

***Da scarti
agroindustriali a
fertilizzanti
eco-sostenibili per il
miglioramento della
qualità del suolo e
delle colture***

PhD student Angela Maffia
Professoressa Adele Muscolo
Università Mediterranea
di Reggio Calabria

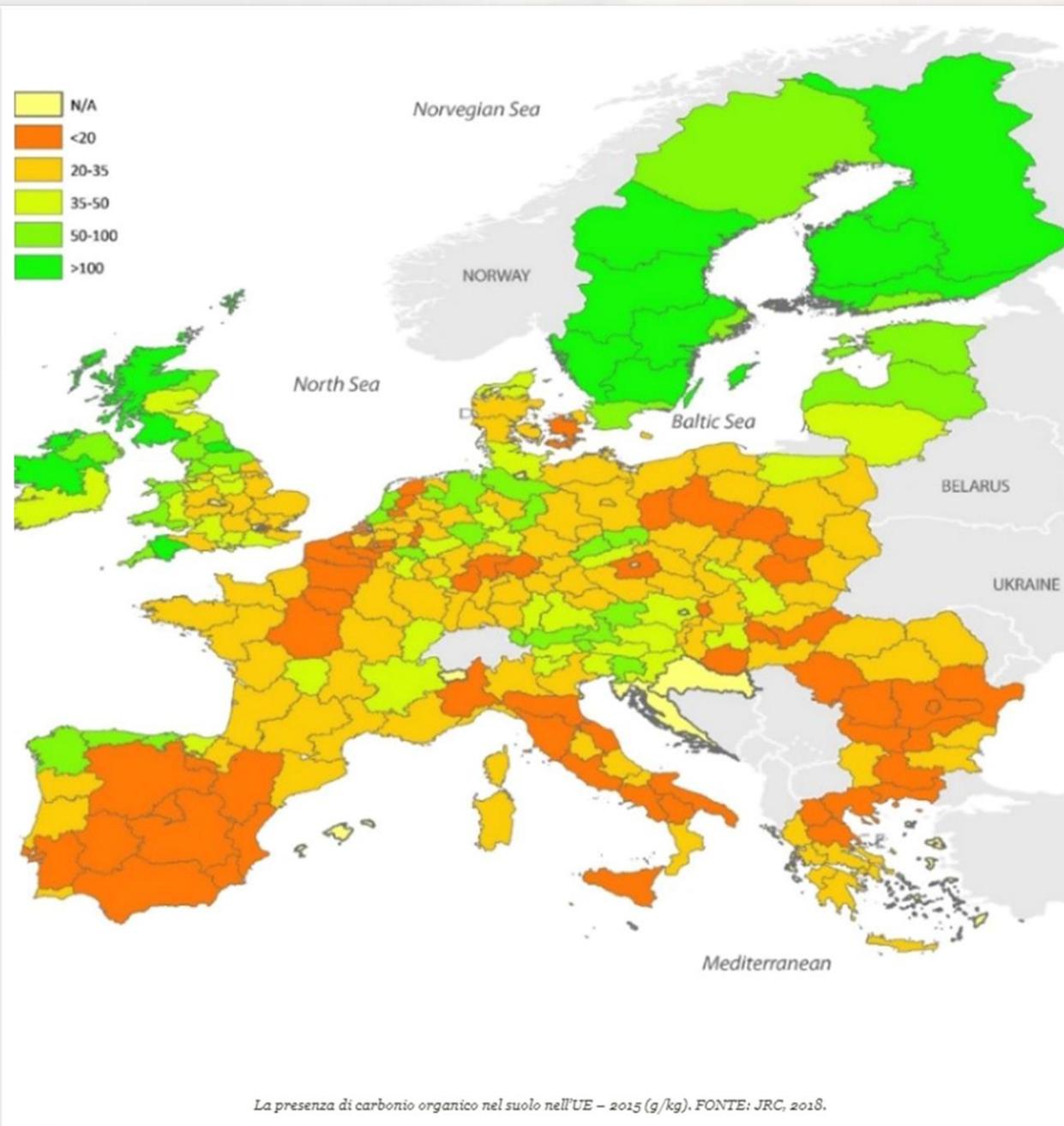


IV EDIZIONE

**BIOSTIMOLANTI
CONFERENCE**

2023

- La popolazione mondiale nel 2030, **9,7 miliardi** di persone
- L'agricoltura intensiva per garantire l'approvvigionamento depauperando la risorsa
- Sebbene il suolo sia **RINNOVABILE**, il suo recupero è maggiore rispetto a ogni 10 anni.
- Attualmente i suoli sono diventati meno produttivi a causa di azioni antieconomiche.



...miliardi di individui
 ...ilizzarsi a 10,9
 ...ti non è sostenibile
 ...n quanto sta
 ...E
 ...a 100 volte
 ...uolo coltivabile
 ...za organica,
 ...iversità e

🎯 BIETTIVO DEL NOSTRO LAVORO DI RICERCA

Riutilizzare scarti **agro-**industriali per produrre fertilizzanti ecosostenibili



Pastazzo ottenuto dalla trasformazione degli agrumi

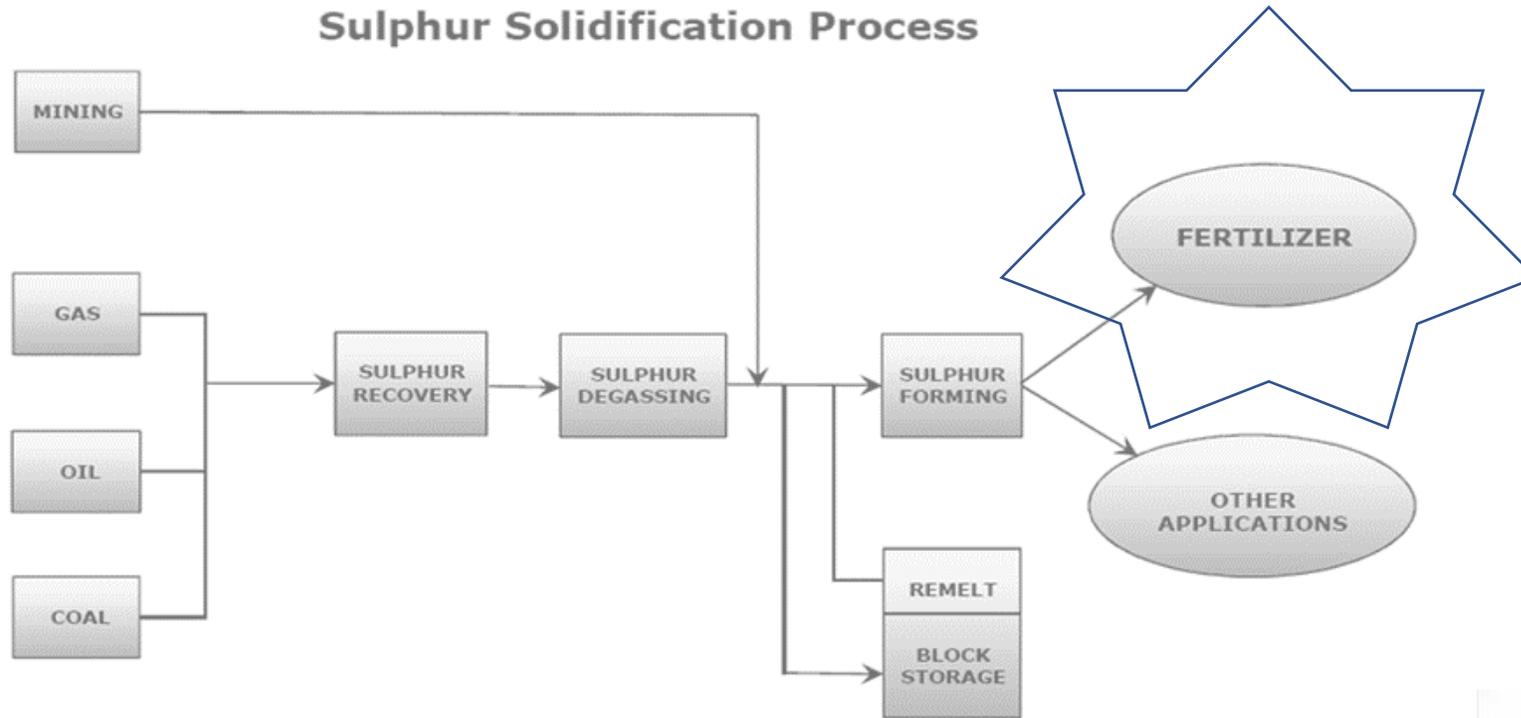


Lo zolfo elementare (99% S) ottenuto dai residui della desolforazione del gas naturale e del petrolio

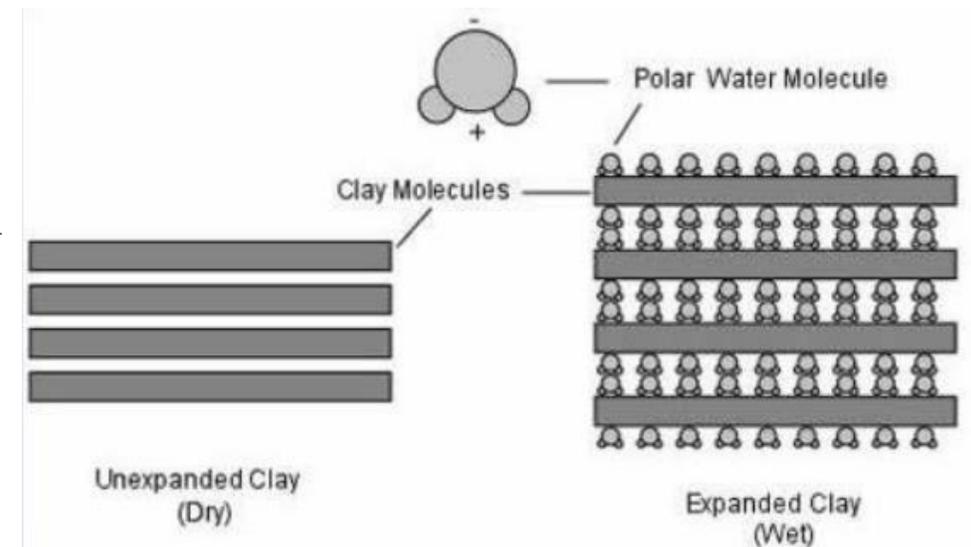
1. Migliorare la qualità e fertilità di **suoli alcalini e non** in modo sostenibile
2. Incrementare la produttività delle piante

BRIEF INTRODUCTION TO THE SULFUR PROCESS

Sulphur Solidification Process



Lo zolfo è insolubile in acqua e per essere utilizzato in agricoltura deve essere miscelato con bentonite:



BIO-FERTILIZZANTE



Zolfo

+



Bentonite

+



Pastazzo



Bio-fertilizzante

∅ 2-4 mm

Proprietà chimiche	Pastazzo
pH (H ₂ O)	6,2
CE (mS/cm)	10,1
Umidità %	86,6
TN %	1,2
TOC %	45,6
C/N	38
Na⁺ (mg g ⁻¹ dw)	0,97
NH₄⁺ (mg g ⁻¹ dw)	0,33
K⁺ (mg g ⁻¹ dw)	49,22
Mg²⁺ (mg g ⁻¹ dw)	4,23
Ca²⁺ (mg g ⁻¹ dw)	9,33
Cl⁻ (mg g ⁻¹ dw)	2,44
PO₄³⁻ (mg g ⁻¹ dw)	1,09
WSB (mg TAE g ⁻¹ dry wet)	0,53



Analisi del pastazzo

Metalli pesanti (mg/kg)	Pastazzo
Cadmio	4,5 x 10 ⁻⁶
Piombo	5,0 x 10 ⁻⁵
Zinco	4,2 x 10 ⁻⁵
Nichel	2,0 x 10 ⁻⁴
Mercurio	2,0 x 10 ⁻⁵
Rame	4,7 x 10 ⁻⁵
Cromo	<5 x 10 ⁻⁸



Attività sperimentale:

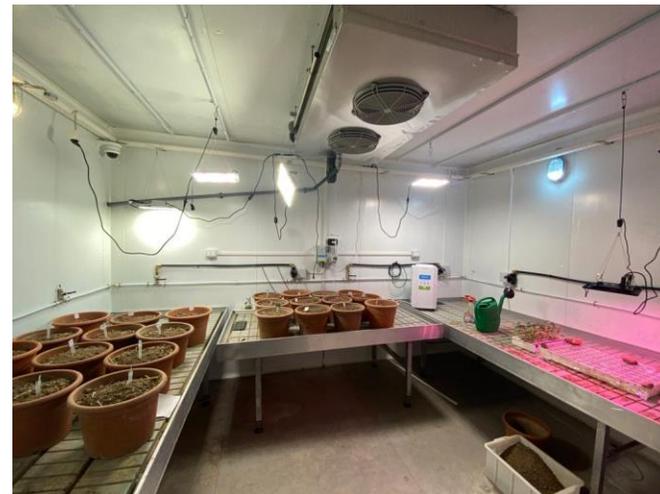
Un suolo alcalino sabbioso-argilloso è stato fertilizzato in pieno campo con:

-  zolfo-bentonite + pastazzo
-  stallatico
-  NPK (15-15-15)



Un suolo alcalino sabbioso-argilloso è stato fertilizzato in cella climatica con:

-  zolfo-bentonite + pastazzo
-  stallatico
-  NPK (15-15-15)



-  25°C
-  70% umidità
-  800 Lux



Risultati: parametri chimici e biologici del suolo dopo la crescita della lattuga

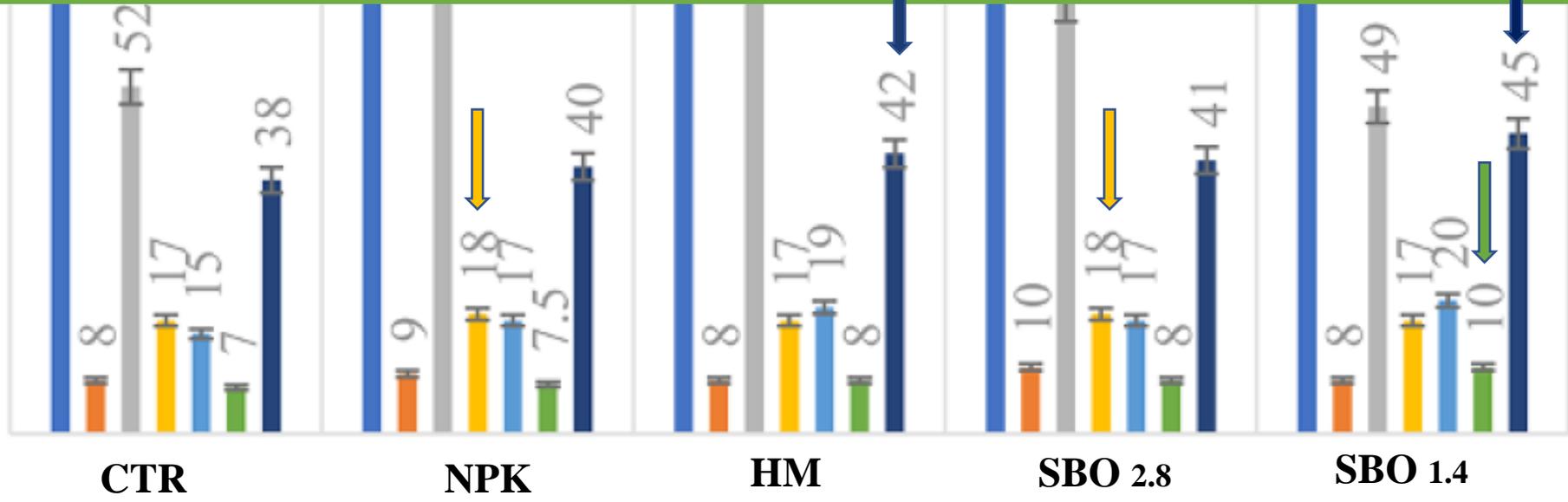
Proprietà del suolo	CTR	NPK	HM	SBO _{1.4}	SBO _{2.8}
pH _(H₂O)	8,43 ^a	8,47 ^a	8,46 ^a	8,18^b	8,13^b
pH _(KCl)	7,24 ^a	7,41 ^a	7,19 ^a	6,77^b	7,00^{ab}
CE (μS/cm)	302 ^a	301 ^a	297 ^a	296 ^a	302 ^a
PHE (μTAE * g ⁻¹ ds)	283 ^b	620 ^a	615 ^a	580 ^a	632 ^a
DHA (μTPF * g ⁻¹ h)	53 ^a	52 ^a	51 ^a	58^a	57^a
FDA (μg fluorescein * g ⁻¹ ds)	10,2 ^b	11,1 ^b	10,3 ^b	11,5 ^b	13,5^a
OC (%)	1,68 ^c	1,65 ^c	3,12^a	2,16^b	2,13^b
N (%)	0,198 ^{bc}	0,234 ^a	0,212 ^b	0,188 ^c	0,146 ^d
C/N	9,9 ^{bc}	8,57 ^c	14,8 ^b	12^b	17^a

Parametri di crescita della lattuga



RISULTATI SULLA LATTUGA

- Peso fresco
- Numero di foglie
- Altezza della pianta (cm)
- Diametro cespo (cm)
- Area fogliare (cm²)



Anioni e cationi nella lattuga

mg/g	CTR	NPK	HM	SBO 1.4	SBO 2.8
Cloruri	16 ^a	15 ^a	6 ^b	17 ^a	18 ^a
Bromuri	0,8 ^b	0,17 ^a	n.d	0,7 ^a	0,7 ^a
Nitrati	1,6 ^b	2,0 ^a	1,5 ^b	1,4 ^b	1,2^c
Fosfati	1,4 ^b	6,5 ^a	n,d	2,6 ^b	6,9 ^a
Solfati	1,2 ^c	1,5 ^c	2,7 ^b	8,3^a	2.4^b
Malato	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d



mg/g	CTR	NPK	HM	SBO 1.4	SBO 2.8
Ammonio	36 ^c	36 ^c	46 ^b	76^a	78^a
Potassio	1,5 ^b	2,3 ^a	1,6 ^b	1,7 ^b	1,7 ^b
Magnesio	1,6 ^c	1,6 ^c	1,9^b	2,1^b	2,8^a
Calcio	6,3 ^c	9,6 ^b	11^a	7,9 ^c	12 ^a

Qualità della lattuga



	CTR	NPK	HM	SBO 1.4	SBO 2.8
TPRO %	2,2 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	2,4 ^a
TCARB	2,3 ^a	2,3 ^a	2,3 ^a	2,4 ^a	2,3 ^a
TPHE	4943 ^b	5535 ^a	4785 ^b	4404 ^c	5828 ^a
FLA	24 ^b	19 ^c	15 ^c	34^a	29^{ab}
DPPH %	24 ^b	19 ^c	15 ^c	71^a	69^a
VIT A	58 ^b	58 ^b	56 ^b	71^a	69^a
VIT C	46 ^b	48 ^b	49 ^b	49^b	53^a
VIT E	80 ^b	64 ^c	83 ^b	97^a	96^a



Risultati: parametri chimici e biologici del suolo dopo la crescita della cipolla

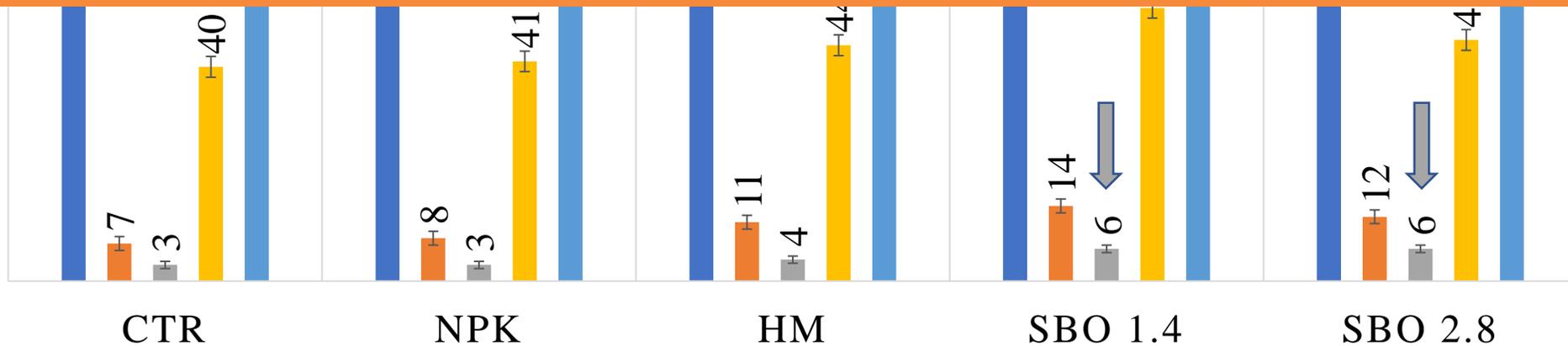
Proprietà del suolo	CTR	NPK	HM	SBO _{1.4}	SBO _{2.8}
pH_(H₂O)	8,87 ^a	8,81 ^b	8,71 ^{ba}	8,72 ^b	8,69 ^b
pH_(KCl)	8,31 ^a	8,32 ^a	8,33 ^a	8,25 ^b	8,34 ^a
CE (μS/cm)	352 ^a	332 ^c	311 ^d	343 ^b	332 ^c
PHE (μTAE * g ⁻¹ ds)	255 ^c	540 ^b	499 ^b	615^a	641^a
DHA (μTPF * g ⁻¹ h)	49 ^b	45 ^c	50 ^b	69^a	65^a
FDA (μg fluorescein * g ⁻¹ ds)	8,25 ^b	8,47 ^{ab}	8,66 ^a	8,61^a	9,40^a
OC (%)	1,47 ^c	1,40 ^c	2,83^a	1,97^b	2,17^b
N (%)	0,058 ^c	0,09 ^b	0,17 ^a	0,084 ^b	0,077 ^b
C/N	25 ^b	15 ^c	16 ^c	23^b	28^a

Parametri di crescita della cipolla



- Peso fresco (g)
- Peso secco (g)
- Diametro bulbo (cm)
- Lunghezza foglia (cm)
- Altezza pianta (cm)

RISULTATI SULLA CIPOLLA



Anioni e cationi nella cipolla

mg/g	CTR	NPK	HM	SBO 1.4	SBO 2.8
Cloruri	16 ^b	14 ^b	2 ^b	17 ^b	22 ^a
Bromuri	0,8 ^a	0,7 ^a	n.d	0,6 ^a	0,6 ^a
Nitrati	1,6 ^b	2,2 ^a	1,5 ^b	1,5 ^b	1,0 ^c
Fosfati	1,3 ^d	6,2 ^a	n.d	2,2 ^c	3,3 ^b
Solfati	1,3 ^d	1,1 ^d	2,2 ^c	5,1^b	16^a
Malato	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d



mg/g	CTR	NPK	HM	SBO 1.4	SBO 2.8
Ammonio	26 ^d	28 ^d	41 ^c	51^b	63^a
Potassio	1,6 ^b	2,2 ^a	1,5 ^b	1,3 ^b	1,4 ^b
Magnesio	1,5 ^b	1,6 ^b	1,7^b	2,0^a	2,4^a
Calcio	5,4 ^{ad}	7,6 ^c	12^a	7,9 ^c	9,7 ^b



Qualità della cipolla

	CTR	NPK	HM	SBO 1.4	SBO 2.8
TPRO %	0,96 ^a	1,0 ^a	1 ^a	0,98 ^a	0,97 ^a
TCARB%	1,5 ^a	1,6 ^a	1,5 ^a	1,4 ^a	1,3 ^a
TPHE	3329 ^b	3203 ^b	3019 ^c	4205^a	3525^b
DPPH %	63 ^{bc}	57 ^c	66 ^b	77^a	71^a
VIT A	0,27 ^a	0,28 ^a	0,23 ^b	0,27^a	0,30^a
VIT C	7 ^c	11 ^b	9 ^b	16^a	15^a
VIT E	34 ^b	34 ^b	43 ^b	47^a	57^a

Risultati: parametri chimici e biologici del suolo dopo la crescita del pomodoro

Proprietà del suolo	CTR	NPK	HM	SBO 1.4
pH (H ₂ O)	8,5 ^a	8,58 ^a	8,27 ^b	7,69^b
pH (KCl)	7,3 ^a	7,28 ^a	7,27 ^a	7,04 ^a
CE (μS/cm)	732 ^a	740 ^b	750,7 ^c	759 ^{cb}
PHE (μg TAE*g ⁻¹ ds)	396 ^a	429 ^b	422 ^b	424 ^b
DHA (μTPF * g ⁻¹ h)	29 ^a	32 ^b	34 ^b	35 ^b
TOC %	1,98 ^a	1,67 ^b	1,99 ^a	2,03^a
TN %	0,18 ^a	0,24 ^b	0,20 ^a	0,12^c
C/N	10,42 ^a	6,96 ^b	9,95 ^a	16,91^c





Parametri di crescita del pomodoro

- Altezza pianta (cm)
- Fiori (n)
- Peso medio dei frutti (g)
- Inflorescenza (n)
- Frutti (n)
- Diametro medio dei frutti (cm)

RISULTATI SUL POMODORO



Qualità del pomodoro



	CTR	NPK	HM	SBO 1.4
% UMIDITA'	90,7 ^a	89,2 ^a	90,7 ^a	89,7 ^a
%S.S	9,3 ^a	10,8 ^a	9,3 ^a	10,3 ^a
TPRO%	1,2 ^a	1,4 ^a	1,1 ^b	1,5 ^a
TCARB %	1,6 ^b	1,7 ^b	2,4 ^a	2,9 ^a
TPHE	1818 ^a	1992^a	1254 ^b	2047^a
DPPH %	43,9 ^a	36,6^b	45,4^a	47,2^a
VIT A	0,018 ^a	0,029 ^a	0,032 ^a	0,035^a
VIT C	15,3 ^b	17,8 ^a	16,8 ^a	17,9^a
VIT E	35,7 ^b	39,3 ^{ab}	41,8 ^a	45,0^a

Conclusioni

- Il fertilizzante prodotto è un concime correttivo-nutritivo, la cui esclusiva formulazione in pastiglie da 2-4 mm ne consente la facile distribuzione e la rapida disgregazione nel terreno, sia in pieno campo che in forma localizzata
- La facile disgregazione consente una rapida correzione del pH del terreno migliorando la coltivabilità di terreni alcalini e salini
- L'abbassamento del valore del pH nella zona di sviluppo radicale facilita la mobilità e l'assorbimento di altri nutrienti, come azoto, fosforo e potassio

Conclusioni

- **L'aggiunta di scarti agricoli allo zolfo bentonite, in particolare di scarti di arance, ne migliora gli effetti fertilizzanti**
- **Gli effetti benefici del fertilizzante si riscontrano sia sulla fertilità del suolo che sulla qualità delle colture**

Published June 15, 2017

AGRONOMY, SOILS & ENVIRONMENTAL QUALITY

Increasing Soil and Crop Productivity by Using Agricultural Wastes Pelletized with Elemental Sulfur and Bentonite

Adele Muscolo,* Carmelo Mallamaci, Giovanna Settineri, and Giovanni Calamarà

Research Article



Received: 28 March 2019

Revised: 5 September 2019

Accepted article published: 15 October 2019

Published online in Wiley Online Library: 25 November 2019

(wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/jsfa.10086

Sulfur bentonite-organic-based fertilizers as tool for improving bio-compounds with antioxidant activities in red onion

Adele Muscolo,*  Teresa Papalia, Giovanna Settineri, Carmelo Mallamaci and Maria R Panuccio

Scientia Horticulturae 305 (2022) 111421

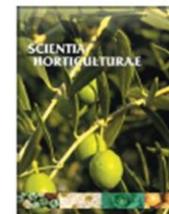


ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Scientia Horticulturae

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scihorti



Growth, nutritional quality and antioxidant capacity of lettuce grown on two different soils with sulphur-based fertilizer, organic and chemical fertilizers

A. Muscolo*, F. Marra, F. Canino, A. Maffia, C. Mallamaci, Mt. Russo

Department of AGRARIA, "Mediterranea" University, Feo di Vito, Reggio Calabria 89122, Italy



Grazie per l'attenzione 😊



angela,maffia@unirc.it