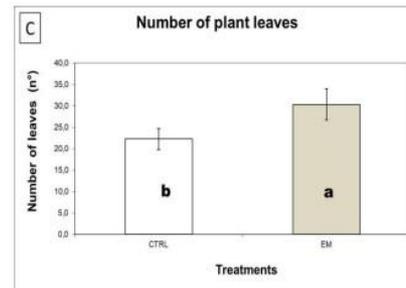
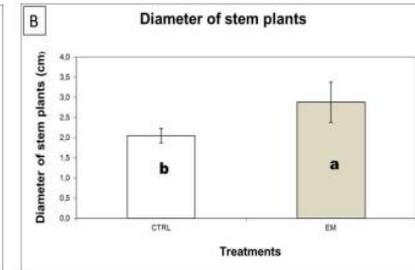
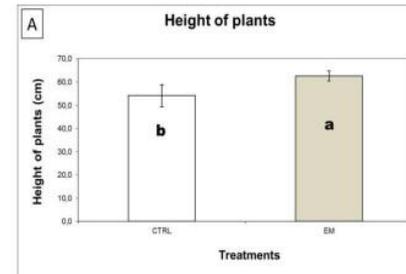
Each value reported in the graph is the mean of three replicates ± standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test (P = 0.05).



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



Fig.2 - Effect of treatments on the size of berries (a) and flowers (b). (treatment with Em on the left, control on the right)



D. Prisa, 2019. Improvement quality of aubergine plants with effective microorganisms. Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary. Vol.6, (3): 1-8

Table

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

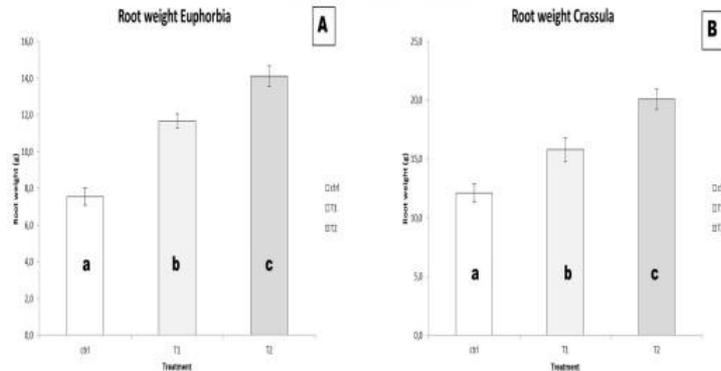
Each value reported in the graph is the mean of three replicates ± standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test (P = 0.05).

Fig.2 - Effect of innovative substrates on *Euphorbia* flowers



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

Cipolla

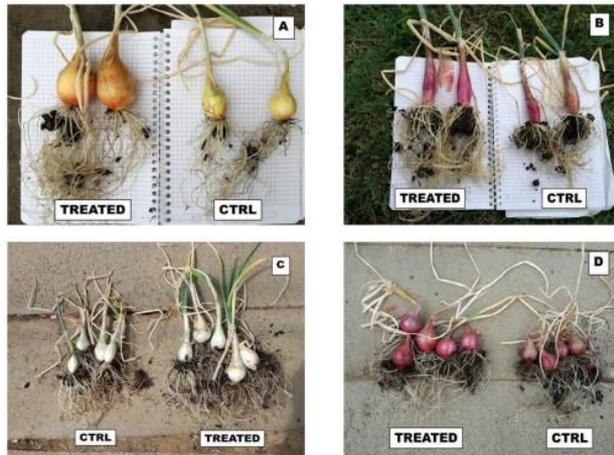


Figure 5 Comparison of onions treated with Effective microorganisms and control, cvs "Dorata di Bologna" (A), "Lunga di Firenze" (B), "Bianca Musona" (C), "Rossa di Tropea" (D).

D. Prisa, 2019. Effective microorganisms for the cultivation and qualitative improvement of onion (*Allium cepa* L.). World Journal of Advanced Research and Reviews, 2019, 02(03), 001-007.

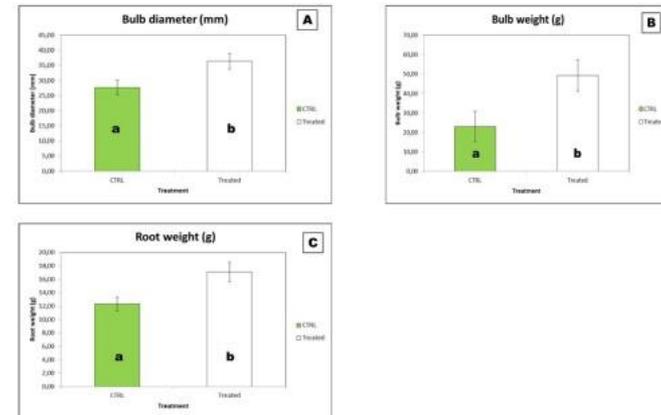


Figure 1 Effect of Effective Microorganisms (EM) on the growth of onion cv "Dorata di Bologna". Each value reported in the graph is the mean of three replicates \pm standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test ($P = 0.05$).

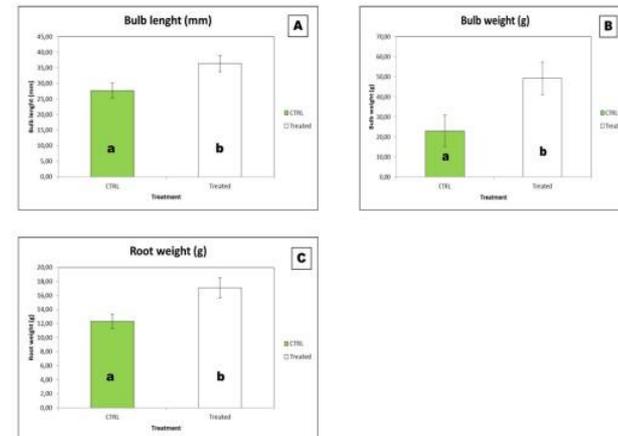


Figure 2 Effect of Effective Microorganisms (EM) on the growth of onion cv "Lunga di Firenze". Each value reported in the graph is the mean of three replicates \pm standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test ($P = 0.05$).



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
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 ($P = 0.05$).

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
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 ($P = 0.05$).

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
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 ($P = 0.05$).

Legend: group without chabazite (CTRL); group with natural chabazite (CN); group with chabazite enriched with micro-organisms (CM).

D. Prisa, 2019. Effect of natural zeolites and zeolites added with microorganisms for the growth of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). World Journal of Advanced Research and Reviews, 04(01), 006-012.



Figure 2 Effect of zeolites containing Plant Growth Promoting Rhizobacteria on plant height of *Ranunculus asiaticus*.
Legend: (CTRL) control; (CM) chabazite enriched with PGPR



Figure 3 Effect of zeolites containing Plant Growth Promoting Rhizobacteria on roots growth of *Ranunculus asiaticus*. CM vs CTRL (A) and CN vs CM (B). Legend: (CTRL) control; (CM) chabazite enriched with PGPR; (CN) natural chabazite

D. Prisa, 2020. Optimised fertilisation with zeolites containing Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) in *Ranunculus asiaticus*. GSC Biological and Pharmaceutical Sciences, 10(01), 096–102

Table 1 Evaluation of zeolites containing Plant Growth Promoting Rhizobacteria on growth and flowering improvement on plants of *Ranunculus asiaticus*

Groups	Plants height (cm)	Leaves number (n°)	Vegetative weight (g)	Roots weight (g)	Flowers number (n°)	Flowers diameter (cm)
CTRL	17,52 ^d	30,20 ^c	42,58 ^c	32,24 ^d	16,20 ^c	2,42 ^c
CN	25,66 ^b	38,40 ^b	45,66 ^b	38,64 ^b	30,20 ^a	3,40 ^b
CN2	23,01 ^c	35,40 ^b	43,41 ^{bc}	35,76 ^c	21,80 ^b	3,02 ^b
CM	30,36 ^a	42,80 ^a	48,26 ^a	42,90 ^a	31,40 ^a	4,08 ^a
CM2	27,17 ^b	37,60 ^b	45,54 ^b	39,50 ^b	30,40 ^a	3,42 ^b
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 ($P = 0.05$)

Table 1 - evaluation of Effective microorganisms on the agronomic characters of *Myrtillocactus geometrizans*

Groups	Plant height (cm)	Plant circumference (cm)	Vegetative weight (g)	Roots weight (g)	Flowers number (n°)	Fruit production (g)	Thorns number (n°)	Thorns length (cm)
CTRL100	32,56 c	7,68 b	46,30 b	30,26 b	16,70 c	90,50 b	33,20 b	2,26 a
CTRL50	26,94 d	6,70 c	38,76 c	27,70 c	13,40 d	88,02 c	27,60 c	1,44 c
EM100	38,58 a	9,30 a	50,52 a	33,84 a	21,41 a	96,60 a	37,00 a	2,44 a
EM50	36,34 b	7,82 b	44,78 b	28,06 c	18,80 b	90,08 b	32,80 b	1,91 b
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 ($P = 0.05$). Legend: (CTRL100): control with 100% water and fertilization; (CTRL50): control with 50% water and fertilization; (EM100): Effective microorganisms with 100% water and fertilization; (EM50): Effective microorganisms with 50% water and fertilization

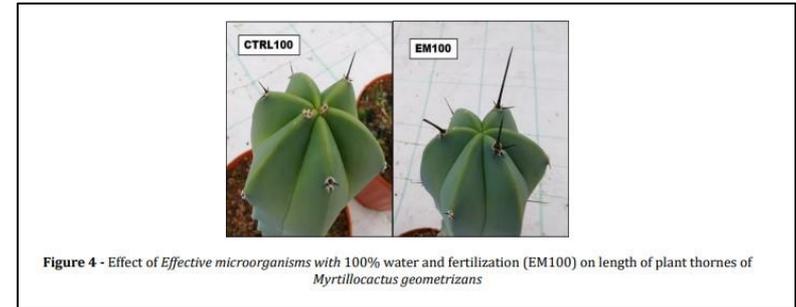


Figure 4 - Effect of Effective microorganisms with 100% water and fertilization (EM100) on length of plant thorns of *Myrtillocactus geometrizans*

Table 2 - content of betalains, total phenols and flavonoids and ascorbic acid in plants of *Myrtillocactus geometrizans*

Groups	Betalains Total (mg/Kg)	Ascorbic acid (mg/Kg)	Phenols total (mg EAG/kg)	Flavonoids Total (mg Eq/kg)
CTRL100	138,68 b	299,58 b	7998,30 a	7477,10 b
CTRL50	134,68 c	289,46 c	7906,26 b	7423,50 c
EM100	143,21 a	304,32 a	8029,26 a	7529,14 a
EM50	135,86 c	298,48 b	7996,54 a	7437,80 c
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 ($P = 0.05$). Legend: (CTRL100): control with 100% water and fertilization; (CTRL50): control with 50% water and fertilization; (EM100): Effective microorganisms with 100% water and fertilization; (EM50): Effective microorganisms with 50% water and fertilization

D.Prisa (2021). *Myrtillocactus geometrizans* fruit plant stimulated with Effective microorganisms. Open Access Research Journal of Biology and Pharmacy, 2021, 01(01), 025-032

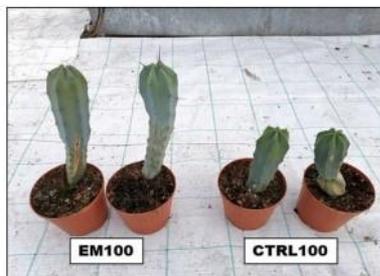


Figure 2 - Comparison between Effective microorganisms (EM100) and control with 100% water and fertilization (CTRL100) on growth of *Myrtillocactus geometrizans*



Figure 3 - Effect of Effective microorganisms with 50% water and fertilization (EM100) on roots growth of *Myrtillocactus geometrizans*

Table 1 - Evaluation of PGPR on agronomic characters and pathogen protection on Narcissus

Groups	Plant height (cm)	Vegetative weight (g)	Roots weight (g)	Bulb weight (g)	Bulb diameter (cm)	Flowers duration (days)	Plants affected by <i>Botrytis cinerea</i> (n°)
CTRL	32,10 c	25,37 b	21,53 c	13,77 c	4,20 b	5,22 c	2,80 a
EM	35,78 a	30,51 a	25,11 a	17,12 a	5,60 a	8,00 a	0,00 b
BAC1	34,04 b	25,95 b	24,64 ab	14,99 b	4,40 b	6,20 b	0,41 b
BAC2	35,00 ab	26,07 b	24,03 b	14,84 b	4,40 b	5,41 c	0,23 b
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 ($P = 0.05$).Legend: (CTRL): control; (EM): Effective microorganisms; (BAC1): TNC Bactorr¹³; (BAC2): Tarantula powder Advanced nutrients



Figure 2 - Comparison between Effective microorganisms (EM) and control on vegetative and roots growth of Narcissus

Table 3 - Evaluation of PGPR on agronomic characters and pathogen protection on Tulip

Groups	Plant height (cm)	Vegetative weight (g)	Roots weight (g)	Bulb weight (g)	Bulb diameter (cm)	Flowers duration (days)	Plants affected by <i>Botrytis cinerea</i> (n°)
CTRL	25,94 c	31,13 c	27,62 b	32,93 c	5,66 b	6,83 c	2,00 a
EM	28,78 a	36,58 a	33,02 a	38,25 a	7,21 a	10,81 a	0,20 b
BAC1	27,31 b	32,10 c	32,51 a	35,71 b	5,83 b	7,62 c	0,42 b
BAC2	26,52 c	33,96 b	31,82 a	35,27 b	6,04 b	8,64 b	0,44 b
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 ($P = 0.05$).Legend: (CTRL): control; (EM): Effective microorganisms; (BAC1): TNC Bactorr¹³; (BAC2): Tarantula powder Advanced nutrients



Figure 4 - Comparison between of Effective microorganisms (EM) and beneficial microorganisms (BAC1) on vegetative and roots growth of Freesia

D.Prisa, A. Benati (2021). Improving the quality of ornamental bulbous with plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR). EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR), 7(5): 255-263

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).



➔ 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).

SCIENZA & TECNICA

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

Protocollo biologico in *Aloe vera*



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
<i>ANOVA</i>	***	***	***	***	***	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
<i>ANOVA</i>	-	***	***	**



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
<i>ANOVA</i>	***	***	***	***

Bulbine frutescens

Table 1 - evaluation of microbial biofertilizer on the agronomic characters of *Bulbine frutescens*

Groups	LN (n°)	PN (n°)	IN (n°)	VW (g)	RW (g)	IW (g)
CTRL	13,00 ^b	1,46 ^b	4,44 ^b	88,52 ^b	66,37 ^b	4,64 ^b
EM	20,40 ^a	2,42 ^a	5,83 ^a	93,32 ^a	72,53 ^a	5,96 ^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 ($P = 0.05$). Legend: (CTRL): control; (EM): Effective microorganisms; (LN): leaves number; (PN): plantlets number; (IN): inflorescences number; (VW): vegetative weight; (RW): roots weight; (IW): inflorescences weight

Table 2 - Microbiological activity of the substrate and minerals content of *Bulbine frutescens*

Groups	pH	SC (cfu/g)	SG/100 seeds (n°)	TG (days)	N (mg/Kg)	P (mg/Kg)	K (mg/Kg)
CTRL	7,2	$2,6 \times 10^{2b}$	59,64 ^b	26,00 ^a	2,70 ^b	15,74 ^b	43,08 ^b
EM	6,3	$1,1 \times 10^{3a}$	80,21 ^a	22,60 ^b	3,52 ^a	17,80 ^a	46,14 ^a
ANOVA	-	***	***	**	**	***	**



Figure 1- Pots cultivation of *Bulbine frutescens* in the greenhouses of CREA-OF



Figure 2 - Treatments comparison in the vegetative growth of *Bulbine frutescens*. Legend: (CTRL): control; (EM): Effective microorganisms





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



Scarti conceria



Triturazione



Prima trasformazione
con batteri



Vagliatura



Seconda trasformazione
con lombrichi



FIBRA COCCO E EM



Può mantenere la struttura anche per 5-6 anni



BIOCHAR E EM

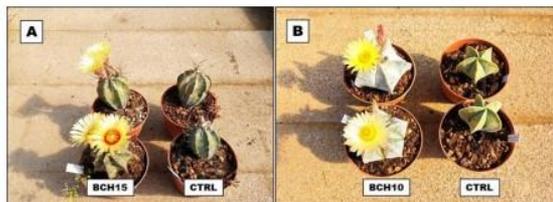


Figure 2 - Effect of biochar on vegetative biomass and flowering of *Astrophytum capricorne* (A) and *Astrophytum myriostigma* (B) Legend: (CTRL) control; (BCH15) biochar 15%; (BCH10) biochar 10%

HUMUS LOMBRICO



Figure 1 Effect of biostimulant based on liquid earthworm humus on growth of basil. Legend: (CTRL) control; (ON2) Onus 2%.



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

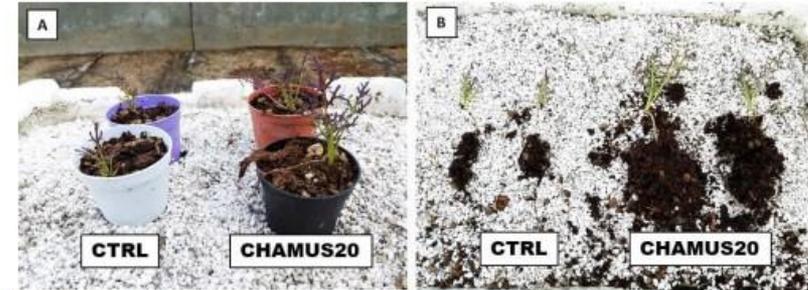
Il **Biochar è un carbone vegetale** estremamente duttile, utilizzabile non soltanto come combustibile naturale ma anche come ammendante del terreno.

- 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

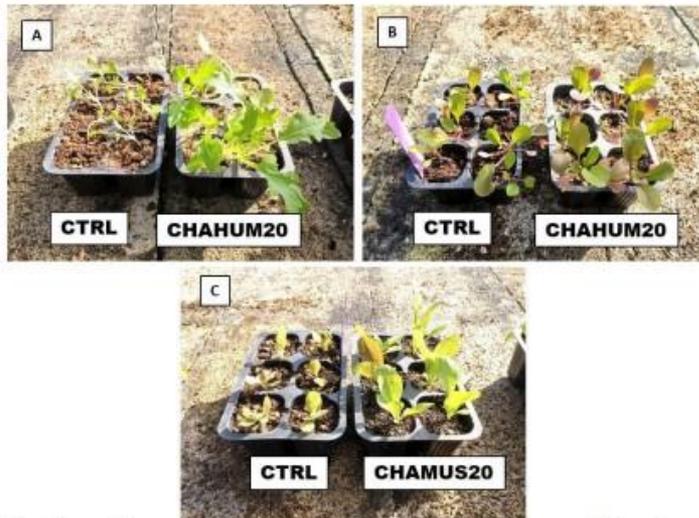
Table 3 - evaluation of chabazitic zeolites with earthworm humus on agronomic characters on plants of *chycorium intybus*

<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	***	***	***	***	***	***	***

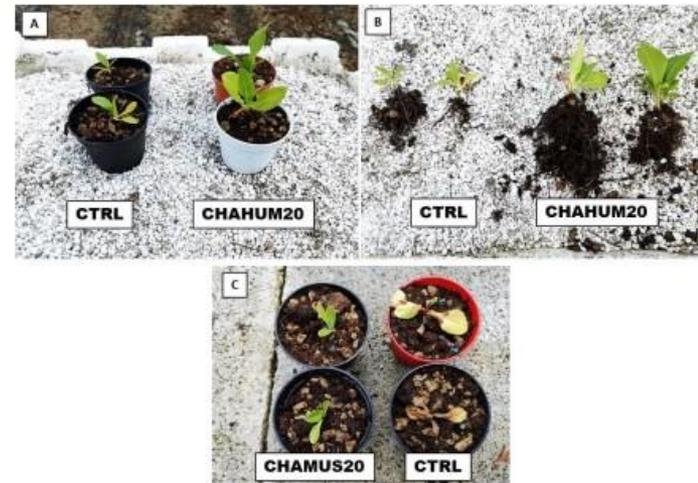
One-way ANOVA; n.s. – non significant; ***,** – significant at $P \leq 0.05$, 0.01 and 0.001, respectively; different letters for the same element indicate significant differences according to Tukey's (HSD) multiple-range test ($P = 0.05$). Parameters: E% = percentage of seed emergence; TLAP = total 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%.



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



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





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 Pescaia (PT)

Introduzione

Dall'inizio degli anni 1990, 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 (Konduru 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. Kalembase 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 Pescaia (PT), in seguito ad una collaborazione con il Centro di Lombricoltura Toscano (San Giuliano, PI) 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 Pescaia (PT), su piante di basilico, fragola e salvia. Le piante per tutte e 3 le specie ortive 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 effettuata presso il CRA-VIV di Pescaia (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 all 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 basil 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 analizzati. 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

In collaborazione con il Centro di Lombricoltura Toscano

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.

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-

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).

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 radicale 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. Neuhauser (eds.), Earthworms in waste and environmental management. Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.

Edwards, C., and K. Fletcher. 1968. Interactions between earthworms and microorganisms in organic matter breakdown. *Agr. Ecosyst. Environ.* 24:235-247.

Kalendzasa, S., J. Daszka, and Z. Fiedorow. 1990. The possibility of utilizing vermicomposts in the cultivation of radish and paprika (in Polish). *Ann. Agr. Acad. Poznan* 27:131-136.

Konduru, 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. 1998. Earthworms activity in the soil system. *Biol. Fertill. Soil.* 6:237-251.

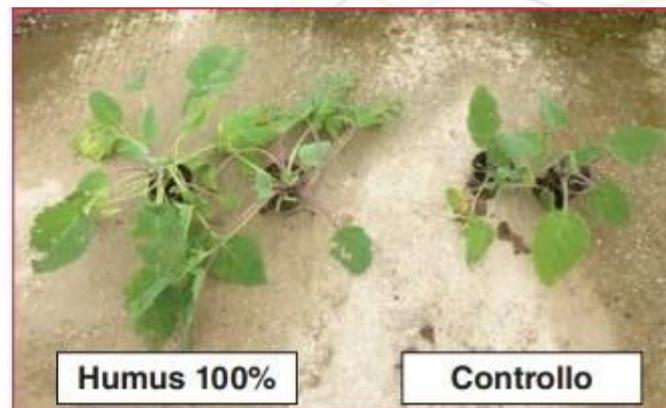
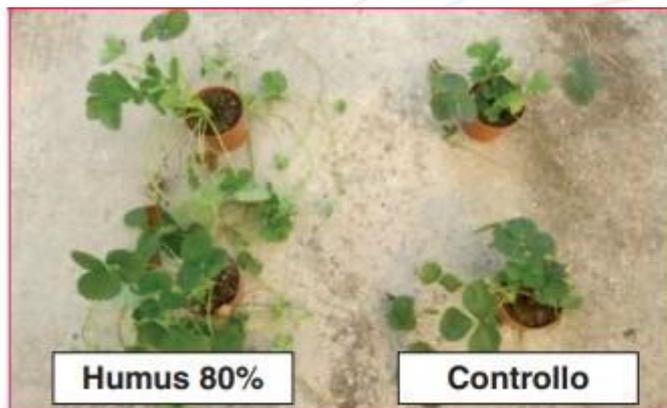
Neal, K. 1991. Examine medium alternatives. *Greenhouse Manager* 10:42-48.

Stamps, R., and M. Evans. 1999. Growth of *Draecena marginata* and *Spathiphyllum 'Petite'* in sphagnum peat and coconut coir dust-based growing media. *J. Environ. Hort.* 17:49-52.

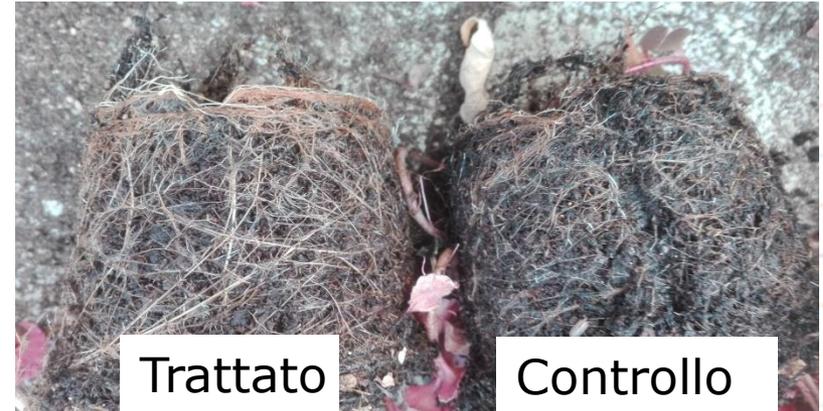
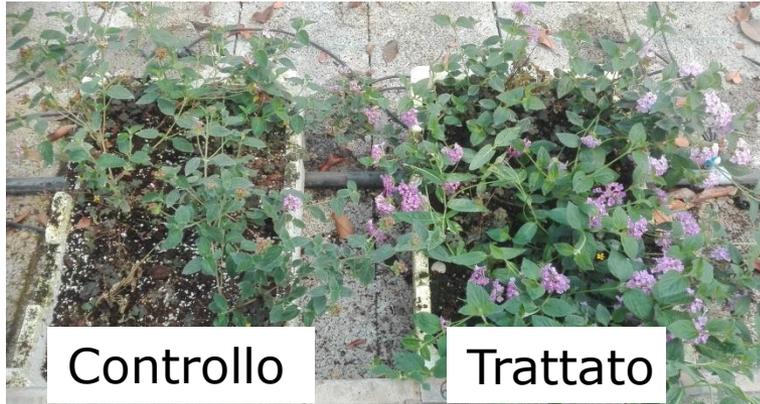
Tomas, V., R. Bhatnagar, and R. Palla. 1998. Effect of vermicompost on production of bifurcal and carrot. *Indian Agr. Res. J.* 13:153-156.

Wen, G., T. Bates, R. Kroger, J. Winter, and M. Schwilke. 1997. Comparison of phosphorus availability with application of sewage sludge, sludge compost, and manure compost. *Comm. Soil Sci. Plant Annu.* 28:1481-1497.

Williams, J., J. Marmison, and J. Blair. 1996. Effects of earthworms on nitrogen mineralization. *Biol. Fertill. Soils* 23:57-63.



Lantana sellowiana



Jasminum officinale



Osteospermum

Trattamento	Peso fresco vegetativo (g)	Peso fresco radicale (g)
Controllo + concimazione nutricote 2gr.L	25.1 ± 3.0 a	20.4 ± 0.9 a
concimazione nutricote 2gr.L + humus 1%	33.2 ± 1.0 b	29.3 ± 0.3 b
concimazione nutricote 2gr.L + humus 2%	36.1 ± 0.7 c	33.5 ± 0.2 c



Euryops

Trattamento	Peso fresco vegetativo (g)	Peso fresco radicale (g)
Controllo + concimazione nutricote 2gr.L	35.2 ± 3.2 a	28.2 ± 1.3 a
concimazione nutricote 2gr.L + humus 1%	45.4 ± 1.1 b	38.1 ± 0.8 b
concimazione nutricote 2gr.L + humus 2%	49.3 ± 0.5 c	49.3 ± 0.7 c



Geranio



Trattamento	Peso fresco vegetativo (g)	Peso fresco radicale (g)
Controllo + concimazione nutritive 2gr.L.	44.1 ± 1.4 a	33.1 ± 1.0 a
concimazione nutritive 2gr.L. + humus 1%	50.3 ± 0.6 b	40.3 ± 1.2 b
concimazione nutritive 2gr.L. + humus 2%	56.2 ± 0.4 c	46.4 ± 0.9 c

Bietola



Trattamento	Peso fresco vegetativo (g)	Peso fresco radicale (g)
Controllo + concimazione nutritive 2gr.L.	28.1 ± 0.6 a	24.3 ± 1.2 a
concimazione nutritive 2gr.L. + humus 1%	33.3 ± 0.9 b	28.3 ± 0.8 b
concimazione nutritive 2gr.L. + humus 2%	35.2 ± 1.2 b	35.1 ± 0.6 c

Lattuga



Trattamento	Peso fresco vegetativo (g)	Peso fresco radicale (g)
Controllo + concimazione nutritive 2gr.L.	20.0 ± 0.3 a	16.4 ± 0.6 a
concimazione nutritive 2gr.L. + humus 1%	26.3 ± 0.5 b	20.2 ± 0.5 b
concimazione nutritive 2gr.L. + humus 2%	29.1 ± 1.0 c	25.1 ± 0.4 c

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

