

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

## *Applicazioni e Microbiologia del vermicompost su piante ortive e ornamentali*

Dr. Domenico Prisa

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

**5 Novembre 2024**

# 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**



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

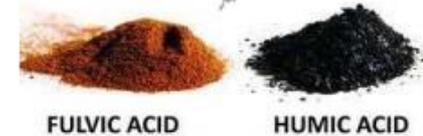
*Azospirillum*



## 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

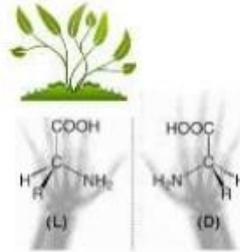
Amminoacidi liberi e peptidi

Carboidrati

Elementi minerali

Altre molecole (triacontanolo, poliammine)

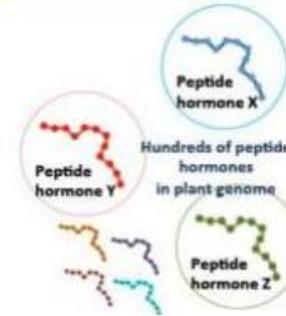
Fitormoni (origine vegetale)



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

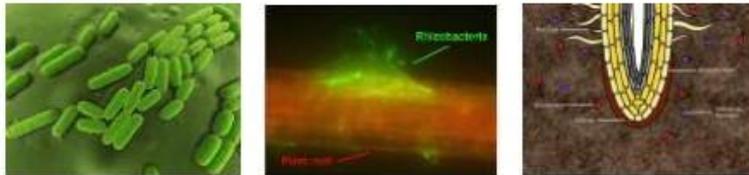


## Batteri della rizosfera

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.

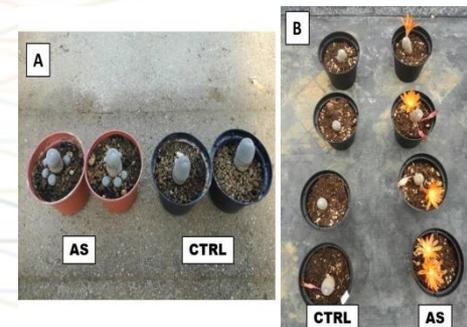
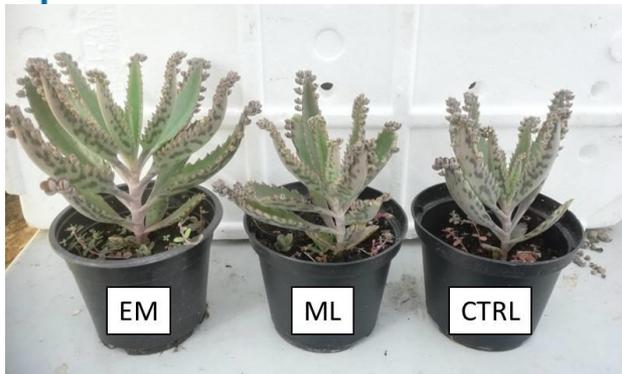
Fungo saprofito molto diffuso in natura capace di stimolare la crescita e migliorare la resistenza della pianta a stress biotici attraverso un'azione diretta e indiretta verso i patogeni vegetali.

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



# 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

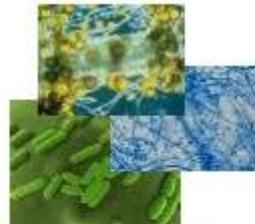
- Aumento della superficie radicale
- Stimolazione degli enzimi radicali (Ferrico-chelato reductasi)
- Attivazione dei geni che codificano per i trasportatori dei nutrienti

## 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

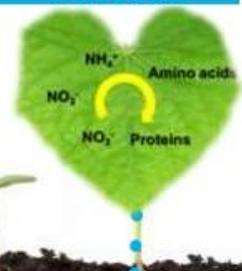


## Sostanze

## Microrganismi benefici

## Assimilazione dei nutrienti

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



- 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



# Definizione vermicompost

Il vermicompost è il metodo scientifico per fare il compost utilizzando i lombrichi.

Il vermicompost è un metodo di preparazione di compost arricchito con l'uso di lombrichi. È uno dei metodi più semplici per riciclare gli scarti agricoli e produrre compost di qualità.





I lombrichi consumano la biomassa e la espellono in forma digerita, chiamata colata di vermi/Oro nero

La colata di vermi è ricca di sostanze nutritive, di sostanze che favoriscono la crescita delle piante e di microflora benefica del suolo.

I rifiuti organici decomponibili, come i residui delle colture, gli scarti di cucina, i residui di foglie secche e verdi e la lettiera forestale, sono comunemente utilizzati come materiali di compostaggio.

In generale, le materie prime principali sono lo sterco animale, soprattutto di vacca, e i residui vegetali essiccati e sminuzzati.

La miscela di residui colturali leguminosi e non leguminosi arricchisce la qualità del vermicompost





*Eisenia foetida* (Lombrico rosso), *Eudrilus eugeniae* (Strisciante notturno), *Perionyx excavatus*



Il lombrico rosso è preferito per il suo elevato tasso di moltiplicazione, che consente di convertire la materia organica in vermicompost entro 45-50 giorni.

Essendo un alimentatore di superficie, converte i materiali organici in vermicompost dall'alto verso il basso.

## Importanti caratteristiche del lombrico Rosso (*Eisenia foetida*)

### Caratteri

### *Eisenia foetida*

Lunghezza del corpo

3-10 cm

Peso

0.4-0.6g

Maturità

50-55 giorni

Conversione del materiale

2q/1500 lombrichi/2mesi

Produzione di bozzoli

1 ogni 3 giorni

Incubazione bozzoli

20-23 giorni



**Rapporto con l'acqua:**

vive in terreni umidi, non riesce a vivere in ambienti secchi, per cui, fuori della terra, muore.

**Rapporto con la luce:**

può distinguere il buio dalla luce anche se non ha occhi, grazie alla presenza di cellule fotorecetttrici. Per evitare la luce del sole, il lombrico emerge in superficie preferibilmente di notte; esce solo in caso di necessità, come quando in caso di pioggia si allagano i cunicoli.



**Rapporto con i vegetali:**

si nutre di erbe, foglie secche e resti vegetali

**Rapporto con gli animali:**

Costituisce una fonte importante di nutrimento per molti animali: rappresenta la componente principale della dieta di piccoli mammiferi terricoli come talpe e topiragno, ma è mangiato anche da galline, ricci, tassi, ramarri, merli, aironi e uccelli insettivori.

### Metodo del letto

- ❑ Il compostaggio viene effettuato sul pavimento creando un letto (6x2x2) di miscela organica. Questo metodo è facile da mantenere e da praticare

### Metodo della fossa

- ❑ Il compostaggio viene effettuato in fosse cementate di dimensioni 5x5x3 piedi. L'unità viene coperta con erba di paglia o con qualsiasi altro materiale disponibile localmente. Questo metodo non è preferito a causa della scarsa aerazione, del ristagno dell'acqua sul fondo e dei maggiori costi di produzione.

- Il pavimento dell'unità deve essere compatto per evitare la migrazione dei lombrichi sul terreno.
- Per evitare l'eccesso di calore si deve utilizzare letame di vacca di 15-20 giorni.
- I rifiuti organici devono essere privi di plastica, sostanze chimiche, pesticidi e metalli.
- L'aerazione deve essere mantenuta per una corretta crescita e moltiplicazione dei lombrichi.
- Mantenere un livello di umidità ottimale (30-40%) Per una corretta decomposizione è necessario mantenere una temperatura di 18-25°C.

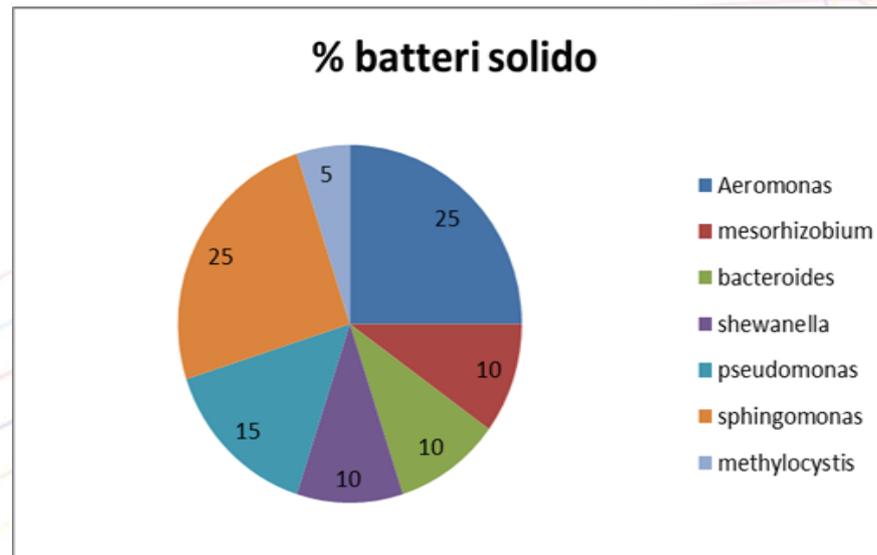
- ❑ Il vermicompost è ricco di tutti i nutrienti essenziali per le piante
- ❑ Fornisce un effetto eccellente sulla crescita complessiva della pianta, favorisce la crescita di nuovi germogli/foglie e migliora la qualità e la conservabilità dei prodotti.
- ❑ Il vermicompost è scorrevole, facile da applicare, da maneggiare e da conservare e non ha un cattivo odore.
- ❑ Migliora la struttura, la tessitura, l'aerazione e la ritenzione idrica del suolo.
- ❑ Il vermicompost è ricco di microflora benefica, come fissatori, solubilizzatori di P, microflora di decomposizione della cellulosa, oltre a migliorare l'ambiente del suolo.
- ❑ Riduce l'incidenza di patogeni e malattie delle piante
- ❑ Favorisce la decomposizione della materia organica nel suolo

- ❑ Il livello di nutrienti nel compost dipende dalla fonte della materia prima e dalle specie di lombrichi. Un lombrico attivo garantisce nel vermicompost la presenza di N P K oltre che di altri nutrienti.
- ❑ I nutrienti contenuti nel vermicompost sono prontamente disponibili e vengono rilasciati entro un mese dall'applicazione.



**Tab.1 - Analisi dei batteri, % su solido e cfu/ml su fermentato e diluito (Azienda Ortobioattivo di Andrea Battiata)**

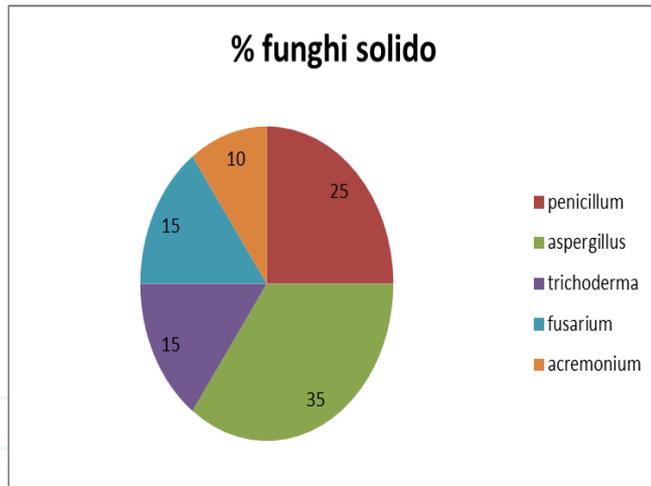
	solido	fermentato	diluito
<b>Batteri</b>	%	cfu/ml	cfu/ ml
<b>Aeromonas</b>	25	$2,5 \times 10^6$	$1,8 \times 10^4$
<b>Mesorhizobium</b>	10	$1,8 \times 10^5$	$1,2 \times 10^4$
<b>Bacteroides</b>	10	$1,2 \times 10^4$	$1,3 \times 10^3$
<b>Shewanella</b>	10	$1,4 \times 10^5$	$1,6 \times 10^4$
<b>Pseudomonas</b>	15	$1,2 \times 10^5$	$1,4 \times 10^4$
<b>Sphingomonas</b>	25	$2,2 \times 10^6$	$1,5 \times 10^5$
<b>Methylocystis</b>	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
<b>Funghi</b>	%	cfu/ml	cfu/ml
<b>Penicillium</b>	25	$3,2 \times 10^6$	$3,4 \times 10^5$
<b>Aspergillus</b>	35	$1,8 \times 10^8$	$1,3 \times 10^6$
<b>Trichoderma</b>	15	$3,2 \times 10^6$	$1,2 \times 10^4$
<b>Fusarium</b>	15	$2,8 \times 10^4$	$3,1 \times 10^3$
<b>Acremonium</b>	10	$3,2 \times 10^4$	$1,6 \times 10^3$

**Valutazione morfologica dei batteri e funghi presenti nel vermicompost solido**

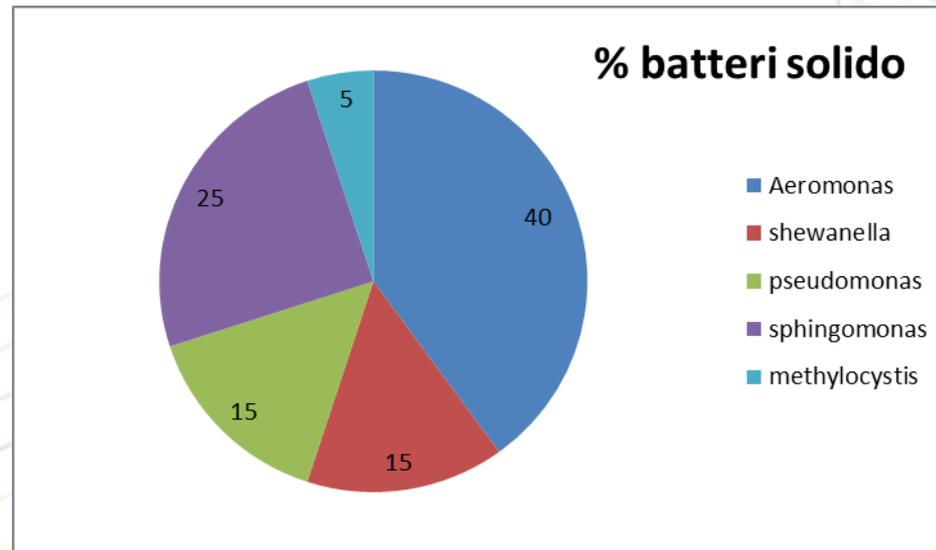


**Tab. 3 - Analisi della mesofauna, % su solido (Azienda Ortobioattivo di Andrea Battiata)**

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

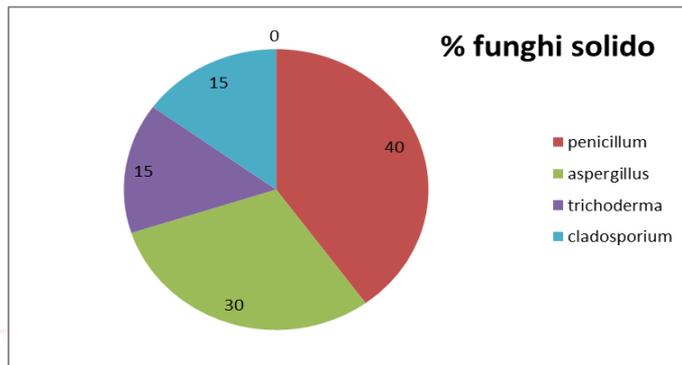
**Tab.4 - Analisi dei batteri, % su solido e cfu/ml su fermentato e diluito (Azienda Paolo Colzi)**

	<b>solido</b>	<b>fermentato</b>	<b>diluito</b>
<b>Batteri</b>	%	cfu/ml	cfu/ ml
<b>Aeromonas</b>	40	$2,5 \times 10^6$	$1,8 \times 10^4$
<b>shewanella</b>	15	$1,3 \times 10^4$	$1,2 \times 10^3$
<b>pseudomonas</b>	15	$1,4 \times 10^4$	$1,8 \times 10^3$
<b>sphingomonas</b>	25	$2,7 \times 10^5$	$1,6 \times 10^4$
<b>methylocystis</b>	5	$1,2 \times 10^3$	$1,1 \times 10^2$



**Tab. 5 - Analisi dei funghi, % su solido e cfu/ml su fermentato e diluito (Azienda Paolo Colzi)**

	<b>solido</b>	<b>fermentato</b>	<b>diluito</b>
<b>funghi</b>	%	cfu/ml	cfu/ml
<b>penicillium</b>	40	$3,4 \times 10^7$	$3 \times 10^5$
<b>aspergillus</b>	30	$1,6 \times 10^6$	$1,2 \times 10^5$
<b>trichoderma</b>	15	$9,4 \times 10^5$	$8,2 \times 10^3$
<b>cladosporium</b>	15	$4,8 \times 10^5$	$5 \times 10^4$



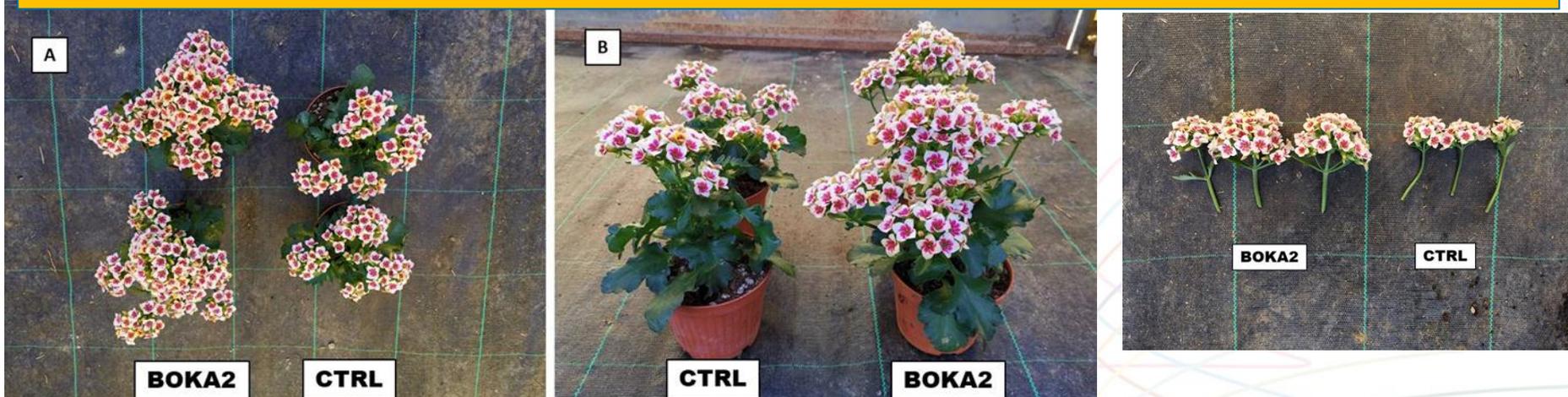
**Valutazione morfologica dei batteri e funghi presenti nel vermicompost solido**

**Tab. 6 - Analisi della mesofauna, % su solido (Azienda Paolo Colzi)**

<b>mesofauna</b>	<b>numero/ 100g</b>
<b>coleoptera</b>	7 ± 0,1
<b>larvae</b>	30 ± 10
<b>hymenoptera</b>	24 ± 0,22
<b>arachnida</b>	11 ± 1,2

## Applicazioni del Vermicompost nell'Ortoflorovivaismo

## Applicazioni di vermicompost arricchito di microrganismi su piante succulente

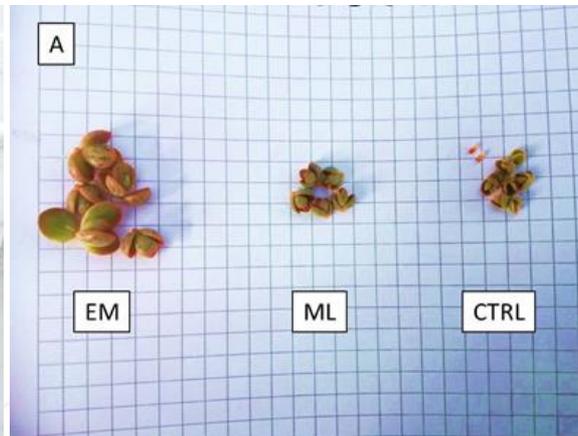
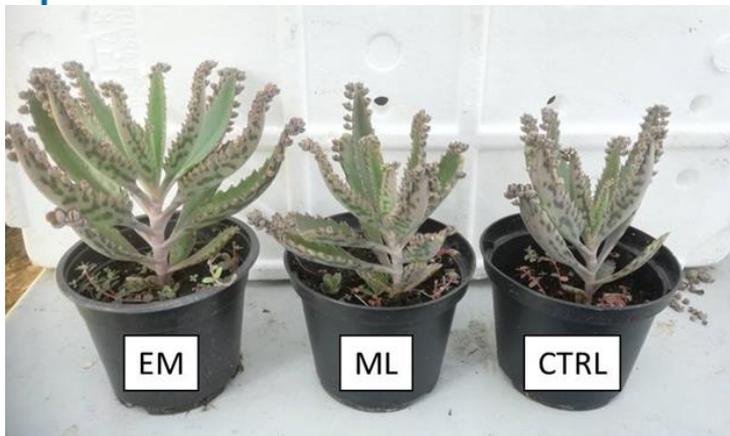


Groups	Plants height (cm)	Leaves number (n°)	Vegetative weight (g)	Roots weight (g)	Inflorescences number (n°)	Inflorescences biomass (g)	Flowers number (n°)	Flowering time (days)
CTRL	31,72 c	25,40 c	57,30 c	44,76 d	6,40 c	11,74 b	74,80 d	32,80 c
BOKA1	33,23 b	31,60 b	66,82 b	46,86 c	9,00 b	14,96 a	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
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 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 <sup>2</sup> pt <sup>-1</sup> )
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 zeolititi, vermicompost 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

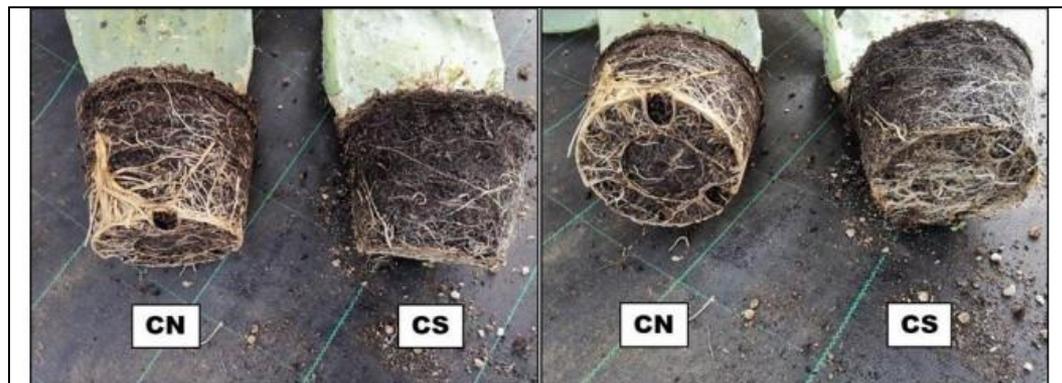


Figure 3 Effect of natural zeolite (CN) and sterilized zeolite (CS) on the roots growth of *Opuntia ficus-indica* cv 'Muscaredda'

Opuntia cultivar	Groups	Plant height (cm/plant)	Vegetative weight (kg/plant)	Roots weight (Kg/plant)	Pads number (n°/plant)
Sulfarina	CT	67,60 <sup>c</sup>	0,80 <sup>c</sup>	0,48 <sup>c</sup>	2,20 <sup>c</sup>
	CN	79,18 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>	5,40 <sup>a</sup>
	CS	72,76 <sup>b</sup>	0,96 <sup>b</sup>	0,65 <sup>b</sup>	3,40 <sup>b</sup>
	ANOVA	***	***	***	***
Sanguigna	CT	66,50 <sup>c</sup>	0,74 <sup>c</sup>	0,50 <sup>c</sup>	3,20 <sup>c</sup>
	CN	76,46 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>	0,74 <sup>a</sup>	5,40 <sup>a</sup>
	CS	70,94 <sup>b</sup>	0,82 <sup>b</sup>	0,65 <sup>b</sup>	4,00 <sup>b</sup>
	ANOVA	***	***	***	***
Muscaredda	CT	76,62 <sup>c</sup>	1,26 <sup>c</sup>	0,62 <sup>c</sup>	3,40 <sup>c</sup>
	CN	85,64 <sup>a</sup>	2,02 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>
	CS	81,46 <sup>b</sup>	1,72 <sup>b</sup>	0,80 <sup>b</sup>	4,20 <sup>b</sup>
	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 <sup>b</sup>	6,29 <sup>c</sup>	123,32 <sup>c</sup>	46,30 <sup>c</sup>	72,84 <sup>c</sup>	3,40 <sup>b</sup>
	CN	7,00 <sup>a</sup>	9,56 <sup>a</sup>	135,02 <sup>a</sup>	52,46 <sup>a</sup>	78,70 <sup>a</sup>	3,90 <sup>a</sup>
	CS	4,80 <sup>b</sup>	7,42 <sup>b</sup>	129,70 <sup>b</sup>	48,44 <sup>b</sup>	75,22 <sup>b</sup>	3,92 <sup>a</sup>
	ANOVA	***	***	***	***	***	*
Sanguigna	CT	5,21 <sup>c</sup>	10,78 <sup>b</sup>	132,78 <sup>b</sup>	58,36 <sup>c</sup>	68,00 <sup>c</sup>	3,20 <sup>b</sup>
	CN	7,20 <sup>a</sup>	12,82 <sup>a</sup>	137,72 <sup>a</sup>	62,98 <sup>a</sup>	73,96 <sup>a</sup>	3,80 <sup>ab</sup>
	CS	6,20 <sup>b</sup>	10,96 <sup>b</sup>	134,59 <sup>b</sup>	59,30 <sup>b</sup>	71,20 <sup>b</sup>	4,20 <sup>a</sup>
	ANOVA	***	***	***	***	***	*
Muscaredda	CT	5,00 <sup>c</sup>	7,58 <sup>c</sup>	121,86 <sup>b</sup>	53,20 <sup>c</sup>	61,78 <sup>c</sup>	3,40 <sup>b</sup>
	CN	7,20 <sup>a</sup>	8,78 <sup>a</sup>	128,24 <sup>a</sup>	58,80 <sup>a</sup>	69,06 <sup>a</sup>	4,20 <sup>a</sup>
	CS	6,20 <sup>b</sup>	7,87 <sup>b</sup>	125,68 <sup>a</sup>	54,86 <sup>b</sup>	63,18 <sup>b</sup>	3,40 <sup>b</sup>
	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



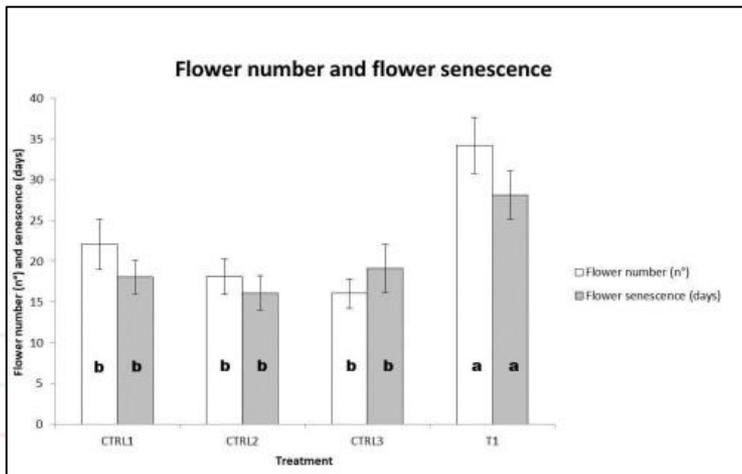
Treatment	Plantlet diameter at 3.1.2017 (cm)	Plantlet diameter at 4.1.2018 (cm)	Thornes number (n°)	Root fresh weight (g)
CTRL	2.40 ± 0.20 a	5.21 ± 1.03 b	118.12 ± 3.44 b	3.44 ± 0.76 b
T	2.33 ± 0.31 a	9.40 ± 1.35 a	196.17 ± 2.66 a	7.65 ± 1.28 a

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

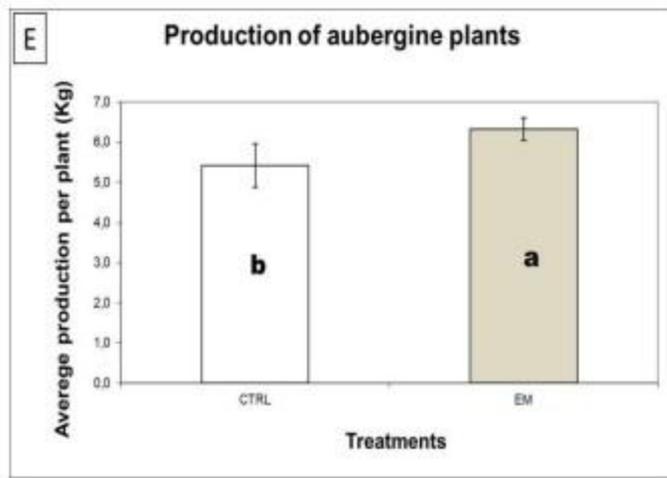
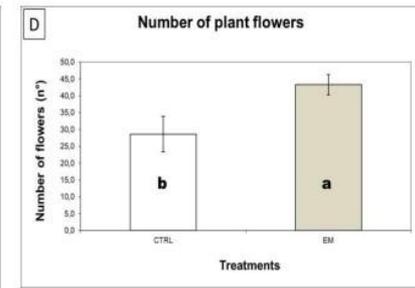
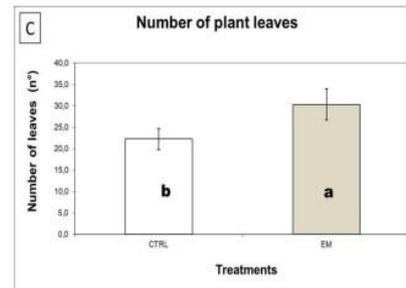
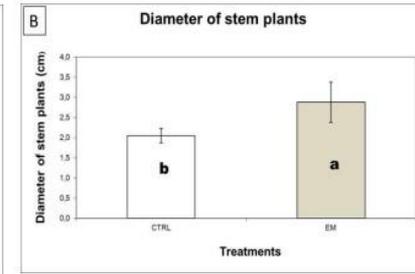
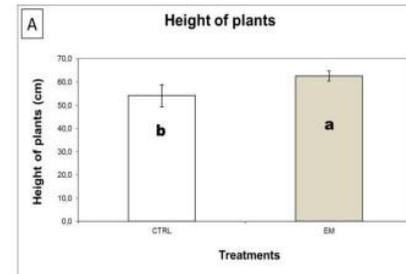
Each value reported in the graph is the mean of three replicates ± standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test (P = 0.05).



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

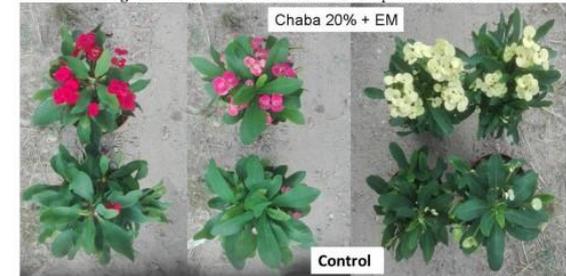
Each value reported in the graph is the mean of three replicates ± standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test (P = 0.05).

**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

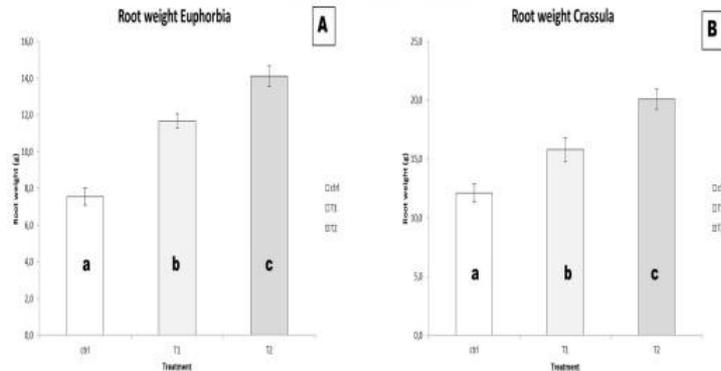
Each value reported in the graph is the mean of three replicates ± standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant differences according to LSD test (P = 0.05).

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



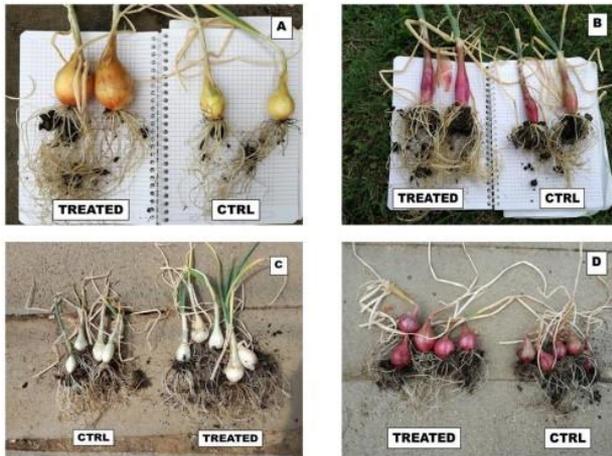
**Figures**

**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**

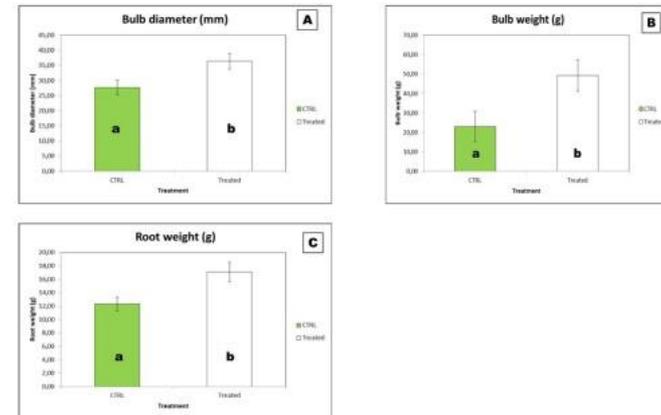


D. Prisa, 2019. Rhizobacteria and zeolites for overcoming saline stress in the cultivation of succulent plants. The International Journal of Engineering and Science (IJES), Volume 8, Issue 5 Series I, Pages 38-41

# Cipolla

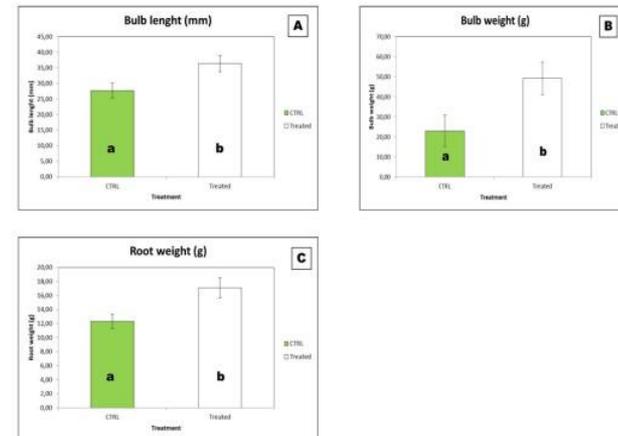


**Figure 5** Comparison of onions treated with Effective microorganisms and control, cvs "Dorata di Bologna" (A), "Lunga di Firenze" (B), "Bianca Musona" (C), "Rossa di Tropea" (D).

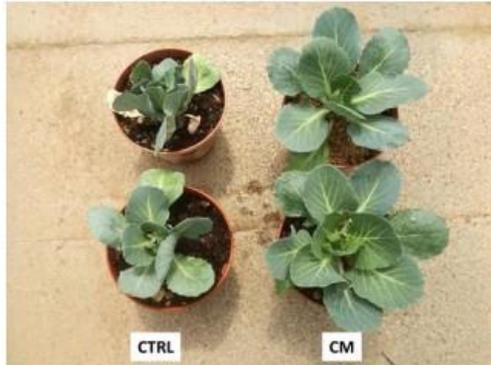


**Figure 1** Effect of Effective Microorganisms (EM) on the growth of onion cv "Dorata di Bologna". Each value reported in the graph is the mean of three replicates  $\pm$  standard deviation. Statistical analysis performed through one-way ANOVA. Different letters for the same parameter indicate significant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

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 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.

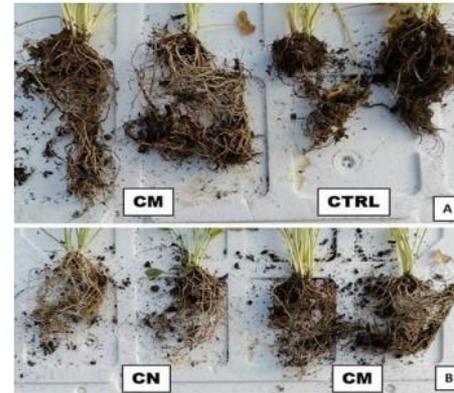
Groups	Seed germination (%)	Average germination time (days)
CTRL	82	13,33 a
CN	89	10,25 b
CM	93	8,83 c
ANOVA	-	***

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*

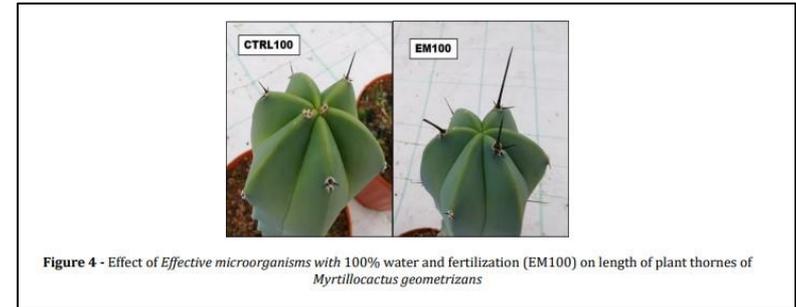
Groups	Plants height (cm)	Leaves number (n°)	Vegetative weight (g)	Roots weight (g)	Flowers number (n°)	Flowers diameter (cm)
CTRL	17,52 <sup>d</sup>	30,20 <sup>c</sup>	42,58 <sup>c</sup>	32,24 <sup>d</sup>	16,20 <sup>c</sup>	2,42 <sup>c</sup>
CN	25,66 <sup>b</sup>	38,40 <sup>b</sup>	45,66 <sup>b</sup>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

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)	Fenols 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
<b>ANOVA</b>	***	***	***	***	**	***	***

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 Bactorr<sup>13</sup>; (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
<b>ANOVA</b>	***	***	***	***	***	***	***

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 Bactorr<sup>13</sup>; (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).



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) <sup>-1</sup> )	Glucose (mg (g DW) <sup>-1</sup> )	Proline (mg (g DW) <sup>-1</sup> )	Aloin (mg (g DW) <sup>-1</sup> )
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 <sup>b</sup>	1,46 <sup>b</sup>	4,44 <sup>b</sup>	88,52 <sup>b</sup>	66,37 <sup>b</sup>	4,64 <sup>b</sup>
EM	20,40 <sup>a</sup>	2,42 <sup>a</sup>	5,83 <sup>a</sup>	93,32 <sup>a</sup>	72,53 <sup>a</sup>	5,96 <sup>a</sup>
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 <sup>b</sup>	26,00 <sup>a</sup>	2,70 <sup>b</sup>	15,74 <sup>b</sup>	43,08 <sup>b</sup>
EM	6,3	$1,1 \times 10^{3a}$	80,21 <sup>a</sup>	22,60 <sup>b</sup>	3,52 <sup>a</sup>	17,80 <sup>a</sup>	46,14 <sup>a</sup>
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



## Wander and Pick a Firenze Scandicci



“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



## FIBRA COCCO, HUMUS E EM



Può mantenere la struttura anche per 5-6 anni



## BIOCHAR, HUMUS E EM

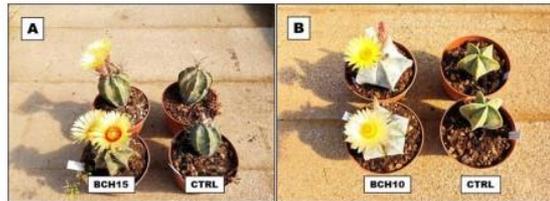


Figure 2 - Effect of biochar on vegetative biomass and flowering of *Astrophytum capricorne* (A) and *Astrophytum myriostigma* (B). Legend: (CTRL) control; (BCH15) biochar 15%; (BCH10) biochar 10%

## HUMUS LOMBRICO



Figure 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.

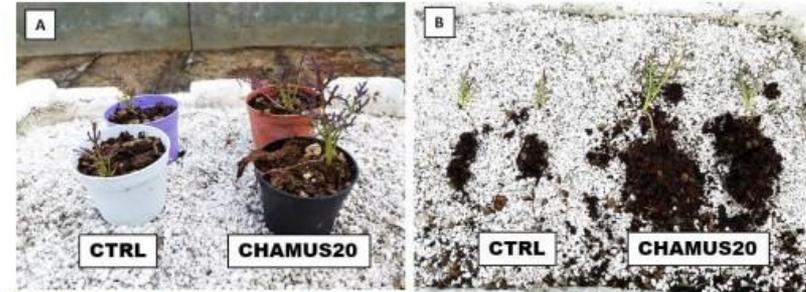
Il **Biochar è un carbone vegetale** estremamente duttile, utilizzabile non soltanto come combustibile naturale ma anche come ammendante del terreno.

- 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 <sup>2</sup> )	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	***	***	***	***	***	***	***

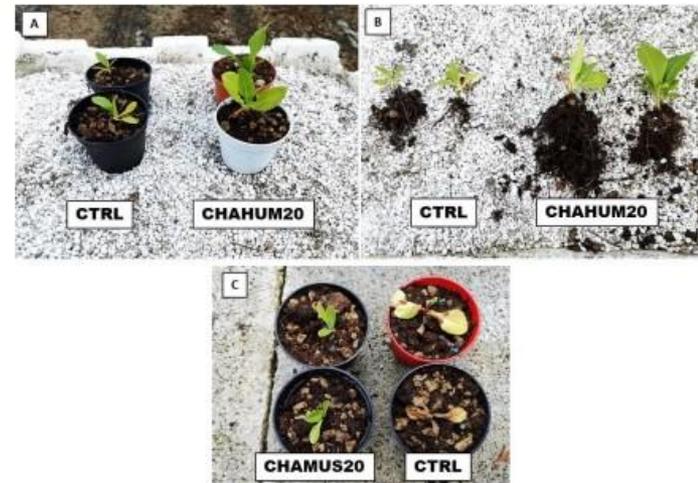
One-way ANOVA; n.s. – non significant; \*\*\*,\*\*,\* – significant at  $P \leq 0.05$ , 0.01 and 0.001, respectively; different letters for the same element indicate significant differences according to Tukey's (HSD) multiple-range test ( $P = 0.05$ ). Parameters: E% = percentage of seed emergence; TLAP = total leaf area per plant (mm<sup>2</sup>); 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; (CHAMUS20): (chabazite/earthworm humus 70-30) 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 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 0,5%; potassio (K<sub>2</sub>O) 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<sup>-1</sup>, 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

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.

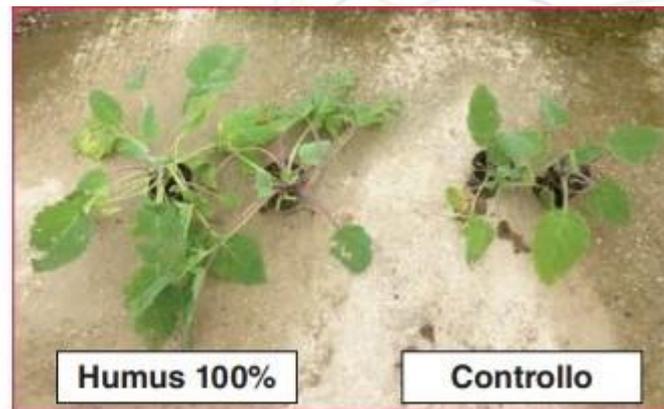
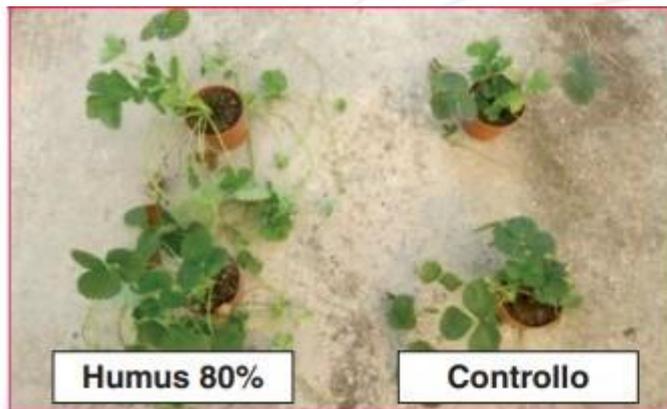
Neal, K. 1991. Examine medium alternatives. *Greenhouse Manager* 10:42-48.

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.

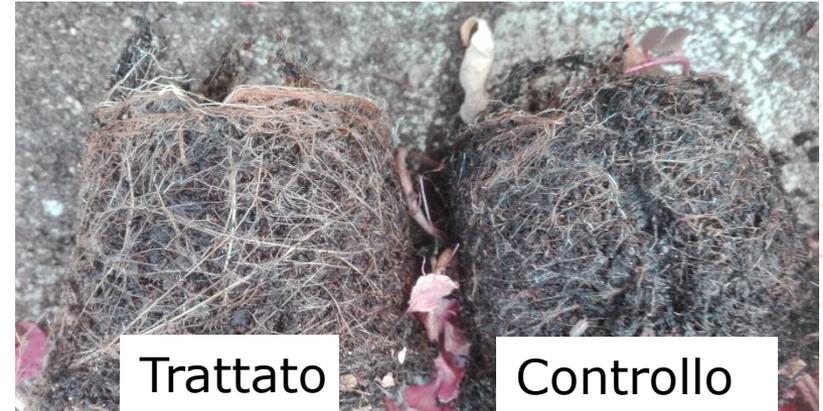
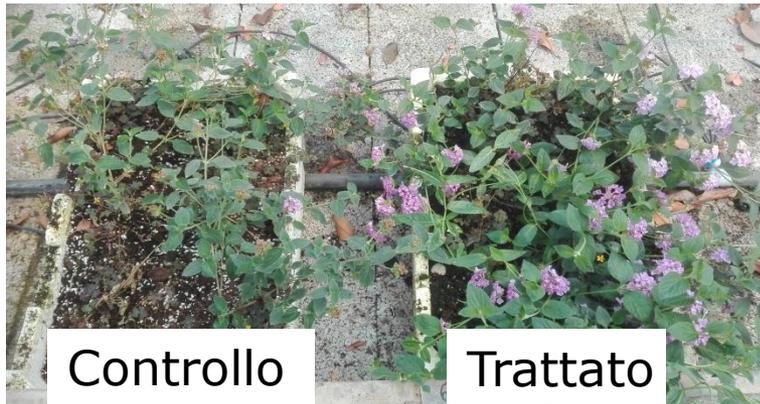
Tomas, V., R. Bhatnagar, and R. Palla. 1998. Effect of vermicompost on production of bifurc and carrot. *Indian Agr. Res. J.* 13:153-156.

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. Marrison, 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 nutricote 2gr.L.	44.1 ± 1.4 a	33.1 ± 1.0 a
concimazione nutricote 2gr.L. + humus 1%	50.3 ± 0.6 b	40.3 ± 1.2 b
concimazione nutricote 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 nutricote 2gr.L.	28.1 ± 0.6 a	24.3 ± 1.2 a
concimazione nutricote 2gr.L. + humus 1%	33.3 ± 0.9 b	28.3 ± 0.8 b
concimazione nutricote 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 nutricote 2gr.L.	20.0 ± 0.3 a	16.4 ± 0.6 a
concimazione nutricote 2gr.L. + humus 1%	26.3 ± 0.5 b	20.2 ± 0.5 b
concimazione nutricote 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](mailto:domenico.prisa@crea.gov.it)

Linkedin: domenico prisa

Skype: domenico.prisa2

Tel 339 1062935

