



HERAmbiente

Società del Gruppo Hera

Fertilizzanti da fanghi di depurazione

L'esperienza di Herambiente SpA

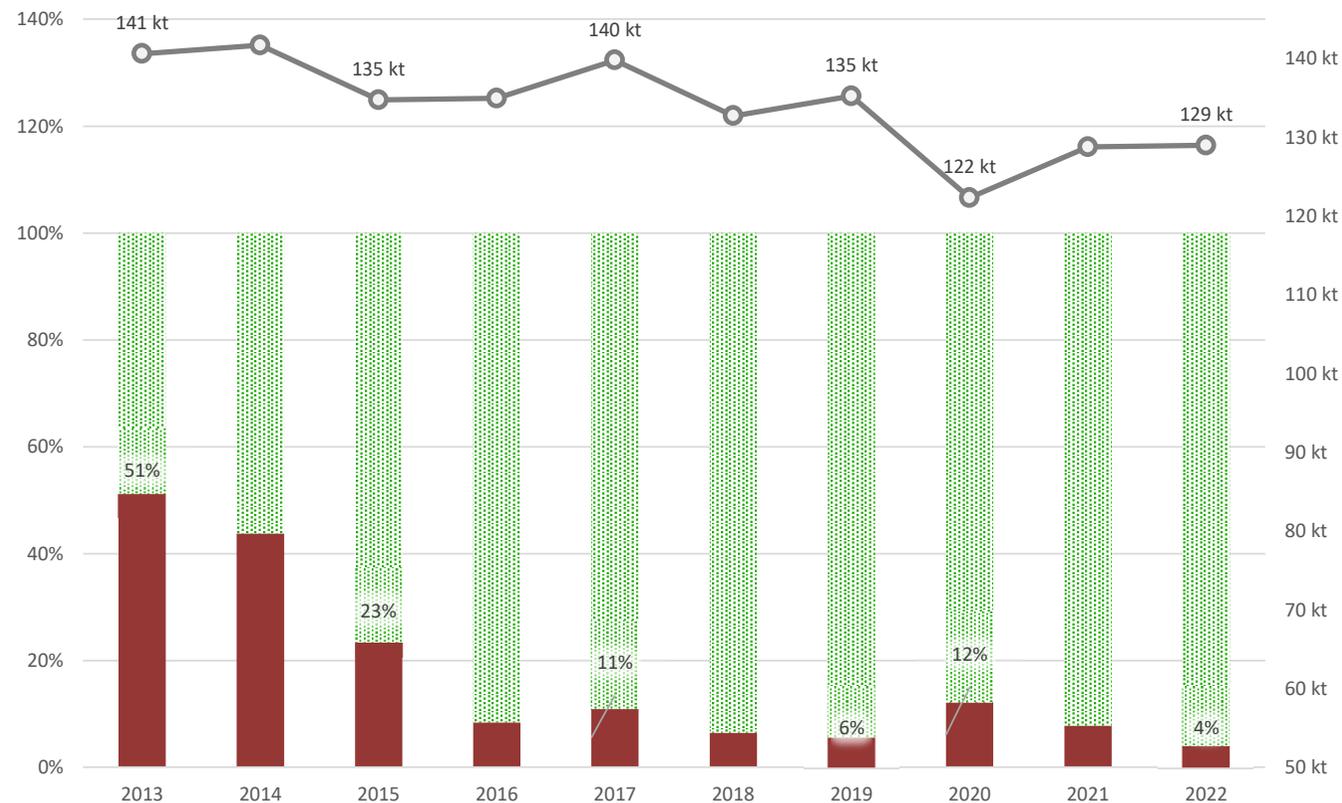
Pier Paolo Piccari Ricci

Dir. Mercato Utilities

Responsabile Valorizzazione Materie Biodegradabili

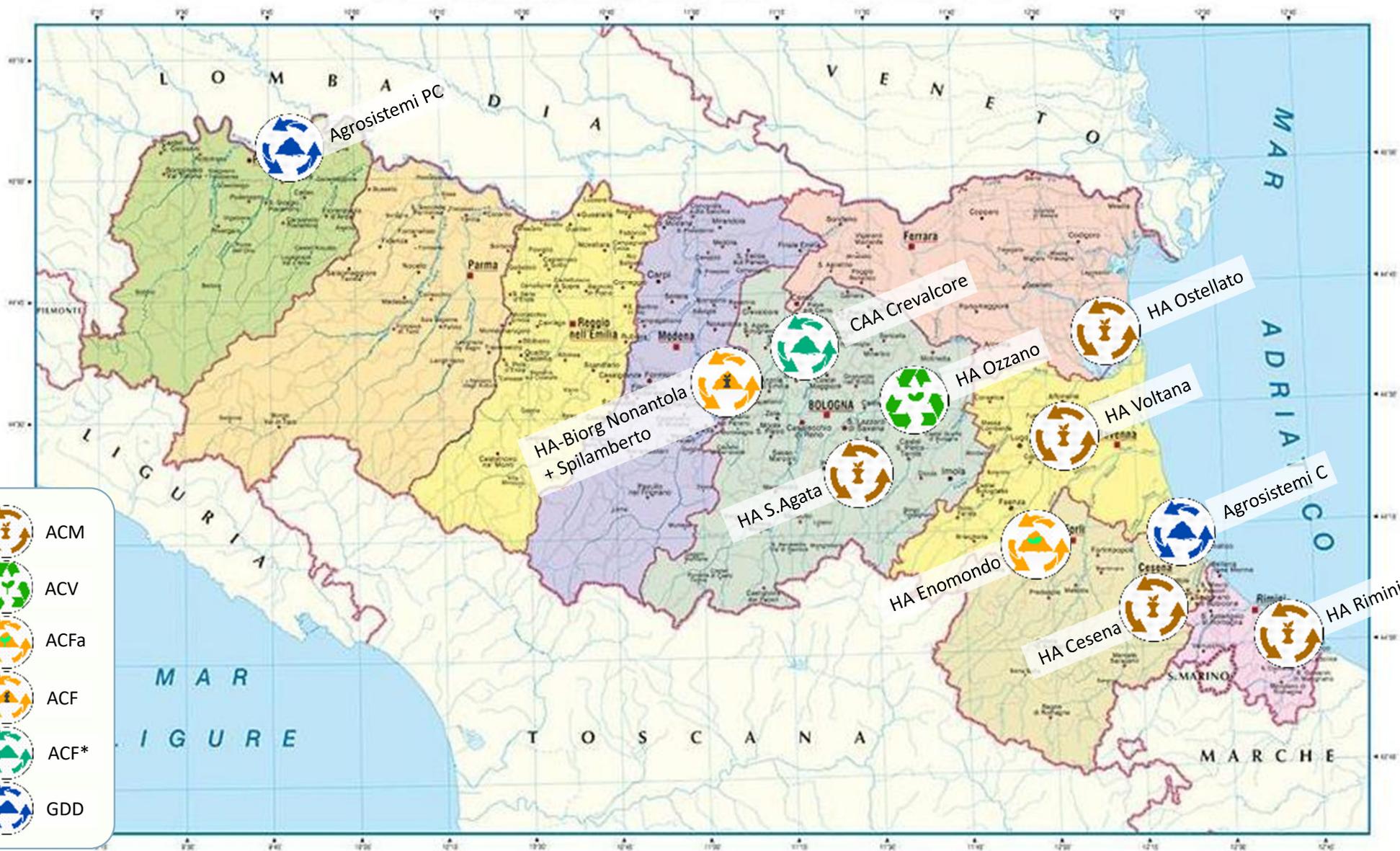
Ecomondo, Rimini Fiera, 09 novembre 2023

Obiettivo recupero fanghi biologici 100%



 *Andamento produzione annua dei depuratori Hera SpA (kt = ton/1000)*

 *Quota fanghi Dep Hera non recuperata avviata a smaltimento (%)*



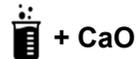
PIATTAFORMA FANGHI AGROSISTEMI

ACIDIFICAZIONE



Idrolisi ed ossidazione dei composti organici (eliminazione POPs), con conseguente fluidificazione della massa e incremento termico.

ALCALINIZZAZIONE



Neutralizzazione e precipitazione di solfato di calcio, con ulteriore incremento della temperatura con forte evaporazione ($T = 90 - 100^\circ C$).

MWO

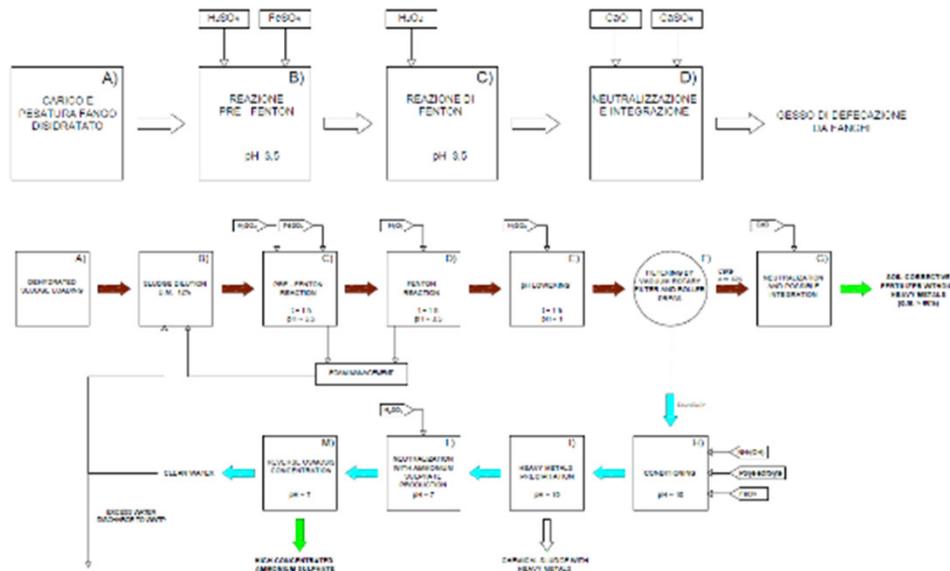
Mild Wet Oxidation

MWO - START

Technology to remove POPs and olfactory harassment from WWTP sludge and recovery organic fertilizer.

MWO - RM

Technology to remove POPs and heavy metals from WWTP sludge and recovery organic fertilizer.



Problematiche esistenti :

- **Aspetti igienico sanitari**, microbiologici e virali dei fanghi utilizzati (es: Salmonelle, E. Coli, Covid 19)
- Peggioramento qualitativo dei reflui urbani a causa dell'incremento delle concentrazioni di alcuni **inquinanti** (metalli e inq. organici)
- Rispetto dei **nuovi parametri e limiti** previsti all' art. 41 "Decreto Genova".- Legge 130/2018
- **Impatto odorigeno** causato da Composti solforati - Aldeidi, Chetoni, Alcani (Indolo e dimetilammina)

Soluzioni:

Upgrading MWO Start

- Abbattimento dei problemi igienico sanitari
- Abbattimento degli inquinanti organici (POPs)
- Abbattimento degli odori

Upgrading MWO RM (Remove Metals)

- Soluzione problematiche già in MWO Start
- Estrazione dei metalli fino a concentrazioni pari a circa 3 volte i i legge
Es: Zn da 6500 ppm a 2500 ppm (limite normativo)



PIATTAFORMA FANGHI AGROSISTEMI

ACIDIFICAZIONE



Idrolisi ed ossidazione dei composti organici (eliminazione POPs), con conseguente fluidificazione della massa e incremento termico.



ALCALINIZZAZIONE



Neutralizzazione e precipitazione di solfato di calcio, con ulteriore incremento della temperatura con forte evaporazione (T = 90 - 100°C).



MWO

Mild Wet Oxidation

GRANULAZIONE



SHIELD

Sludge Handling Improvement by Exothermic Linear Device

Asciugatura del materiale grazie alle reazioni esotermiche avvenute, con granulazione della massa.

Possibile ulteriore aumento della s.s. con essiccatoio rotativo.



Caratterizzazione Biosolfato:

Frazionamento N

N _{organico}	0,93 %
N _{ammoniacale}	0,2 %
N _{nitrico}	0,04 %
N _{totale}	1,17 %

Altri parametri

P ₂ O ₅ _{totale}	1,17 %
K ₂ O _{totale}	0,072 %
K ₂ O _{solubile}	0,03 %
CaO	> 20 %
SO ₃	> 15 %
C _{organico}	> 10 %
pH	7,5 - 8

- ✓ Fertilizzante N/P/K
- ✓ Effetto ammendante
- ✓ Correzione pH
- ✓ Dilavazione Na⁺
- ✓ Riduzione del compattamento e minore formazione di crosta superficiale
- ✓ Promuove l'attività della biomassa microbica

ATTIVITÀ SPERIMENTALE

Coltivazioni erbacee in pieno campo



Florovivaismo



Coltivazioni arboree



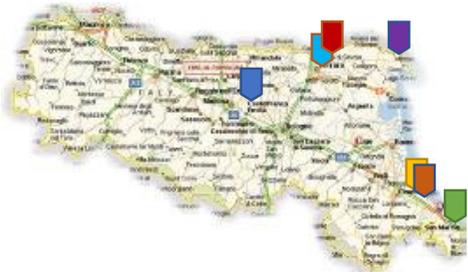
Prove in laboratorio



ATTIVITÀ SPERIMENTALE



Coltivazioni erbacee in pieno campo



-  *Frumento duro*
-  *Frumento tenero*
-  *Sorgo*
-  *Mais da granella*
-  *Cicoria da seme*
-  *Bietola da seme*



Coltivazioni arboree



-  **Tre varietà** in aziende rappresentative:
William, Abate e Santa Maria
-  Vigneto S. Giovese **piantumato ai fini sperimentali**
-  **Tre varietà** in aziende rappresentative:
Alma 2, Big Top, Carene
-  **Una varietà** in *azienda specializzata*



Florovivaismo

Coltivazione in vaso

-  *Osmanthus fragrans*
-  *Photinia fraserii*
-  *Prunus lusitanica*
-  *Viburnum tinus*
-  *Impatiens walleriana*
-  *Pelargonium zonale*

Pacciamatura in cassoni (Rosa «Knock Out»)



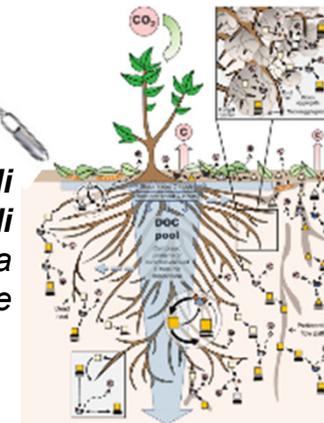
Biosolids

Vs



Prove in laboratorio

Caratterizzazione
di base continua
dei **suoli**
e dei **biosolidi**
sottoposti a
sperimentazione



Studio delle
proprietà
biofunzionali del
suolo

ATTIVITÀ SPERIMENTALE



Coltivazioni erbacee in pieno campo

- > 4.200 analisi suolo
 - > 1.500 rilievi morfo-fenologici
 - > 350 analisi sulle produzioni agricole
- Da 2 a 8 anni di attività continuativa sugli stessi campi sperimentali
- + immagini satellitari multispettrali ad elevata risoluzione



Coltivazioni arboree

- > 1.800 rilievi morfo-fenologici
 - > 80 analisi sulle produzioni frutticole
- 1 Vigneto piantumato ai fini sperimentali



Florovivaismo

- 1.706 piante coltivate
- 21.300 rilievi morfo-fenologici
- 760.920 rilievi da sonde di temperatura, di contenuto idrico del suolo e sonde meteo



Prove in laboratorio

- 820 analisi sui biosolidi utilizzati
- > 5.000 analisi suolo
- > 300 analisi su campioni di suolo ammendati in vitro

ATTIVITÀ SPERIMENTALE



Coltivazioni erbacee in pieno campo

- **produzioni** agricole **ottimali** (qualità e quantità)
- Tutte le **somministrazioni integrate** di fertilizzanti organici da fanghi si sono dimostrate **più efficaci** della sola fertilizzazione minerale (riscontro dal monitoraggio della Clorofilla e dalla produzione per pianta)
- Somministrazione di 60-70 % di fertilizzanti organici + 40-30% di fertilizzanti minerali è la più efficace e rispondente ai fabbisogni delle colture



Coltivazioni arboree

- **GDD** (dose calcolata con efficienza ufficiale 0,4): eccesso di N rilevato nei campioni di prodotto. Occorre **calibrare il dosaggio**
- **ACF** (dose calcolata con efficienza ufficiale pari a 0.4): disponibilità di N minerale allineata al controllo e alla tesi minerale con alcune eccezioni. Occorre **calibrare il dosaggio**
- **ACM** (dose calcolata con efficienza ufficiale pari a 0.2): **disponibilità di N minerale allineata** al controllo e alla tesi minerale
- L'andamento della **disponibilità di N minerale** è **regolato** soprattutto **dalle condizioni climatiche** e non dai trattamenti
- **Non** è stato riscontrato un **effetto** diretto **dose**



Florovivaismo

- **Sensibilità specifica:** interazioni significative substrato-specie con risposte anche molto diversificate
- **Non** si sono riscontrati **effetti di fitotossicità** se non nel caso di 1 specie (Osmanthus fr.)
- ACM-ACF-GDD **validi sostitutivi della torba** fino al 50%
- **Miglioramento** rispetto al controllo dei **parametri morfologici** rilevati grazie anche al potere nutrizionale intrinseco. Migliori risultati con ACF e GDD
- **Pacciamatura** con fertilizzanti organici da rifiuti: **riduzione delle T. max** di 2.5° e **dell'escursione** termica da 2° a 0.5°



Prove in laboratorio

- L'utilizzo di **ACF, ACM e GDD** determina un **aumento** significativo della **biomassa microbica** del suolo
- Il monitoraggio delle forme di azoto nel suolo e nei campioni fogliari dimostra che **i dosaggi calcolati secondo l'efficienza ufficiale non corrispondono a quanto osservato:** ACF e GDD sono sottostimati e ACM sovrastimato. Ciò ha condizionato i risultati dei primi anni.
- Le tesi **controllo e minerale** determinano **incremento di attività** enzimatiche legate al **ciclo del carbonio** (+ β -glucosidasi = fame di carbonio)
- In assenza di concimi minerali aumentano le fosfatasi. P fattore limitante la crescita microbica.
- La **Massa Microbica** è il **pool organico più dinamico** e sensibile rispetto alle pratiche Agronomiche e ai fattori ambientali

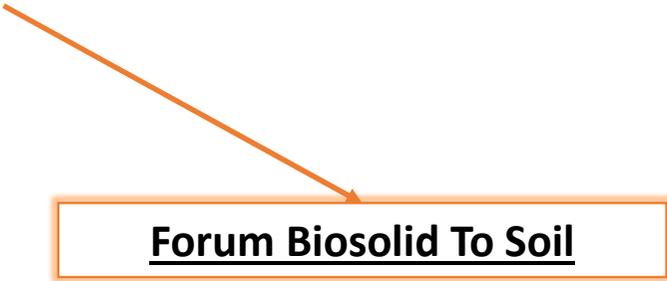
CONCLUSIONI

I risultati di questa ricerca condotta dal 2007 ed ancora oggi in corso, supportata dalla mole di dati scientifici anche di numerose ricerche condotte dal CIC e aziende di settore, consentono di affermare sulla base delle conoscenze attuali che:

**I fertilizzanti organici contenuti da fanghi di depurazione
possono essere utilizzati a pieno titolo nei piani di fertilizzazione**

Il settore richiede comunque:

- Un **lavoro continuo** nella ricerca e sperimentazione agronomica
- **Interlocuzione** con le istituzioni per una normativa di settore aggiornata/adequata/aggiornabile
- Piani di comunicazione per informare e formare **conoscenze scientifiche**
- **Contrastare ogni speculazione** alimentata da interessi particolari
- **Coalizzare i portatori di interesse** e di competenze scientifiche



Forum Biosolid To Soil

ATTIVITÀ SPERIMENTALE



ALMA MATER STUDIORUM - Università di Bologna
Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari

Responsabili scientifici:

Claudio Ciavatta, Claudio Marzadori, Guido Baldoni,
Maria Eva Giorgioni, Moreno Toselli, Marco Grigatti

Collaboratori:

Luciano Cavani, Paola Gioacchini, Luigi Sciubba, Loretta
Triberti, Daniela Montecchio, Marco Bortolotti, Andrea Simoni



FONDAZIONE
PER L'AGRICOLTURA
FRATELLI NAVARRA

Responsabili scientifici:

Luigi Fenati, Marco Rivaroli

Collaboratori:

Luca Davì

A red tractor is driving through a vineyard. The vines are covered with a white plastic sheet, and the tractor is moving along a path between the rows. The scene is captured from a low angle, looking down the length of the vineyard.

Grazie per l'attenzione

Pier Paolo Piccari Ricci

Via Consolare per San Marino 80 | 47924 RIMINI

pierpaolo.piccari@gruppohera.it

Bibliografia 1/4

- Baldi E., Polidori G., Germani M., Larocca G.N., Mazzon M., Allegro G., Pastore C., Quartieri M., Marzadori C., Filipetti I., Ciavatta C., Toselli M. (2022). Fertilizer Potential of Organic-Based Soil Amendments on cv. Sangiovese (V. vinifera L.) Vines: Preliminary Results. *Agronomy* 2022(12), 1604. <https://doi.org/10.3390/agronomy12071604>
- Beggio G., Bonato T., Schievano A., Garbo F., Ciavatta C., Pivato A. (2021). Agricultural application of digestates derived from agricultural and municipal organic wastes: A health risk-assessment for heavy metals. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 1-11. <http://doi.org/10.1080/10934529.2021.2002628>
- Ciavatta C., Cavani L., Sciubba L., Marzadori C. (2012). The use of soil organic amendments: an old practice in a changing world. EGU General assembly Conference Abstracts.
- Ciavatta C., Celi L., Trevisan M. (2022). Fanghi di depurazione, Parte II, Cap. 3. In. *Biomasse in Agricoltura: Caratterizzazione e utilizzo sostenibile*. (a cura di C. Ciavatta, G. Gigliotti, T. Miano, F. Tambone, C. Zaccone). Pàtron Editore Bologna, pp. 61-100.
- Ciavatta C., Centemero M., Toselli M., Zaccone C., Senesi N. (2022). Compost Production, Analysis and Applications in Agriculture. Chapter 13. In: *Multi-scale Biogeochemical Processes in Soil Ecosystems: Critical Reactions and Resilience to Climate Changes*. (Yang Y., Keiluweit M., Senesi N., Xing B.). Part IV - Mitigation of Greenhouse Gas Emission and Improvement of Ecosystem Resilience. Wiley - IUPAC Series on Biophysico-Chemical Processes in Environmental Systems, Volume 5. Pag. 297-321.
- Ciavatta C., Marzadori M. (2022). Corpo normativo di riferimento, Parte I, Cap. 1. In. *Biomasse in Agricoltura: Caratterizzazione e utilizzo sostenibile*. (a cura di C. Ciavatta, G. Gigliotti, T. Miano, F. Tambone, C. Zaccone). Pàtron Editore Bologna, pp. 25-44.
- Ciavatta C., Sciubba L., Cavani L., Marzadori C. (2012). Utilizzo di fanghi civili in agricoltura e funzionalità dei suoli” nell’ambito della conferenza Valorizzazione dei fanghi di depurazione in agricoltura (Morselli L., a cura di). *Ecomondo 2012 - Le Vie dello Sviluppo Attraverso la Green Economy: La Ricerca, gli Strumenti, la Gestione Industriale*. Rimini, 09-11 Novembre 2012. pp. 1060-1065. Maggioli Editore, Rimini. ISBN: 978-88-387-7708-X.
- Ciavatta C., Toselli M. (2015). Benefits of compost use in agriculture. *Circular Economy Conference*. Nov. 3rd, 2015 - Conference Center Brdo Pri Kranju, Slovenia. Oral Presentation.
- Grigatti M., Barbanti L., Muhammad Umair Hassan, Ciavatta C. (2020). Fertilizing potential and CO2 emissions following the utilization of fresh and composted food-waste anaerobic digestates. *Science of the Total Environment* 698:134198. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134198>
- Grigatti M., Boanini E., Bolzonella D., Sciubba L., Mancarella S., Ciavatta C., Marzadori C. (2019). Organic wastes as alternative sources of phosphorus for plant nutrition in a calcareous soil. *Waste Management* 93:34-46. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.05.028>
- Grigatti M., Boanini E., Cavani E., Ciavatta C., Marzadori C. (2014). Compost from anaerobic digestates: available phosphorus in soil and ryegrass utilization efficiency. *Phosphorus in Soils and Plants, 5th International Symposium*, 26-29 August, 2014, Le Corum, Montpellier (F).
- Grigatti M., Boanini E., Cavani L., Ciavatta C., Marzadori C. (2015). Phosphorus in digestates-based compost: chemical speciation and plant-availability. *Waste and Biomass Valorization*. 6(4):481-493. <https://doi.org/10.1007/s12649-015-9383-2>
- Grigatti M., Boanini E., Di Biase G., Marzadori C., Ciavatta C. (2017). Effect of iron sulphate on the phosphorus speciation from agro-industrial sludge based and sewage sludge-based compost. *Waste Management* 89:353-359. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2017.08.029>
- Grigatti M., Cavani L., C. Marzadori, Ciavatta C. (2014). Recycling of dry-batch digestate as amendment; soil C and N dynamics and ryegrass nitrogen utilization efficiency. *Waste and Biomass Valorization* 5:823-833. <https://doi.org/10.1007/s12649-014-9302-y>

Bibliografia 2/4

Grigatti M., Cavani L., Ciavatta C. (2011). The evaluation of stability during the composting of different starting materials: comparison of chemical and biological parameters. *Chemosphere* 83(1): 41-48. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.01.010> - PubMedID:21277001

Grigatti M., Cavani L., Ciavatta C., Marzadori C. (2016). Extractability of inorganic phosphorus during the composting of agro-industrial waste and sewage sludge. 10th International Conference ORBIT 2016 "Circular Economy and Organic Waste. Book of abstract pp. 128, May 25-28, 2016 in Heraklio, Crete, Greece.

Grigatti M., Cavani L., Mancarella S., Sciubba L., Ciavatta C., Marzadori C. (2016). Factors affecting the water extractable phosphorus from compost. 4th International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Limassol, 23–25 June 2016.

Grigatti M., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2015). Phosphorus availability from raw and composted anaerobic digestate. XVI Edizione della conferenza nazionale di compostaggio e digestione anaerobica. ECOMONDO 2014 – Rimini (5-8 Novembre, 2015).

Grigatti M., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2015). Valutazione del fosforo estraibile in acqua da compost. In Atti dei convegni: XXXIII Convegno Nazionale della Società di Chimica Agraria. Bologna 16-18 Settembre 2015.

Grigatti M., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2015). Valutazione del fosforo estraibile in acqua da compost. In XXXIII Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria - SICA Il contributo della Chimica Agraria per un'agricoltura sostenibile e per la sicurezza alimentare". Bologna 16-18 settembre, 2015.

Grigatti M., Cavani L., Marzadori C., Desiante A., Ciavatta C. (2015). Il compost come fonte di fosforo potenzialmente disponibile per la nutrizione vegetale. XVII Edizione della Conferenza Nazionale sul Compostaggio e Digestione Anaerobica. ECOMONDO 2015 – Rimini (8-11 Novembre, 2015).

Grigatti M., Ciavatta C. (2021). Studio dell'impiego agronomico di ammendanti compostati di diversa origine. Sessione Tecnica della XXIII Conferenza Nazionale su Compostaggio e Digestione Anaerobica. XXIV ECOMONDO – Rimini (26-29 Ottobre, 2021).

Grigatti M., Ciavatta C., Marzadori C. (2017). La frazione organica dei rifiuti solidi urbani come fonte potenziale di fosforo in agricoltura. In XXXV Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria - SICA La ricerca in Chimica Agraria: Integrazione dei Sistemi Suolo, Acqua, Ambiente". Udine, 11-13 ottobre, 2017, p. 16.

Grigatti M., Ciavatta C., Marzadori C. (2023). The fate of organic carbon from compost: a pot test study via carbon and ^{13}C natural abundance. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. submitted

Grigatti M., Degli Innocenti M., Confalonieri A., Ciavatta C., Marzadori C. (2017). Gestione della frazione organica dei rifiuti solidi urbani tramite digestione anaerobica e compostaggio: l'effetto sulla disponibilità del fosforo. In *Green and Circular Economy: Ricerca, Innovazione e Nuove Opportunità*. Ecomondo, Rimini 7-10 novembre 2017. Maggioli Editore, pag. 223-228.

Grigatti M., Degli Innocenti M., Confalonieri A., Ciavatta C., Marzadori C. (2017). Gestione della frazione organica dei rifiuti solidi urbani tramite digestione anaerobica e compostaggio: l'effetto sulla disponibilità del fosforo. XIX Edizione della Conferenza Nazionale sul Compostaggio e Digestione Anaerobica- Sessione Tecnica "Il Biorifiuto". ECOMONDO 2017 – Rimini (7-10 Novembre, 2017).

Grigatti M., Di Biase G., Cavani L., Ciavatta C. (2019). Current and residual phosphorous availability from compost in a ryegrass pot test. *Science of the Total Environment* 677:250-262. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.439>

Grigatti M., Di Biase G., Margon A., Ciavatta C. (2018). Efficienza d'uso del P nel medio-lungo periodo in seguito all'impiego di compost. In *Green and Circular Economy: Ricerca, Innovazione e Nuove Opportunità*. Ecomondo, Rimini 6-9 novembre 2018. Maggioli Editore, pag. 111-117.

Grigatti M., Gioacchini P., Cavani L., Ciavatta C. (2020). Abbondanza naturale di ^{15}N e ^{13}C nella valutazione dell'uso dell'azoto e della conservazione del carbonio da compost nel suolo. In XXXVIII Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria - SICA La ricerca in Chimica Agraria: Integrazione dei Sistemi Suolo, Acqua, Ambiente". Piacenza, 7-8 settembre, 2020, p. 00. **GRUPPOHERA**

Bibliografia 3/4

Grigatti M., Giorgioni M.E., Grandi F., Simoni A., Ciavatta C. (2012). Effetti di substrati a base di compost di diversa origine sulla coltivazione e lo stato nutrizionale di Poinsettia. In XIV Edizione della Conferenza Nazionale sul Compostaggio e la Digestione Anaerobica (Morselli L., a cura di). Ecomondo 2012 - Le Vie dello Sviluppo Attraverso la Green Economy: La Ricerca, gli Strumenti, la Gestione Industriale. Rimini, 09-11 Novembre 2012. pp. 677-682. Maggioli Editore, Rimini. ISBN: 978-88-387-7708-X.

Grigatti M., Giorgioni M.E., Pilotti S., Ciavatta C. (2012). Stability, nitrogen mineralization capacity and agronomic value of compost-based growing media for lettuce cultivation. *J. Plant Nutr.* 35: 704-725. <https://doi.org/10.1080/01904167.2012.653075>

Grigatti M., Petroli A., Ciavatta C. (2023). Plant phosphorus efficiency from raw and composted agro- and bio-waste anaerobic digestates. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. OA. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01274-8>

Leita L., Valentini M., Ciavatta C., Sequi P. (2013). Many-sided reasons for recycling organic-based wastes in agriculture (poster). BCD - International Conference Biochars, Composts, and Digestates. Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact. October 17 to 20, 2013 - Bari (Italy). PS3a.37. page 184 book abstracts volume.

M. Grigatti, Cavani L., Mancarella S., Sciubba L., Ciavatta C., Marzadori C. (2016). Factors affecting the water extractable phosphorus from compost. CYPRUS 2016, 4th International Conference on Sustainable Solid Waste Management (<http://www.cyprus2016.uest.gr>). Cyprus 23-25 June 2016

Mancarella S., Sciubba L., Grigatti M., Bolzonella M., Cavani L., Ciavatta C., Marzadori C. (2016). Disponibilità ed assimilazione del fosforo nel sistema suolo-pianta in seguito al trattamento con prodotti organici di riciclo. In XXXIV Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria - SICA Ambiente e sostenibilità: il ruolo della Chimica Agraria dalla ricerca alla realtà produttiva". Perugia, 5-7 ottobre, 2016, p. 43.

Mazzon M., Cavani L., Ciavatta C., Campanelli G., Burgio G., Marzadori C. (2021). Conventional versus two different organic managements: application of simple and complex indexes to assess the soil quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 322, 107673. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107673>

Pivato A., Beggio G., Bonato T., Butti L., Cavani L., Ciavatta C., Di Maria F., Ferrara R., Grenni P., Johansson O., Maggi L., Mazzi A., Peng W., Peres F., Pettersson M., Schievano A., Varghese G. (2022). The role of the precautionary principle in the agricultural reuse of sewage sludge from urban wastewater treatment plants. *Detritus* 19-2022: V-XII. <https://digital.detritusjournal.com/articles/environmental-forensic/1481> - <https://doi.org/10.31025/2611-4135/2022.15202>

Plaza C., Gollany H.T., Baldoni G., Polo A., Ciavatta C. (2012). Predicting long-term organic carbon dynamics in organically-amended soils using the CQESTR model. *J. Soils Sedim.* 12: 486-493. <https://doi.org/10.1007/s11368-012-0477-1>

Salinitro M., Montanari S., Simoni A., Ciavatta C., Tassoni A. (2021). Phytoremediation potential of crop plants cultivated on sewage sludge: a preliminary study. *Agronomy* 11(12), 2456; <https://doi.org/10.3390/agronomy11122456>

Salinitro M., Montanari S., Simoni A., Ciavatta C., Tassoni A. (2022). Phytoextraction of As, Ni, Se and Zn from sewage sludge: from laboratory to pilot scale. *Plant Soil* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11104-022-05630-y>

Sciubba L., Cavani L., Ciavatta C., Marzadori C. (2013). Impatto di biosolidi derivanti da fanghi civili di depurazione sulla fertilità del suolo. In Atti XXXI Convegno Nazionale della Società Italiana di Chimica Agraria (Adamo P. et al., a cura di). Napoli, 16-17 settembre 2013, vol. 1, pp. 72.

Sciubba L., Cavani L., Grigatti M., Ciavatta C., Marzadori C. (2015). Relationships between stability, maturity, water extractable organic matter of municipal sewage sludge composts and soil functionality. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22(17):13393-13403. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4611-7>

Bibliografia 4/4

- Sciubba L., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2013). Characterization and agricultural utilization of a biosolid from chemical stabilization of municipal sewage sludge. *Environ. Engineer. Manag. J.* November 2013, Vol. 12, No. S11, Supplement, 15-18, <http://omicron.ch.tuiasi.ro/EEMJ/>
- Sciubba L., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2011). Valorizzazione agronomica di biosolidi derivanti da fanghi civili di depurazione. In *Atti XXIX Convegno nazionale della Società Italiana di Chimica Agraria - Relazione suolo pianta e qualità delle produzioni* (Lattanzio V., Zaccone C., a cura di). Foggia (IT), 21-23 settembre 2011. vol. 1, pp. 72.
- Sciubba L., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2012). Agricultural utilization of municipal sewage sludge composted with rice husk. *Proceedings of ISWA 2012 (International Solid Waste Association) Congress*. Firenze, 15-17 September 2012. (Oral)
- Sciubba L., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2013). Characterization and utilization of a biosolid from chemical stabilization of municipal sewage sludge. In *XV Edizione della Conferenza Nazionale sul Compostaggio e la Digestione Anaerobica* (Morselli L., a cura di). *Ecomondo 2012 - Le Vie dello Sviluppo Attraverso la Green Economy: La Ricerca, gli Strumenti, la Gestione Industriale*. Rimini, 09-11 Novembre 2012. pp. 677-682. Maggioli Editore, Rimini. ISBN: 978-88-387-7708-X.
- Sciubba L., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2013). Effect of biosolids from municipal sewage sludge composted with rice husk on soil functionality. *Biol. Fert. Soils* 49: 597-608. <https://doi.org/10.1007/s00374-012-0748-4>
- Sciubba L., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2013). Impact of compost from municipal sewage sludge and rice husk on soil fertility (oral). *BCD - International Conference Biochars, Composts, and Digestates. Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact*. October 17 to 20, 2013 - Bari (Italy). S3.2.07, page 40 book abstracts volume.
- Sciubba L., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2015). Distribuzione, adsorbimento e desorbimento del fosforo in suoli concimati con biosolidi derivanti da fanghi di depurazione. In *XXXIII Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria - SICA Il contributo della Chimica Agraria per un'agricoltura sostenibile e per la sicurezza alimentare*. Bologna 16-18 settembre, 2015.
- Sciubba L., Cavani L., Negroni A., Zanolli G., Fava F., Ciavatta C., Marzadori C. (2014). Changes in the functional properties of a sandy loam soil amended with biosolids at different application rates. *Geoderma* 221-222:40-49. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2014.01.018>
- Sciubba L., Cavani L., Piccari Ricci P.P., Marzadori C., Ciavatta C. (2015). Valorizzazione agronomica di fanghi urbani di depurazione. Conferenza "La ricerca applicata nel campo della valorizzazione dei rifiuti ed i sistemi di gestione integrata, alla luce degli obiettivi strategici europei" presso *Ecomondo 2015*. Rimini, 3-6 nov. 2015.
- Sciubba L., Fossi M., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2011). Effetto di ammendanti compostati misti a base di fanghi civili sulla fertilità del suolo. In *Atti Ecomondo 2011 - XIII conferenza nazionale sul compostaggio e digestione anaerobica - Industrial Ecology. I principi, le applicazioni a supporto della Green Economy* (Morselli L., a cura di). Rimini. 9-12 Novembre 2011. vol. 1, pp. 1030-1035. ISBN: 8838769869. Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna (RN).
- Sciubba L., Grigatti M., Mancarella S., Prosdocimi Gianquinto G., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2016). Phosphorous solubilization from urban sewage sludge through enzymatic hydrolysis. *10th International Conference ORBIT 2016 "Circular Economy and Organic Waste. Book of abstract pp. 115, May 25-28, 2016 in Heraklio, Crete, Greece.*
- Sciubba L., Mancarella S., Prosdocimi Gianquinto G., Grigatti M., Cavani L., Marzadori C., Ciavatta C. (2016). Recupero di fosforo da fanghi urbani di depurazione. In *XXXIV Convegno Nazionale Società Italiana di Chimica Agraria - SICA Ambiente e sostenibilità: il ruolo della Chimica Agraria dalla ricerca alla realtà produttiva*. Perugia, 5-7 ottobre, 2016, p. 50.