

Convegno:

Salute del suolo.
Il ruolo degli inoculi microbici

5 dicembre 2023

Relatori

Sofia Mannelli (coordinatrice), Edoardo Costantini, Debora Fino,
Annalaura Vannuccini, Beppe Croce (coordinatore),
Maria Maddalena Del Gallo, Stefano Mocali, Lorenzo D'Avino,
Manuela Giovannetti, Renato Ferretti, Vincenzo Michele Sellitto,
Annamaria Bevivino, Duccio Cavalieri, Alessio Mengoni

Sintesi

Il Convegno, organizzato in collaborazione con Chimica Verde Bionet, nella giornata mondiale del suolo, ha illustrato le opportunità offerte dall'impiego degli inoculi microbici.

Le comunità microbiche infatti, hanno un ruolo fondamentale nella rigenerazione del suolo e di conseguenza sul benessere delle piante, degli animali terrestri e degli uomini: regolano la biodisponibilità degli elementi nutritivi, i processi idrologici, gli scambi gassosi e il sequestro del carbonio; favoriscono il controllo dei patogeni e il mantenimento della struttura del suolo; aiutano a ristabilire questa ricchezza di funzioni nei suoli agricoli, spesso depauperati da decenni di pratiche agricole intensive.

EDOARDO A.C. COSTANTINI¹

La salute del suolo

¹ Accademia dei Georgofili, Presidente della Unione Internazionale delle Scienze del Suolo

Il concetto di salute del suolo è emerso agli inizi degli anni 2000 come evoluzione del concetto di qualità del suolo. Storicamente, il termine “qualità del suolo” è stato utilizzato sia al singolare – “la qualità del suolo” –, sia al plurale – “le qualità del suolo” –, differenziandosi dal concetto di “fertilità del suolo”, da sempre utilizzato per descrivere la capacità del suolo di fornire acqua e sostanze nutritive alle piante e più in generale un ambiente favorevole alla produzione di biomassa agricola e forestale. Il concetto di salute del suolo si è affermato man mano che si sono sviluppati l'interesse e le conoscenze sulle relazioni tra la biologia del suolo e le sue funzionalità. Il concetto di salute del

suolo, infatti, enfatizza le analogie tra l'ecosistema fisico-biologico del suolo e gli organismi viventi.

La salute del suolo è stata definita in vario modo. L'Unione Europea, nella recente Proposta di Direttiva del Parlamento Europeo del 2023, relativa al monitoraggio e alla resilienza del suolo, la definisce come «la condizione fisica, chimica e biologica del suolo che determina la sua capacità di funzionare come un sistema vitale e di fornire servizi ecosistemici». La Commissione Europea ha definito sette funzioni del suolo che fanno riferimento ai servizi ecosistemici di approvvigionamento, regolazione e supporto: (i) produzione di cibo e biomassa, (ii) stoccaggio, filtraggio e trasformazione di numerose sostanze, incluso acqua, nutrienti e carbonio, (iii) habitat per creature viventi e pool genetico, (iv) ambiente fisico e culturale, (v) fonte di materie prime, (vi) pool di carbonio e (vii) archivio del patrimonio geologico e archeologico.

Sempre l'Unione Europea, nella Proposta di Direttiva del 2023, stabilisce misure relative al monitoraggio e valutazione della salute del suolo, alla gestione sostenibile del suolo, all'inventario e recupero dei siti contaminati. L'attività di monitoraggio si basa su descrittori e criteri di salute del suolo. Un suolo viene considerato sano quando i valori di tutti i descrittori del suolo soddisfano i criteri stabiliti.

Nel presente intervento vengono riassunte e commentate le attività che gli Stati membri dovranno svolgere per realizzare la direttiva.

The concept of soil health emerged in the early 2000s as an evolution of the soil quality concept. Historically, the term "soil quality" has been used both in the singular, "soil quality," and in the plural, "soil qualities," differentiating it from the concept of "soil fertility," which has always been used to describe the soil's ability to provide water and nutrients to plants and, more generally, a favorable environment for the production of agricultural and forestry biomass. The concept of soil health has increasingly gained prominence as interest and knowledge about the relationships between soil biology and its functionalities have developed. Indeed, the concept of soil health emphasizes the analogies between the physical-biological ecosystem of the soil and living organisms.

Soil health has been defined in various ways. The European Union, in the recent Proposal for a Directive of the European Parliament in 2023 concerning soil monitoring and resilience, defines it as «the physical, chemical, and biological condition of the soil that determines its ability to function as a vital system and provide ecosystem services». The European Commission has defined seven soil functions that refer to provisioning, regulation, and support ecosystem services:

(i) food and biomass production, (ii) storage, filtering, and transformation of many substances, including water, nutrients and carbon, (iii) habitat for living creatures and genetic pool, (iv) physical and cultural environment, (v) source of raw materials, (vi) carbon pool, and (vii) archive of geological and archaeological heritage.

The European Union, in the 2023 Directive Proposal, establishes measures related to soil health monitoring and assessment, sustainable soil management, and the inventory and recovery of contaminated sites. Monitoring activities are based on soil health descriptors and criteria. Soil is considered healthy when the values of all soil descriptors meet the established criteria.

This lecture summarizes and comments on the activities that Member States will need to undertake to implement the directive.

ANNALAURA VANNUCCINI¹

Progetto HuMUS – Healthy Municipal Soils: modelli di governance locale partecipata per la salute del suolo

¹ ANCI Toscana

La vita sulla Terra dipende dai suoli sani, ma il suolo è una risorsa scarsa, minacciata e non rinnovabile. Circa il 60% dei suoli europei non è in salute a causa delle attuali pratiche di gestione, dell'inquinamento, dell'urbanizzazione e degli effetti dei cambiamenti climatici.

La missione dell'UE "Un patto per il suolo d'Europa" (Soil Mission), mira a guidare la transizione verso suoli sani attraverso una gestione sostenibile di tale risorsa entro il 2030. Ciò richiede la conoscenza e la consapevolezza dell'importanza e del valore della salute del suolo, delle sue sfide e dei fattori trainanti in tutta Europa.

In questo contesto, l'obiettivo principale del progetto HuMUS è quello di facilitare la diffusione della Missione Suolo in regioni e comuni europei, attraverso:

- la creazione e la sperimentazione di spazi di dialogo sociale sulla salute del suolo tra gli attori pubblici e privati, cittadini inclusi;
- la promozione di una comprensione condivisa e di esercizi di co-valutazione delle sfide del suolo (dimensioni biofisiche e socio-economiche);
- la condivisione delle conoscenze tra comuni e regioni.

Regioni e comuni avranno la possibilità di riflettere, deliberare e proporre soluzioni adeguate e realistiche insieme ai cittadini e agli stakeholder locali nei 13 progetti pilota di HuMUS stabiliti in 8 Paesi UE. HuMUS creerà e gestirà

opportunità di collaborazione e spazi di dialogo tra gli stakeholder della Quadruplice Elica, anche attraverso un bando europeo che finanzierà almeno 20 progetti pilota per la co-creazione di soluzioni volte a proteggere e ripristinare la salute del suolo (scadenza bando: 29.02.2024).

Il più importante risultato atteso del progetto è la realizzazione di 33 accordi di gestione territoriale sulla salute del suolo, co-creati dagli stakeholder locali della quadruplice elica appartenenti ai 13 progetti pilota e ai 20 nuovi progetti finanziati dal bando HuMUS.

Life on Earth depends on healthy soils, but soils are a scarce, threatened and non-renewable resource. About 60% of soils in Europe are considered to be unhealthy due to current management practices, pollution, urbanisation and the effects of climate change.

The EU Mission 'A Soil Deal for Europe' (Soil Mission) aims to lead the transition to healthy soils via sustainable soil management by 2030. This requires knowledge and awareness of the importance and value of soil health and its challenges and drivers across Europe.

Within this context, HuMUS project main aim is to facilitate the deployment of the Soil Mission across regions and municipalities, through:

- the creation and experimentation of spaces for social dialogue on soil health among public and private actors, citizen included;*
- the promotion of a shared understanding and co-assessment exercises of soil challenges (biophysical and socio-economic dimensions);*
- the enhancement of knowledge sharing among municipalities and regions.*

Regions and municipalities will be empowered to reflect, deliberate and propose appropriate and realistic solutions together with citizens and stakeholders in the 13 project pilots established in 8 EU countries. HuMUS will also create and manage collaboration opportunities and spaces of dialogue between Quadruple Helix stakeholders, through the launch of an EU-wide Open Call aiming to provide funding to at least 20 pilot projects to co-create solutions for the protection and restoration of soil health (Call deadline: 29 February 2024).

The most important expected outcome of the project is the delivering of 33 territorial management agreements on soil health, co-created by the quadruple helix stakeholders in the 13 pilots and 20 new funded projects of the HuMUS call.

MARIA MADDALENA DEL GALLO¹*L'impiego degli inoculi microbici in agricoltura: successi e fallimenti*¹ Università dell'Aquila

Con l'aumento della popolazione mondiale e la crescente richiesta di cibo, i suoli agrari stanno subendo una pressione sempre crescente e i metodi di conduzione intensiva dell'agricoltura si stanno rivelando molto spesso dannosi e impoverenti per il suolo. Allo stesso tempo i concimi chimici hanno costi crescenti e spesso inarrivabili per gli agricoltori, e le riserve di fosfati si stanno avvicinando all'esaurimento. I suoli, inoltre, si stanno impoverendo sempre più di sostanza organica umificata dando luogo a emissioni di CO₂ crescenti e, di conseguenza, a una crescente impossibilità a trattenere i nutrienti. L'azoto che viene dato sotto forma di concime, sta eutrofizzando le acque a livello mondiale e il fosforo viene immobilizzato nei suoli agrari, indisponibile per le piante.

Come tutti gli esseri viventi le piante hanno un loro microbiota finora trascurato e spesso ignorato che costituisce assieme all'ospite un vero e proprio ecosistema. Gli ecosistemi si basano sulla biodiversità e sul riciclo degli elementi, ed è su questo che dobbiamo lavorare per un'agricoltura sostenibile.

Molti dei microrganismi associati alle piante sono dei veri e propri probiotici vegetali. Tutte le superfici sono coperte da microrganismi, anche il loro interno, i vasi xilematici in particolare, che possono essere vagamente assimilati a un intestino vegetale. I batteri che colonizzano le radici delle piante e ne promuovono la crescita sono chiamati plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR).

Il termine PGPR è stato proposto da Kloepper et al. (1980) ed è stato usato per molto tempo, soprattutto per le *Pseudomonas* coinvolte nel controllo dei patogeni. In seguito, Kapulnik et al. (1981) hanno esteso il termine ai rizobatteri capaci di stimolare direttamente la crescita della pianta, veri e propri probiotici vegetali. I PGPR/B sono microrganismi del suolo che sono in grado di colonizzare la radice, stimolare la crescita della pianta, e aumentare i raccolti. I PGPR/B possono anche stimolare la resistenza sistemica indotta (ISR) con la quale la pianta può meglio difendersi dall'attacco dei patogeni batterici, fungini e virali. Molti PGPR penetrano all'interno della radice e quindi nella pianta e sono chiamati endofiti.

I microrganismi associati con le piante assolvono a numerose funzioni, con effetti sia diretti che indiretti. Stimolano la crescita della pianta direttamente attraverso la produzione di fitormoni, fissando l'azoto atmosferico, solubilizzando i fosfati presenti nel terreno in forma insolubile, producono siderofori

che chelano il ferro rendendolo disponibile ai soli abitanti dell'ecosistema particolare e assolvendo a molte altre funzioni utili per la pianta. Ma agiscono anche indirettamente attraverso la produzione di enzimi litici, antibiotici, CN, ACC-deaminasi, e stimolando la resistenza sistemica (ISR).

Possono, quindi, essere selezionati e utilizzati per sostituire o integrare i fertilizzanti chimici, in sostituzione dei pesticidi e per migliorare, in generale, lo sviluppo e il benessere della pianta.

Se dobbiamo considerare un campo coltivato come un ecosistema, però, dobbiamo simulare condizioni più vicino possibile alle naturali aumentandone la biodiversità e favorendo il riciclo dei nutrienti.

Ma questo non si ottiene inoculando un singolo microrganismo. Si è visto, poi, che inoculando singoli microrganismi, spesso questi non riescono a colonizzare la pianta e vengono soppiantati dalle comunità microbiche autoctone. Si è visto che inoculando consorzi selezionati di batteri, si ottengono risultati migliori e, soprattutto, più stabili.

La formulazione di un consorzio batterico, tuttavia, presenta numerose difficoltà e molta sperimentazione, inizialmente in serra, in seguito con numerose prove di campo ripetute in annualità consecutive e su differenti piante.

Teoricamente i microrganismi devono poter crescere insieme senza interazioni negative, ciascuno deve produrre qualcosa di diverso che serva di stimolo alla pianta, il consorzio deve essere più biodiversificato possibile e, come ultima cosa non facilmente ottenibile, deve poter essere prodotto industrialmente.

In pratica si selezionano singoli batteri migliori per le diverse attività di interesse, quali l' N_2 -fissazione, la produzione di auxine, la solubilizzazione dei fosfati, la produzione di antibiotici, di siderofori, ecc. Poi occorre trovare un mezzo di crescita comune, provarli assieme a due a due, a tre a tre... inocularli su pianta ed effettuare un'ulteriore selezione, provare l'inoculo su piante differenti e in diverse condizioni ambientali (suolo, clima, ecc.). Infine occorre trovare un supporto che permetta la conservazione e condurre uno *scale up* per la produzione industriale.

Nel nostro laboratorio abbiamo messo a punto un consorzio formato da quattro batteri che dopo anni di sperimentazione hanno dato risultati positivi su numerose piante quali: carota, patata, cipolla, vite, sorgo, grano, mais, canapa, spinaci, pomodoro, cece, barbabietola, tritcale, melone... Attualmente stiamo lavorando anche batteri che mostrano attività di protezione della pianta dai patogeni.

In conclusione: i microrganismi simbiotici o associati con la pianta possono e devono essere utilizzati in agricoltura, ma sono necessari altri studi per poterli utilizzare con successo. Dobbiamo ancora sviluppare ancora in molti casi metodi di inoculo affidabili e che permettano una sopravvivenza accetta-

bile dei microrganismi. Ci sono già vari prodotti sul mercato, ma, soprattutto per i batteri, non sono sempre affidabili. Spesso sono contaminate o non contengono i microrganismi citati in etichetta.

Ci sono innumerevoli pubblicazioni in circolazione sull'argomento, sono stati identificati numerosi batteri con interessanti proprietà di stimolazione e protezione della pianta, ma spesso si riferiscono a batteri attivi solo in particolari situazioni (suolo e pianta) che non funzionano in altre.

Occorre, quindi, ancora molto lavoro e sperimentazione per arrivare a prodotti affidabili e utilizzabili su vasta scala.

STEFANO MOCALI¹

Inoculi microbici e biodiversità del suolo: il progetto europeo Excalibur

¹ CREA Agricoltura e Ambiente

Gli inoculanti microbici sono ormai ampiamente accettati come potenziali alternative o supporto complementare ai fertilizzanti chimici e ai pesticidi comunemente utilizzati in agricoltura. Tuttavia, l'applicazione degli inoculanti microbici del suolo come biofertilizzanti e biopesticidi in agricoltura è ancora limitata da fattori legati alla loro formulazione, al metodo di applicazione e alla scarsa conoscenza dell'impatto e delle interazioni tra gli inoculanti microbici e i microbiomi nativi del suolo e associati alle piante ospiti. Lo scopo principale del progetto H2020 EXCALIBUR (<https://excaliburh2020.eu/it>) è pertanto quello di migliorare la conoscenza sulle dinamiche della biodiversità del suolo in relazione ai diversi fattori agroecologici, per migliorare l'efficacia delle pratiche di biocontrollo e biofertilizzazione nell'agricoltura orticola. Nuovi inoculanti microbici e bioeffettori del suolo multifunzionali (composti o sottoprodotti che migliorano direttamente o indirettamente le prestazioni delle piante) saranno testati su tre colture modello (mele, pomodori, fragole) sotto gestione convenzionale e biologica in tutta Europa. Verranno quindi presentati i principali risultati preliminari dell'efficacia di tali prodotti in condizioni di campo nell'arco di 3 anni, con un focus specifico sulla biodiversità del suolo, sulla qualità del suolo e sulla fornitura di servizi ecosistemici. Verrà infine presentato lo sviluppo di strumenti diagnostici molecolari per monitorare la persistenza dei bioinoculi e il loro impatto sulla biodiversità associata al suolo e alle piante.

Microbial inoculants are widely accepted as potential alternatives or complements to chemical fertilizers and pesticides in agriculture. However, the application of

soil microbial inoculants as biofertilizers and biopesticides in agriculture is still limited by factors related to their formulation, application methods, and the poor knowledge about the impact and interactions between microbial inoculants and native soil and plant host microbiomes.

The main purpose of the H2020 EXCALIBUR project (<https://excaliburh2020.eu/it>) is to improve the knowledge on soil biodiversity dynamics in relation to the different agroecological factors, for enhancing the efficacy of biocontrol and biofertilization practices in horticultural farming. New multifunctional soil microbial inoculants and bioeffectors (compounds or byproducts which directly or indirectly enhance plant performance) will be tested on three model crops (apple, tomato, strawberry) under conventional and organic management across Europe. Then the main preliminary results of the efficacy of such products under field conditions over 3 years will be presented, with a specific focus on soil biodiversity, soil quality and the provision of ecosystem services. Finally, the development of molecular diagnostic tools for monitoring the persistence of bioinocula and their impact on soil and plant associated biodiversity will be presented.

LORENZO D'AVINO¹, GAIA BIGIOTTI¹, FRANCESCO VITALI¹

L'impatto degli inoculi sulla fauna del suolo

¹ CREA Agricoltura e Ambiente

L'utilizzo in agricoltura di inoculi rizobatterici e fungini o loro consorzi è di estremo interesse per i sistemi colturali se consente una riduzione degli input chimici di fertilizzanti e prodotti per la protezione delle piante o aumenta la biodiversità del suolo non solo in laboratorio ma anche in pieno campo. Per questo è fondamentale individuare indici ecologici adatti a valutare lo stato di salute del suolo.

Nell'ambito del progetto H2020 Excalibur gli inoculi sono stati utilizzati con funzione biofertilizzante e/o biopesticida, come prodotti per la protezione delle piante o promotori della loro crescita. L'utilizzo di inoculi è stato testato per 3 anni su pomodoro (T), fragola (S) e mela (A), gestiti con metodo integrato (I) e biologico (O) in otto Stati europei. In questa comunicazione vengono presentati i risultati della scelta mirata a individuare i più efficaci indicatori di biodiversità relativi alla comunità degli artropodi appartenenti alla mesofauna (microartropodi) e i primi risultati sull'applicazione dell'indice prescelto dopo i 37 trattamenti su 13 siti europei, ripetuti negli anni. Si sono confrontati 6 indici di biodiversità basati su forme biologiche dei microartropodi. In totale sono state estratte dai suoli ed identificate 4678 forme biologiche in 150 campioni.

I trattamenti hanno mostrato un incremento della biodiversità del suolo nel 46% dei casi. In media i trattamenti, pur nella variabilità sitospecifica, hanno mostrato migliore successo nell'incremento di biodiversità nella gestione I rispetto a O e su A e S rispetto alla coltivazione annuale di T. L'inoculo con funghi arbuscolari micorrizici ha mostrato i migliori risultati senza il bioeffettore. Questi risultati sembrano confermare l'ipotesi che le piante, laddove hanno una maggiore disponibilità di sostanza organica, traggano minore beneficio dall'inoculo. L'utilizzo di inoculi nel suolo può avere anche altre applicazioni importanti, favorendo ad esempio la rigenerazione di un suolo viticolo tramite vermicompost o l'inoculo di teli per pacciamatura per favorirne la biodegradazione in orticoltura.

The use of rhizobacterial and fungal inoculums or their consortia in agriculture is extremely interesting for cultivation systems if it enables a reduction of chemical inputs of fertilisers and plant protection products or increases soil biodiversity, not only in the laboratory but also in the field. Identification of suitable ecological indices to assess soil health is crucial.

In the H2020 Excalibur project, inoculums were used as biofertilisers and/or biopesticides, as plant protection products or plant growth promoters. The use of inoculums was tested for 3 years on tomato (T), strawberry (S) and apple (A), managed with integrated (I) and organic (O) methods in eight European countries. In this communication we present the selection aimed at identifying the most effective biodiversity indicators for community of arthropods belonging to mesofauna (microarthropods) and the preliminary results on the application of the chosen index after 37 treatments on 13 European sites, repeated over the years. Six biodiversity indices based on microarthropod biological forms were compared. In total, 4678 biological forms were extracted from the soils and identified in 150 samples. The treatments showed an increase in microarthropod biodiversity in 46% of cases. On average, the treatments, despite the site-specific variability, showed better success in I management than in O and on A and S crop than in the annual cultivation of T. Inoculation with mycorrhizal arbuscular fungi showed the best results without the bioeffector. These results seem to confirm the hypothesis that plants, where they have a greater availability of organic matter, benefit less from inoculation. The use of inoculum may also have other important applications, e.g. promoting the regeneration of a vineyard soil by vermicomposting or the inoculation of mulching films to enhance biodegradation in horticulture.

MANUELA GIOVANNETTI¹*Inoculi microbici autoctoni e wood wide web*¹ Università di Pisa, Accademia dei Georgofili

L'intensificazione sostenibile in agricoltura comporta l'uso di pratiche capaci di stimolare i microrganismi benefici della rizosfera, che giocano un ruolo essenziale per la crescita delle piante. Tra questi, i funghi micorrizici arbuscolari (AMF), che assorbono nutrienti minerali dal suolo e li trasferiscono alla pianta attraverso un'estesa rete di ife extraradicali, chiamata *wood wide web*. L'importanza degli AMF è stata riconosciuta anche a livello politico e regolatorio in Europa, poiché sono stati classificati come prodotti biostimolanti (EU 2019/1009). Gli inoculi commerciali di AMF sono costituiti prevalentemente da poche specie generaliste, che talvolta non hanno dato risultati simili a quelli ottenuti in condizioni controllate, a causa anche della *host preference*. Per questo sarebbe necessario selezionare i ceppi più efficienti in base alla specie vegetale da inoculare, e dei più infettivi, capaci di competere con successo con i ceppi autoctoni. L'isolamento e moltiplicazione di AMF autoctoni rappresenta un approccio innovativo, che sarà affrontato nell'ambito del progetto di ricerca Europeo GOOD (AGrOecOlogy for weeDs). Il progetto valuterà l'efficacia della combinazione di *cover crops* con diverse pratiche colturali, tra cui l'uso di AMF autoctoni come mezzi di gestione agroecologica delle infestanti. I laboratori di Microbiologia Agraria dell'Università di Pisa avranno il compito di isolare gli AMF autoctoni dei suoli degli impianti sperimentali di sette Paesi europei, riprodurli e utilizzarli per incrementare la performance delle *cover crops*, potenziando la loro abilità competitiva contro le infestanti. Le coltivazioni principali su cui avverrà l'inoculo sono grano, riso, mais, soia e piante arboree da frutto come vite, melo, olivo e agrumi. In sintesi, il progetto GOOD mira a accelerare la transizione verso agroecosistemi sostenibili, resilienti, produttivi, sani e a basso impatto climatico.

Sustainable intensification in agriculture entails the use of techniques able to stimulate rhizosphere beneficial microorganisms that play a key role in plant growth. Among them, arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), that absorb soil mineral nutrients and translocate them to the host plants by means of a large network of extraradical hyphae, called wood wide web. The importance of AMF has been recognised also at political and regulatory level in Europe, since they have been classified as biostimulant products (EU 2019/1009). AMF commercial inocula are mainly composed of a few generalist species, which in some cases did not give

the same results as those obtained in controlled condition, due to host preference. Thus the selection of the most efficient strains depending on the host plant would be necessary, and also of the most infective ones, able to compete with autochthonous strains. The isolation and reproduction of autochthonous AMF represents an innovative approach, to be addressed as part of the European research project GOOD (AGrOecOlogy for weeDs). The project will assess the efficacy of the combination of cover crops with diverse cultural techniques, including the use of autochthonous AMF as means of agroecological management of weeds. The laboratories of Agricultural Microbiology of the University of Pisa will isolate and reproduce the autochthonous AMF of the experimental fields of seven European countries, to be used to increase cover crops performance, promoting their competitive ability against weeds. The main crops to be inoculated are wheat, rice, maize, soybean, grapevine, apple, olive and citrus. Basically, the research project GOOD aims at speeding up the transition towards sustainable, resilient, productive and safe agroecosystems.

ESPERIENZE DI IMPRESA

ALESSIA BERTOLOTTO¹

¹ Paneco Ambiente

Paneco Ambiente è un'azienda all'avanguardia nell'ambito dell'innovazione biotecnologica. Il suo impegno, infatti, è dedicato alla ricerca, allo sviluppo e alla commercializzazione di soluzioni completamente sostenibili.

Sin dalla sua fondazione, l'azienda ha abbracciato con passione la causa della tutela del suolo, proponendo una vasta gamma di prodotti di altissima qualità, realizzati internamente per garantire un controllo totale sulla loro ecocompatibilità. Tra questi, spicca l'humus di lombrico Humus AnEnzy, da letami bovini selezionati, concepito per rigenerare il terreno negli agroecosistemi.

Grazie alla sua formulazione avanzata, disponibile anche in formato liquido concentrato, questo prodotto va ben oltre la funzione dei comuni prodotti sul mercato: nutre le piante e stimola la micro-biodiversità, promuovendo la salute del suolo e favorendo una resa ottimale.

Il suolo è essenziale per l'agricoltura a lungo termine, ed è per questo che Paneco Ambiente collabora con agricoltori in Italia e all'estero per promuovere pratiche agricole sostenibili e una gestione oculata delle risorse naturali.

Con Paneco Ambiente, il futuro del suolo è in mani sicure.

FABRIZIA PASQUARELLI¹¹ SPAA

La SPAA Srl porta avanti da sempre un interesse attivo nello sviluppo di prodotti utili alla promozione di un'agricoltura sostenibile e dal 2018 è in collaborazione con il laboratorio di Microbiologia Agro- Ambientale dell'Università degli Studi dell'Aquila per lo sviluppo di formulati a base di microrganismi promotori della crescita delle piante (PGPM). I PGPM sono ampiamente riconosciuti per gli effetti positivi sullo stato fisiologico e sanitario delle piante, tuttavia, nonostante la presenza di alcuni validi prodotti sul mercato, la risorsa dei PGPM utili per l'agricoltura non è stata ancora studiata e valorizzata pienamente. Le sperimentazioni SPAA-UNIVAQ finora svolte hanno messo in evidenza diversi effetti benefici promossi da alcuni formulati di PGPM selezionati (*Azospirillum* spp., *Bacillus* spp., *Streptomyces* spp.) su diverse colture orticole, quali l'aumento della produttività, il miglioramento dello stato fitosanitario e una promozione della fertilità del suolo. Questi effetti positivi registrati in associazione a una forte riduzione degli agrochimici, hanno delle potenziali ricadute positive sulla salute dell'ambiente e dell'uomo.

