

**AVVISI PUBBLICI REGIONALI DI ATTUAZIONE PER L'ANNO 2015  
DEL TIPO DI OPERAZIONE 16.1.01 "GRUPPI OPERATIVI DEL PEI  
PER LA PRODUTTIVITÀ E LA SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA"  
FOCUS AREA 2A, 4B, 4C, 5A E  
5E DGR N. 1098 DEL 01  
LUGLIO 2019**

**RELAZIONE TECNICA**    **INTERMEDIA**    **FINALE**

**DOMANDA DI SOSTEGNO 5150325**

**DOMANDA DI PAGAMENTO**

**FOCUS AREA: 4B**

Titolo Piano	<b>INBIOS - Sviluppo di un approccio INTEGRATO a base di BIOstimolanti per la sostenibilità delle produzioni agrarie</b>
Ragione sociale del proponente (soggetto mandatario)	Università Cattolica del Sacro Cuore
Elenco partner del Gruppo Operativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UNIVERSITÀ CATTOLICA DEL SACRO CUORE (UCSC) - CAPOFILA</li> <li>• FELLETTI LUCA IMPRESA INDIVIDUALE-PARTNER</li> <li>• CENTRO DI FORMAZIONE, SPERIMENTAZIONE E INNOVAZIONE "VITTORIO TADINI" - PARTNER</li> <li>• AZIENDA AGRARIA SPERIMENTALE STUARD S.C.R.L. - PARTNER</li> <li>• PIZZACCHERA SOCIETA' AGRICOLA S.S. - PARTNER</li> <li>• CERZOO S.R.L. - PARTNER</li> </ul>

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	30
Data inizio attività	27/04/2020
Data termine attività (incluse eventuali proroghe già concesse)	27/10/2023

Relazione relativa al periodo di attività dal	27/04/2020	al	27/10/2023
Data rilascio relazione	20/12/2023		

Autore della relazione	Luigi Lucini		
telefono		email	luigi.lucini@unicatt.it

## Sommario

<b>1 - DESCRIZIONE DELLO STATO DI AVANZAMENTO DEL PIANO</b>	<b>4</b>
<b>1.1 STATO DI AVANZAMENTO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PIANO</b>	<b>4</b>
<b>2 - DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE</b>	<b>5</b>
<b>2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI</b>	<b>5</b>
<b>2.2 PERSONALE</b>	<b>13</b>
<b>2.3 TRASFERTE</b>	<b>14</b>
<b>2.4 MATERIALE CONSUMABILE</b>	<b>14</b>
<b>2.5 SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE</b>	<b>14</b>
<b>2.6 MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI</b>	<b>15</b>
<b>2.7 ATTIVITÀ DI FORMAZIONE</b>	<b>15</b>
<b>2.8 COLLABORAZIONI, CONSULENZE, ALTRI SERVIZI</b>	<b>16</b>
<b>3 - CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ</b>	<b>16</b>
<b>4 - ALTRE INFORMAZIONI</b>	<b>6</b>
<b>5 - CONSIDERAZIONI FINALI</b>	<b>7</b>
<b>6 - RELAZIONE TECNICA</b>	<b>7</b>

## **1 - Descrizione dello stato di avanzamento del Piano**

*Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del piano. Richiamare eventuali richieste di modifiche inviate agli organi Regionali ed apportate al progetto.*

*Inizialmente sono stati completati gli studi necessari alla realizzazione del Piano e sono state avviate le azioni di realizzazione del piano stesso. La fase degli studi necessari è stata fondamentale per individuare i prodotti commerciali utilizzati, i dosaggi e le modalità pratiche di applicazione, da condividere e concordare con le aziende partner anche in funzione delle attrezzature disponibili presso gli stessi. Analogamente, è stato necessario definire le modalità di imposizione dello stress nutrizionale (basso N), anche in questo caso con differenze non solo tra colture agrarie, ma anche tra aziende (in quanto una azienda pomodoro svolge fertirrigazione e l'altra no).*

*Su queste premesse, sono state condotte interamente le prove di campo sperimentali relative a mais (Azienda CERZOO) e pomodoro (Aziende Felletti e Pizzacchera). In ciascun sito sperimentale e relativa coltura, sono state condotte prove parcellari di pieno campo nelle quali sono stati testati biostimolanti selezionati, sia in condizione di conduzione tradizionale che in condizioni di ridotto apporto azotato (-30% azoto). In ciascuna parcella sono state condotte analisi sulle produzioni (aspetti di rese ed aspetti qualitativi), e sono state condotte analisi di profilo metabolico per la caratterizzazione della modulazione dei processi biochimici indotte dai biostimolanti. Sono state condotte analisi aggiuntive, quali la valutazione del profilo microbico della rizosfera in mais, la valutazione di interazioni micorrizza-bacillus mediante analisi superficie-risposta (RSM), la caratterizzazione qualitativa e funzionale delle bacche di pomodoro. Queste analisi aggiuntive hanno complementato quelle già previste, andando a rifinire i risultati e facilitando la comprensione degli effetti dei biostimolanti.*

*Le prove sono state programmate e svolte su due anni consecutivi, sempre su pomodoro e mais, cui sono seguite le prove on-farm sui tre siti sperimentali (Felletti e Pizzacchera per pomodoro, e CERZOO per mais). Oltre alle rese, sono stati condotti saggi relativi alle proprietà nutrizionali dei prodotti, saggi sull'efficienza d'uso dell'azoto, saggi di modulazione del metabolismo (metabolomica) e su mais anche studi volti alla comprensione della modulazione del microbiota radicale.*

*Le prove condotte hanno permesso di evidenziare effetti coltura specifici, con differenze tra una condizione sperimentale e l'altra (anche all'interno della stessa coltura). In generale, i biostimolanti hanno modulato il metabolismo secondario della pianta, che si è tradotto in una migliore tolleranza allo stress, anche se non è stato possibile generalizzare le conclusioni fra annate diverse e siti sperimentali diversi.*

*Ciò non ostante, le attività previste sono state completate ed alcuni risultati di rilievo sono stati prodotti sull'efficienza d'uso dell'azoto e sui meccanismi che la giustificano. Sono stati inoltre evidenziati effetti a livello qualitativo delle produzioni, oltre che aumenti delle rese produttive, quando i biostimolanti sono stati utilizzati.*

*Relativamente alla divulgazione, le attività sono state portate a termine con alcune minime variazioni. L'identità visiva del progetto è stata portata avanti come previsto (è stato predisposto un sito internet ed un flyer, oltre che locandine), è stato dato ampio risalto alla divulgazione dei risultati, e sono stati condotti sia un open day che il convegno finale.*

*A causa delle restrizioni COVID-19, l'evento di presentazione del progetto non è stato effettuato, e nemmeno le conferenze stampa. Le attività non condotte sono state comunque sostituite da altre attività divulgative che non richiedevano la presenza fisica, a compensazione. In particolare, sono stati pubblicati 4 articoli scientifici a fronte dei 2 previsti (tutti su riviste internazionali a referee nel primo quartile di riferimento a livello internazionale), e sono stati pubblicati 5 articoli di natura più divulgativa, su riviste specializzate di natura tecnica (Informatore Agrario, Piacenza Agricola, Food Hub magazine), su riviste e quotidiani locali, e sul magazine Europeo PEI AGRI.*

*Infine, per quanto attiene l'attività di formazione, le attività sono state completate: sono state svolte quattro iniziative formative incentrate su tematiche connesse all'utilizzo dei biostimolanti in agricoltura e ai risultati delle ricerche e sperimentazione. L'attività formativa ha visto l'alternarsi di percorsi didattici e viaggi studio.*

## 1.1 Stato di avanzamento delle azioni previste nel Piano

Indicare per ciascuna azione il mese di inizio dell'attività originariamente previsto nella proposta ed il mese effettivo di inizio, indicare analogamente il mese previsto ed effettivo di termine delle attività. Indicare il numero del mese, ad es.: 1, 2, ... considerando che il mese di inizio delle attività è il mese 1. Non indicare il mese di calendario.

<b>Azione</b>	<b>Unità aziendale responsabile</b>	<b>Tipologia attività</b>	<b>Mese inizio attività previsto</b>	<b>Mese inizio attività effettivo</b>	<b>Mese termine attività previsto</b>	<b>Mese termine attività effettivo</b>
<b>AZIONE 1</b>	UCSC	Esercizio della cooperazione	1	1	30	30
<b>AZIONE 2</b>	UCSC e Stuard	Studi necessari alla realizzazione	1	2	24	24
<b>AZIONE 3</b>	Stuard e Felletti	Prove parcellari	1	2	24	30
	CERZOO	Prove parcellari mais	1	2	24	30
	UCSC	Prove parcellari vite	1	2	24	30
	Pizzacchera e Felletti	Prove on-farm pomodoro	1	11	24	30
	CERZOO	Prove on-farm mais	1	11	24	30
	UCSC	Prove in ambiente controllato	4	12	24	30
<b>AZIONE 4</b>	Stuard	Divulgazione	7	9	30	30
<b>AZIONE 5</b>	Tadini	Formazione	10	22	21	30

## 2 - Descrizione per singola azione

### 2.1 Attività e risultati

<b>Azione 1</b>	<b>Esercizio della cooperazione</b>
Unità aziendale responsabile	<b>UCSC</b>
Descrizione delle attività	<p>Il personale di UCSC in cooperazione con il personale STUARD ha organizzato e gestito le attività inerenti all'esercizio della cooperazione. Il personale afferente alle aziende agricole ha partecipato alle attività di coordinamento. Azienda Stuard inoltre ha fatto da tramite tra gli agricoltori ed il capofila per coordinarne le attività e promuovere una interazione veloce ed efficace per tutta la durata del progetto.</p> <p>Le riunioni di coordinamento per l'organizzazione delle attività progettuali, per il monitoraggio dello stato avanzamento delle attività sono state svolte in modalità mista, sia in presenza che come riunioni telematiche e telefoniche, stante le difficoltà legate alla pandemia prima e per massimizzare le interazioni poi. allo scopo, è stato utilizzato l'applicativo microsoft Teams, integrato da comunicazioni via mail e/o telefono (facilitando quindi la</p>

	<p>comunicazione in modo flessibile, per incontrare le differenti attitudini dei partners).</p> <p>Con il coordinamento di UCSC, tutti i partner hanno collaborato, con continuità, alla pianificazione delle attività da svolgere e alla redazione della attività prevista, collaborando per il raggiungimento degli obiettivi. Il monitoraggio dell'avanzamento ha previsto contatti frequenti con i partner per verificare i risultati intermedi, il rispetto dei tempi delle diverse fasi progettuali, i costi, i rischi ed il budget previsto. I contatti tra i partner, in seguito ai vincoli dettati all'emergenza sanitaria dovuta a Covid-19, sono stati per lo più virtuali e telefonici, limitando gli incontri in presenza. I responsabili amministrativi si sono occupati dell'attività di preparazione dei documenti per inizio attività e della documentazione relativa alle spese e alla predisposizione dei documenti per la rendicontazione finale del progetto. In fase di rendicontazione finale, Stuard ha coordinato l'apertura della domanda a saldo degli agricoltori, supportando la gestione delle pratiche di rendicontazione e interfacciandosi con le rispettive associazioni di categoria per tutta l'attività.</p>
<p><i>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</i></p>	<p>L'azione di coordinamento, in modalità mista presenza-remoto ha garantito una fattiva collaborazione di tutti i partner, permettendo una pronta ed efficace rimodulazione della collocazione temporale delle attività.</p> <p>Le principali criticità emerse sono legate ad una maggior difficoltà da parte delle aziende agricole ad attività di comunicazione da remoto, cui si è ovviato garantendo una efficace intercomunicazione diversificata e basata su meeting online, telefono ed email.</p>

<b>Azione 2</b>	<b>Studi necessari alla realizzazione del Piano</b>
<i>Unità aziendale responsabile</i>	<b>UCSC e Stuard</b>
<i>Descrizione delle attività</i>	<p>Conduzione di uno studio preliminare per individuare le più recenti novità scientifiche in relazione all'impiego di microrganismi ed altri biostimolanti, con particolare riferimento alla riduzione degli apporti di azoto. Definizione di protocolli operativi per la conduzione delle prove sperimentali, per il campionamento e la gestione dei campioni fino all'analisi.</p>
<i>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</i>	<p>L'attività è stata regolarmente condotta e si è tradotta nei disegni sperimentali implementati per le prove parcellari di campo, sia su pomodoro che su mais, con minime modifiche per ciascun sito sperimentale in modo da adattare l'approccio alla strumentazione ivi presente. Non sono evidenziati pertanto scostamenti rispetto a quanto programmato, ed i risultati sono in linea con gli obiettivi preposti.</p>

<b>Azione 3</b>	<b>Realizzazione del Piano</b>
<i>Unità aziendale responsabile</i>	<b>Ciascun partner coinvolto nella fase sperimentale è responsabile di una specifica sotto-azione</b>
<i>Descrizione delle attività</i>	<p>Sono state condotte prove parcellari su pomodoro e mais nella stagione 2020 e nella stagione 2021. Sono state condotte le prove parcellari in vite (stagione 2021). Sono inoltre state installate le centraline meteo per la gestione delle prove on-farm; il training coi dati meteo è stato completato e le centraline stesse sono state correttamente implementate con modelli DSS (decision support systems) nelle prove on-farm stesse. Le prove on-farm su scala aziendale sono state svolte stessi siti sperimentali dove sono attive anche le prove parcellari.</p>
	<b>Figura 1: Preparazione delle dosi di biostimolanti al momento del trapianto c/o azienda Pizzacchera</b>



**Figura 2: trattamento delle piantine con sospensione di AEGIS**



**Figura 3: trapianto delle piantine trattate presso azienda Pizzacchera**



**Figura 4: particolare della valvolina per bypassare la parcella ed evitare la concimazione**



**Figura 5: trattamento con pompa a spalla con biostimolante Trainer presso azienda Felletti**



**Figura 6: Semina mais conciato con biostimolanti presso azienda CERZOO**



**Figura 7: Raccolta mais conciato con biostimolanti presso azienda CERZOO (prove parcellari)**



**Figura 8: Campionamento manuale radici mais conciato con biostimolanti presso azienda CERZOO**



*Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate*

Le attività di campo sono state svolte completamente, in linea con il Piano. Le analisi sono concluse e sono state svolte attività analitiche aggiuntive per corroborare i risultati ottenuti. Rispetto al disegno sperimentale previsto nel piano, sono state aggiunte tesi due tesi senza alcun apporto azotato nelle prove pomodoro (perché il suolo aveva già una dotazione azotata importata) ed è stata aggiunta una tesi ulteriore con batteri rizosferici nelle prove mais in alternativa a micorrize + trichoderma (in quanto questa soluzione, molto recente, sembra estremamente promettente).  
Nelle analisi condotte, sono stati implementati ulteriori saggi per confermare e rinforzare le informazioni analitiche già previste nel piano. In particolare, per mais, sono stati introdotti saggi morfometrici dell'apparato radicale, nonché la valutazione con tecniche di genomica della popolazione microbica nella rizosfera.  
Per pomodoro sono stati aggiunti (rispetto a quanto già nel Piano) saggi di untargeted profiling in spettrometria di massa, saggi in vitro per l'attività antiossidante, e saggi di inibizione enzimatica per la caratterizzazione del potenziale funzionale in risposta ai trattamenti. Inoltre,



	<p>le prove sono state condotte su due stagioni successive anziché una singola.</p> <p>Su vite, sono state condotte prove in pieno campo (in sostituzione delle prove con barbatelle, in quanto molto più rappresentative). La variazione si è resa possibile per il concomitante impianto di un nuovo vigneto in un sito sperimentale nel quale l'Università Cattolica del Sacro Cuore stava operando, ed è stata rafforzata dal fatto che la proroga al progetto ha consentito una valutazione su base pluriennale (più rappresentativa per una coltura arborea come la vite). In tale sito sperimentale, considerato il numero di piante disponibili, sono state testati 8 ceppi di micorrize, per una valutazione comparativa, e sono state condotte analisi aggiuntive (efficienza fotosintetica e non-photochemical quenching al posto del solo SPAD, grado di micorrizzazione, determinazione del profilo fenolico, del profilo in acidi organici, tenore zuccherino, e rese produttive).</p> <p>In tutti i casi, le attività non previste sono state aggiuntive e non sostitutive rispetto al piano originale, quali azioni preventive da criticità potenziali piuttosto che integrazioni a supporto della validità dei risultati.</p> <p>Le criticità principali sono state legate alle analisi di laboratorio, in quanto il reclutamento di personale da adibire full-time specificatamente al progetto è stato posticipato e in quanto le restrizioni covid-19 hanno imposto fisiologiche limitazioni nell'accesso ai laboratori e nella co-presenza del personale. Questa criticità ha rallentato in parte le analisi ma non ha inficiato lo svolgimento delle stesse.</p>
--	--

<b>Azione 4</b>	<b>Divulgazione</b>
<i>Unità aziendale responsabile</i>	<b>Stuard</b>
<i>Descrizione delle attività</i>	<p><i>Nel corso del piano INBIOS sono state programmate e realizzate attività di divulgazione e di comunicazione al fine di informare i soggetti interessati sugli obiettivi del progetto ed i risultati raggiunti, permettendone il loro trasferimento.</i></p> <p><i>Le attività di divulgazione si sono avviate insieme al progetto e ne seguiranno tutte le fasi della realizzazione, diffondendoli sia ai gruppi di riferimento che ad un'ampia e vasta gamma di portatori di interesse.</i></p> <p><i>Attività completate:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- predisposizione di un <b>sito web del progetto</b>: <a href="https://inbiosproject8.webnode.it/">https://inbiosproject8.webnode.it/</a></li> <li>- <b>pagina web dedicata al progetto sul sito internet dei partner</b> Università Cattolica del Sacro Cuore, Stuard e l'Ente di formazione Tadini: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://www.stuard.it/inbios/">https://www.stuard.it/inbios/</a> ;</li> <li>- <a href="https://dipartimenti.unicatt.it/distas-progetti-di-ricerca-inbios">https://dipartimenti.unicatt.it/distas-progetti-di-ricerca-inbios</a>;</li> <li>- <a href="https://www.centrotadini.com/progetti/inbios">https://www.centrotadini.com/progetti/inbios</a></li> </ul> </li> <li>- predisposizione di un <b>articolo divulgativo su sito tecnico specializzato</b>: <a href="https://www.biostimulant.com/could-microbial-biostimulants-improve-food-functional-quality/">https://www.biostimulant.com/could-microbial-biostimulants-improve-food-functional-quality/</a></li> <li>- Definizione dell'identità visiva del progetto: <b>LOGO del progetto</b></li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- realizzazione di materiale informativo del progetto: <b>VOLANTINO</b></li> </ul>



## Sviluppo di un approccio INtegrato a base di BIOstimolanti per la sostenibilità delle produzioni agrarie

Il Piano mira a valorizzare i benefici legati all'utilizzo di biostimolanti in agricoltura, con lo scopo di implementare un approccio "green" e sostenibile per le produzioni agrarie. Ciò sarà possibile attraverso differenti strategie, fra loro complementari ed accomunate dall'aver caratteristiche innovative e di basso impatto, per la stimolazione e valorizzazione delle naturali attività di difesa delle

piante nonché di resistenza allo stress idrico e di efficienza d'uso dei nutrienti. Il Piano si propone di dimostrare, promuovere e comunicare l'utilizzo di biostimolanti, induttori di resistenza e strategie a basso impatto, come forza trainante di una produzione agraria a ridotti input, più sostenibile.

### Azioni

**1 ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE**

**2 STUDI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO**

**3 REALIZZAZIONE DEL PIANO**

In ciascuna azienda pilota saranno realizzate prove parcellari circa l'impiego di biostimolanti, microorganismi induttori di resistenza e sistemi di supporto alle decisioni (DSS) per ottimizzare l'impiego degli input necessari alla difesa e alla concimazione delle diverse colture e, al contempo, ridurre il rischio di inquinamento delle acque superficiali e profonde. Le colture oggetto di sperimentazione sono il **mais**, il **pomodoro** e la **vite** (la prima ad alte richieste azoto, le altre ad alte richieste in termini di difesa fitosanitaria). Il trattamento integrato a base di biostimolanti prevede: 1. un fungo (o un mix di funghi) micorrizico arbuscolare; 2. un fungo (o un mix di funghi) endofita simbiotico (*Trichoderma spp.*); 3. un consorzio batterico auxino-produttore, azoto-fissatore e simbiotico con le micorrizze; 4. un idrolizzato proteico.

**3.1 PROVE PARCELLARI**

Verranno realizzate 5 tesi per ciascuna coltura:

- Tesi tradizionale;
- Tesi innovative: a) Biostimolante 1 (applicazioni di biostimolanti in associazione a difesa e concimazioni secondo il calendario aziendale); b) Biostimolante 2 (applicazioni di biostimolanti e riduzione del 33% degli apporti azotati); c) Difesa 1 (applicazioni di biostimolanti / induttori di resistenza associato a difesa con prodotti alla dose minima di etichetta);
- Testimone non trattato.

**3.2 PROVE ON FARM**

Le aziende saranno fornite di una stazione agrometeorologica collegata al SSD relativo alla coltura oggetto. Verranno confrontate due tesi su parcelloni:

- Tesi tradizionale (difesa, nutrizione e irrigazione secondo la consuetudine aziendale);
- Tesi innovativa (applicazione di biostimolanti / induttori delle difese, e riduzione del 33% delle dosi di fertilizzanti + impiego alla dose minima dei prodotti fitosanitari + tempistica degli interventi regolata da modelli previsionali).

**3.3 PROVE IN AMBIENTE CONTROLLATO**

Piantine di pomodoro e vite verranno inoculate, trapiantate in vaso ed allevate in serra fornendo i necessari apporti di acqua e fertilizzanti. In diverse fasi di crescita, un numero rappresentativo di piante verrà sottoposto a stress idrico. L'effetto del biostimolante verrà valutato attraverso misurazioni della concentrazione di azoto nei tessuti verdi e/o degli scambi gassosi, della produzione e/o della massa vegetale prodotta e dal livello di colonizzazione degli apparati radicali da parte del biostimolante microbico. Verrà valutato lo stato ossidativo e misurato il profilo fitochimico con metabolomica.

**4 DIVULGAZIONE DEI RISULTATI**

Info: [luigi.lucini@unicatt.it](mailto:luigi.lucini@unicatt.it), [m.marchini@stuard.it](mailto:m.marchini@stuard.it).

Iniziativa realizzata nell'ambito del Programma regionale di sviluppo rurale 2014 - 2020 - Tipo di operazione 16.1.01 - Gruppi operativi del partenariato europeo per l'innovazione: "produttività e sostenibilità dell'agricoltura" - Focus Area 4B

Programma di Sviluppo Rurale dell'Emilia-Romagna 2014-2020

L'Europa investe nelle zone rurali

- Realizzazione di un **pannello informativo**, contenenti una sintesi del progetto da collocare nelle sedi dei Partner e nei luoghi della sperimentazione:



## Sviluppo di un approccio INtegrato a base di BIOstimolanti per la sostenibilità delle produzioni agrarie

Misura 16.1.01 – Focus Area 4B

Domanda di sostegno n. 5150325

L'Europa investe nelle zone rurali

- **Organizzazione del *Convegno finale del progetto*** per presentare il progetto, obiettivi e risultati ottenuti a giornalisti, al mondo della comunicazione e a stakeholders che potrebbero beneficiare dei risultati della sperimentazione. Venerdì 23 giugno 2023 dalle ore 10 presso la sede di Confagricoltura Parma si è tenuto il convegno finale dei progetti BETTERBIO ed INBIOS, finanziati nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale regionale 2014-2020 (Misura 16, Focus Area 3A e 4B). Il convegno è stato occasione per fare il punto della situazione su prospettive ed aspetti applicativi dell'uso dei biostimolanti in agricoltura. Per l'occasione i partner di progetto UCSC e STUARD si sono occupati della ideazione, realizzazione e diffusione del volantino del convegno, qui sotto riportato:

**BIOSTIMOLANTI:  
PROSPETTIVE ED ASPETTI APPLICATIVI**

Convegno finale progetti INBIOS e BettER-Bio

Venerdì 23 giugno 2023 ore 10 – 12.30  
presso  
Confagricoltura Parma,  
Via Francesco Magani 6, 43126 Parma

**Programma**

Ore 10:00 – APERTURA LAVORI - Luigi Lucini (UCSC), Roberto Gheffi (Confagricoltura)

Ore 10:10 – I PROGETTI INBIOS E BETTER-BIO: LA RICERCA BIOSTIMOLANTI CON UN APPROCCIO DI FILIERA - Luigi Lucini (UCSC), Roberto Reggiani (Az. Stuard), Federica Grassi (Molino Grassi)

Ore 10:30 – L'INNOVAZIONE, LA FORMAZIONE E LA CONSULENZA PER IL SETTORE AGRICOLO ED AGROALIMENTARE DELL'EMILIA-ROMAGNA – Patrizia Alberti, Area Innovazione, Formazione e Consulenza, Direzione Generale Agricoltura, Caccia e Pesca Regione Emilia-Romagna regione Emilia-Romagna

Ore 10:50 – BIOSTIMOLANTI SU VITE: LA VISIONE E LE ESPERIENZE DELL'UTILIZZATORE FINALE - Gianmaria Cunial (Vigna Cunial)

Ore 11:10 – BIOSTIMOLANTI, AGRICOLTURA CONSERVATIVA ED EFFICIENZA D'USO DEI NUTRIENTI - Andrea Fiorini (UCSC)

Ore 11:30 – MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA D'USO DELL'AZOTO IN CEREALI - Paola Ganugi (UCSC)

Ore 12:00 – UTILIZZO DI MICORRIZZE IN VITE: CONTRASTO A STRESS BIOTICI ED ABIOTICI - Florencia Asinari e Othmane Taibi (UCSC)

Ore 12:30 – CONCLUSIONI E SALUTI

E' richiesta l'iscrizione al seguente link: <https://forms.gle/dugR7p6iGqbwAtFSA>

Programma di Sviluppo Rurale dell'Emilia-Romagna 2014-2020  
Tipo di operazione 16.1.01 – Focus Area 3A e 4B

REGIONE EMILIA-ROMAGNA  
L'Europa investe nelle zone rurali

---

**INBIOS**

Sviluppo di un approccio INtegrato a base di BIOStimolanti per la sostenibilità delle produzioni agrarie

Il Piano valorizza i benefici legati all'utilizzo di biostimolanti in agricoltura, con lo scopo di implementare un approccio "green" e sostenibile per le produzioni agrarie. Ciò attraverso differenti strategie, fra loro complementari ed accomunate dall'essere caratteristiche innovative e di basso impatto, per la stimolazione e valorizzazione delle naturali attività di difesa delle piante nonché di resistenza allo stress idrico e di efficienza d'uso dei nutrienti. Il Piano si propone di dimostrare, promuovere e comunicare l'utilizzo di biostimolanti, induttori di resistenza e strategie a basso impatto, come forza trainante di una produzione agraria a ridotti input, più sostenibile.

**1 ESERCIZIO DELLA COOPERAZIONE**

**2 STUDI NECESSARI ALLA REALIZZAZIONE DEL PIANO**

**3 REALIZZAZIONE DEL PIANO**

In ciascuna azienda pilota sono state realizzate prove parcellari circa l'impiego di biostimolanti, microrganismi induttori di resistenza e sistemi di supporto alle decisioni (DSS) per ottimizzare l'impiego degli input necessari alla difesa e alla concimazione delle diverse colture e, al contempo, ridurre il rischio di inquinamento delle acque superficiali e profonde. Le colture oggetto di sperimentazione sono state il mais, il pomodoro e la vite (in prima ed in seconda annata, le altre ad altre richieste in termini di difesa fitosanitaria). Il trattamento integrato a base di biostimolanti ha previsto: 1. un fungo (o un mix di funghi) micorrizico arbuscolare; 2. un fungo (o un mix di funghi) endofita simbiotico (Trichoderma spp.); 3. un consorzio batterico azotofissatore, azoto-fissatore e azotificante con fito-risparmi; 4. un inoculante proteico.

**PROVE PARCELLARI**

Sono state realizzate 5 tesi per ciascuna coltura:

- Tesi tradizionale;
- Tesi innovative: a) biostimolante 1 (applicazioni di biostimolanti in associazione a difesa e concimazione secondo il calendario aziendale); b) biostimolante 2 (applicazioni di biostimolanti e riduzione dell'uso degli input agrari); c) Difesa 1 (applicazioni di biostimolante / induttori di resistenza associato a difesa con prodotti alla dose minima di etichetta);
- Testimone non trattato.

**PROVE IN FARM**

Le aziende sono state fornite di una stazione agrometeorologica collegata al 550 relativo alla coltura oggetto. Sono state confrontate due tesi su parcella:

- Tesi tradizionale (difesa, nutrizione e irrigazione secondo la consuetudine aziendale);
- Tesi innovative (applicazione di biostimolanti / induttori di difesa, e riduzione del 23% delle dosi di fertilizzanti - impiego alla dose minima dei prodotti fitosanitari) + tempistica degli interventi regolata da modelli previsionali.

**PROVE IN CONDIZIONI DI STRESS**

Piantine di pomodoro e vite sono state inoculate, trapiantate ed allevate in serra fornendo i necessari apporti di acqua e fertilizzanti. In diverse fasi di crescita, un numero rappresentativo di piante è stato sottoposto a stress idrico. L'effetto del biostimolante è stato valutato attraverso misurazioni della concentrazione di azoto nei tessuti verdi e/o degli scambi gassosi, della produzione e/o della massa vegetale prodotta e del livello di colonizzazione degli apparati radicali da parte del biostimolante microbico. È stato valutato lo stato ossidativo e misurato il profilo fitochimico con metabolomica.

**4 DIVULGAZIONE DEI RISULTATI**

**AZIONI**

Info: [luigi.lucini@unicatt.it](mailto:luigi.lucini@unicatt.it); [m.marchini@stuard.it](mailto:m.marchini@stuard.it)

UNIVERSITÀ CATTOLICA del Sacro Cuore  
CENTRO DI FORMAZIONE VITTORIO TADINI

STUARD  
CERZOO  
Programma di Sviluppo Rurale dell'Emilia-Romagna 2014-2020  
L'Europa investe nelle zone rurali

Il volantino è stato diffuso mediante i canali di comunicazione dei partner di progetto e mediante i canali di comunicazione ufficiali della Regione Emilia-Romagna. La notizia del Convegno e la relazione dell'incontro sono stati diffusi anche mediante i canali di comunicazione di Confagricoltura Parma (Gazzettino Agricolo n.15):

- <https://www.stuard.it/biostimolanti-prospettive-ed-aspetti-applicativi/>
- <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/appuntamenti/2023/giugno/convegno-finale-dei-progetti-ghi-betterbio-ed-inbios>
- <https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/progetti-innovazione/notizie/2023/un-convegno-a-parma-sulle-prospettive-e-gli-aspetti-applicativi-dei-biostimolanti>
- [https://www.linkedin.com/posts/open-fields\\_convegno-finale-betterer-bio-inbios-activity-7077239279625674752-vis\\_/?originalSubdomain=it](https://www.linkedin.com/posts/open-fields_convegno-finale-betterer-bio-inbios-activity-7077239279625674752-vis_/?originalSubdomain=it)
- <https://www.confagricoltura.org/parma/gazzettino-agricolo-n-15-2/>

- **Diffusione dei risultati delle attività progettuali alla stampa e ai media** mediante:

- aggiornamento del sito internet ufficiale del progetto:  
<https://inbiosproject8.webnode.it/chi-siamo/>

realizzazione di un **video trailer** del progetto in cui il Prof. Lucini, Coordinatore e Responsabile Scientifico, presenta obiettivi, finalità, attività e risultati preliminari. Il video è stato diffuso mediante i social media, siti internet ed i canali di comunicazione dei partner e della Regione Emilia-Romagna (<https://agricoltura.regione.emilia-romagna.it/progetti-innovazione/video/inbios>). [https://www.youtube.com/watch?v=D6tum-9gUq8&ab\\_channel=OpenFieldssrl](https://www.youtube.com/watch?v=D6tum-9gUq8&ab_channel=OpenFieldssrl).

- **Open Day – giornata in campo:** in occasione della **Fiera in campo BioDemoFarm “le innovazioni per il pomodoro da industria in agricoltura biologica”**, svoltasi 20 maggio 2022 presso Azienda Stuard e organizzato da Azienda Stuard, FederBio Servizi in collaborazione con Bologna Fiere e Sanatech, gli agronomi di Azienda Stuard, supportati da UCSC hanno raccontato di obiettivi, attività, materiali e metodi utilizzati nell’ambito del progetto Inbios. L'evento è stato occasione di confronto e di scambio di conoscenze sulle innovazioni per il pomodoro da industria con dimostrazioni in campo per chi realizza produzioni con metodo biologico. Gli agronomi di Azienda Stuard hanno condotte prove in campo sul pomodoro da industria applicando gli stessi biostimolanti utilizzati nel progetto INBIOS, per questo l’evento è diventato una interessante occasione di diffusione dei risultati del progetto. All’evento hanno presenziato diverse aziende espositrici coinvolte nella filiera del pomodoro da industria (Ecolution by Lesaffre, Checchi&Magli, Compo Expert, Az Gomma, Scaligera Drone – Solution, Anton Paar ..) che hanno assistito alla presentazione del progetto preparata in collaborazione con UCSC, oltre alla presenza di agricoltori e altri interessati.
- Redazione e pubblicazione di **5 articoli scientifici su riviste divulgative tecniche del settore**
  - Biostimulants for sustainable agriculture: Reducing pollutants and improving water and soil quality through improved nitrogen use efficiency - EIP-AGRI NEWSLETTER March 2022.
  - Biostimolanti alla prova per l’efficienza d’uso dell’azoto – Informatore agrario, 32/2021.
  - Biostimolanti: una strategia per la sostenibilità in agricoltura – Piacenza agricola, No.3, marzo 2022.
  - La sostenibilità in agricoltura ed i biostimolanti – quotidiano “Libertà”, Novembre 2021.
  - Biostimolanti: Un Approccio Sostenibile Per Le Produzioni Agroalimentari – Food Hub magazine, vol. 10, Settembre 2021.

	<p>- Redazione e pubblicazione di <b>4 articoli scientifici su riviste Peer Review</b> relativi a parte della sperimentazione condotta nell'ambito di INBIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganugi, P., Fiorini, A., Ardeni, F., Caffi, T., Bonini, P., Taskin, E. et al. (2022) Nitrogen use efficiency, rhizosphere bacterial community, and root metabolome reprogramming due to maize seed treatment with microbial biostimulants. <i>Physiologia Plantarum</i>, 174(2), e13679. Available from: <a href="https://doi.org/10.1111/ppl.13679">https://doi.org/10.1111/ppl.13679</a> <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ppl.13679">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ppl.13679</a></li> <li>• Ganugi, P., Fiorini, A., Rocchetti, G., Bonini, P., Tabaglio, V., &amp; Lucini, L. (2022). A response surface methodology approach to improve nitrogen use efficiency in maize by an optimal mycorrhiza-to-Bacillus co-inoculation rate. <i>Frontiers in Plant Science</i>, 13, 956391. <a href="https://doi.org/10.3389/fpls.2022.956391">https://doi.org/10.3389/fpls.2022.956391</a></li> <li>• Ganugi, P., Fiorini, A., Tabaglio, V., Capra, F., Zengin, G., Bonini, P., ... &amp; Lucini, L. (2023). The functional profile and antioxidant capacity of tomato fruits are modulated by the interaction between microbial biostimulants, soil properties, and soil nitrogen status. <i>Antioxidants</i>, 12(2), 520. <a href="https://doi.org/10.3390/antiox12020520">https://doi.org/10.3390/antiox12020520</a></li> <li>• Ganugi, P., Caffi, T., Gabrielli, M., Secomandi, E., Fiorini, A., Zhang, L., ... &amp; Lucini, L. (2023). A three-year application of different mycorrhiza-based plant biostimulants distinctively modulates photosynthetic performance, leaf metabolism and fruit quality in grape (<i>Vitis vinifera</i> L.). <i>Frontiers in Plant Science</i>, 14, 1236199. <a href="https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1236199">https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1236199</a></li> </ul>
<p><i>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</i></p>	<p>Gli obiettivi previsti nel piano sono stati raggiunti. La principale criticità è stata rappresentata dall'impossibilità di predisporre eventi in presenza, nella prima fase del progetto, causa restrizioni covid-19. Di conseguenza, l'evento di presentazione del progetto non è stato effettuato, e nemmeno le conferenze stampa. Le attività non condotte sono state comunque sostituite da altre attività divulgative che non richiedevano la presenza fisica, a compensazione. In particolare, sono stati pubblicati 4 articoli scientifici a fronte dei 2 previsti (tutti su riviste internazionali a referee nel primo quartile di riferimento a livello internazionale), e sono stati pubblicati 5 articoli di natura più divulgativa, su riviste specializzate di natura tecnica (Informatore Agrario, Piacenza Agricola, Food Hub magazine), su riviste locali e sul magazine Europeo PEI AGRI.</p>

<p><b>Azione 5</b></p>	<p><b>Formazione e Consulenza</b></p>
<p><i>Unità aziendale responsabile</i></p>	<p><i>Centro di formazione, sperimentazione e innovazione "Vittorio Tadini" scarl</i></p>
<p><i>Descrizione attività</i></p>	<p>Realizzazione di 4 iniziative formative incentrate su tematiche connesse all'utilizzo dei biostimolanti in agricoltura e ai risultati delle ricerche e sperimentazione. L'attività formativa ha visto l'alternarsi di percorsi didattici e viaggi studio.</p>
<p><i>Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate</i></p>	<p>L'attività formativa è stata realizzata completamente.</p>

## 2.2 Personale

Elencare il personale impegnato, il cui costo è portato a rendiconto, descrivendo sinteticamente l'attività svolta. Non includere le consulenze specialistiche, che devono essere descritte a parte.

### Esercizio della cooperazione

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	imp. Agrario 1° livello - Quadro part time 70,521%	attività di coordinamento azioni di progetto	26,00	€ 1.118,00
	imp. Agraria 6° categoria 40 ore settimanali	attività di coordinamento azioni di progetto	5,00	€ 135,00
	imp. Agrario 3° categoria - tempo indeterminato	attività amministrative inerenti al progetto	46,00	€ 1.242,00
	imp. Agrario 1° categoria - Quadro	attività di coordinamento azioni di progetto	10,00	€ 430,00
	imp. Agrario 3° categoria - tempo indeterminato	attività di coordinamento azioni di progetto	7,00	€ 189,00
	Prof. Associato	Funzionamento e gestione del GO	70	€ 3.360,00
	Prof. Ordinario	Funzionamento e gestione del GO	62	€ 4.526,00
	Prof. Ordinario	attività di coordinamento azioni di progetto	34	€ 2.482,00
	Prof. Associato	attività di coordinamento azioni di progetto	15	€ 720,00
			<b>totale</b>	€ 14.202,00

### Studi necessari alla realizzazione del Piano

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Prof. Associato	Studi	31	€ 1.488,00
	Prof. Ordinario	Studi	60	€ 4.380,00
	Ricercatore	Studi	227	€ 7.037,00
	Prof. Associato	Studi	20	€ 960,00
			<b>totale</b>	€ 13.865,00

### Costi diretti delle specifiche azioni legate alla realizzazione del piano

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Prof. Associato	Azione 1	97	€ 4.656,00
	Ricercatore	Azione 1	215	€ 6.665,00
	Prof. Associato	Azione 1	65	€ 3.120,00
	Tecnico	Azione 1	135	€ 4.185,00
	Assegnista di ricerca	Raccolta dati	2.856	€ 39.752,12
	Contrattista	Raccolta dati	881	€ 10.998,10
	Contrattista	Raccolta dati	887	€ 12.567,37
	Contrattista	Raccolta dati	125	€ 1.582,68
	Contrattista	Raccolta dati	360	€ 4.436,53

Contrattista	Raccolta dati		
		900	€ 11.183,73
o.t.d. comune - tempo determinato	attività di campo	22,00	€ 429,00
imp. Agrario 1° livello - Quadro part time 70,521%	coordinamento attività di campo	59,00	€ 2.537,00
o.t.d. comune - tempo indeterminato	attività di campo	36,00	€ 702,00
o.t.d. comune - tempo determinato	attività di campo	306,50	€ 5.976,75
imp. Agraria 6° categoria 40 ore settimanali	coordinamento attività di campo	10,00	€ 270,00
imp. Agrario 4° categoria - tempo indeterminato	coordinamento attività di campo	3,00	€ 81,00
o.t.d. comune - tempo determinato	attività di campo	32,00	€ 624,00
imp. Agrario 1° categoria - Quadro	coordinamento attività di campo	95,00	€ 4.085,00
imp. Agrario 3° categoria - tempo indeterminato	coordinamento attività di campo	88,00	€ 2.376,00
o.t.d. comune - tempo determinato	attività di campo	307,00	€ 5.986,50
Imprenditore agricolo	attività di campo	204,00	€ 3.978,00
Imprenditore agricolo	attività di campo	203,00	€ 3.958,50
Dipendente-CERZOO	Azione 1	157	€ 4.239,00
<b>totale</b>			€ 134.389,28

## Divulgazione

Cognome e nome	Mansione/ qualifica	Attività svolta nell'azione	Ore	Costo
	Prof. Associato	attività divulgativa	43	€ 2.064,00
	Prof. Associato	attività divulgativa	55	€ 2.640,00
	imp. Agrario 1° livello - Quadro part time 70,521%	attività divulgativa	€ 43,00	€ 2.408,00
	imp. Agraria 6° categoria 40 ore settimanali	attività divulgativa	€ 27,00	€ 540,00
	impiegato TI part time 50%	attività divulgativa	€ 27,00	€ 2.119,50
	imp. Agrario 1° categoria - Quadro	attività divulgativa	€ 43,00	€ 1.634,00
	imp. Agrario 3° categoria - tempo indeterminato	attività divulgativa	€ 27,00	€ 108,00
<b>totale</b>				€ 11.513,50

## 2.3 Trasferte

Cognome e nome	Descrizione	Costo
	Rilievi sperimentali campionamento suolo	€79,36
	Rilievi sperimentali campionamento suolo-Monitoraggio campi sperimentali	€249,24
	Rilievi sperimentali campionamento suolo-Monitoraggio campi sperimentali	€113,46
	Rilievi sperimentali campionamento suolo-Monitoraggio campi sperimentali	€249,24
	Rilievi sperimentali campionamento suolo-Monitoraggio campi sperimentali	€393,08
	Rilievi sperimentali campionamento suolo-Monitoraggio campi sperimentali	€407,96

Rilievi sperimentali campionamento suolo-Monitoraggio campi sperimentali	€222,58
Rilievi sperimentali campionamento suolo-Monitoraggio campi sperimentali	€94,24
campionamento	€18,69
campionamento	€18,69
campionamento	€20,29
campionamento	€20,29
campionamento	€20,29
campionamento	€20,29
campionamento	€21,89
campionamento	€21,89
campionamento	€21,89
campionamento	€21,89
campionamento	€19,76
Preparazione prodotti per trapianto / 01/06/2021	€ 7,95
Trapianto pomodoro e trattamenti da protocollo / 03/06/2021	€ 7,95
Trapianto pomodoro e trattamenti da protocollo / 04/06/2021	€ 7,95
Rilievi / 07/06/2021	€ 8,00
Installazione by pass e 1° fertirrigazione / 10/06/2021	€ 8,00
fertirrigazione differenziata / 02/07/2021	€ 8,12
1° trattamento con Trainer / 07/07/2021	€ 8,17
2° trattamento con Condor / 08/07/2021	€ 8,17
rilievi e foto / 09/07/2021	€ 8,17
rilievi, fertirrigazione / 16/07/2021	€ 8,25
trattamento con Trainer / 23/07/2021	€ 8,28
fertirrigazione / 30/07/2021	€ 8,27
fertirrigazione / 02/08/2021	€ 8,28
prelievi di piante per analisi / 10/08/2021	€ 8,29
fertirrigazione / 20/08/2021	€ 8,28
fertirrigazione / 25/08/2021	€ 8,26
raccolta parcelle pomodoro / 26/08/2021	€ 151,79
rilievi pre-raccolta / 02/09/2021	€ 8,25
raccolta parcelle pomodoro / 07/09/2021	€ 8,28
prelievi di terreno (campo 2020 e 2021) per analisi chimiche / 13/10/2021	€ 8,57
	€ 2.342,28

## 2.4 Materiale consumabile

Fornitore	Descrizione materiale	Costo
	Totale:	

## 2.5 Spese per materiale durevole e attrezzature



Fornitore	Descrizione dell'attrezzatura	Costo
		Totale:

## 2.6 Materiali e lavorazioni direttamente imputabili alla realizzazione dei prototipi

Descrivere i prototipi realizzati e i materiali direttamente imputabili nella loro realizzazione

--

Fornitore	Descrizione	Costo
		Totale:

## 2.7 Attività di formazione

Descrivere brevemente le attività già concluse, indicando per ciascuna: ID proposta, numero di partecipanti, spesa e importo del contributo richiesto

Le attività formative previste dall'Azione 1.1.01 sono state realizzate a cura del Centro di formazione, sperimentazione e innovazione Vittorio Tadini scarl.

In particolare:

ID Proposta	Domanda Sostegno	Titolo	Periodo di svolgimento	N° partecipanti	Costo unitario	Costo totale	Contributo richiesto
5528781	5547822	Viaggio studio in Alsazia e Borgogna. Contrasto alle avversità e adattamento ai cambiamenti climatici mediante tecniche a basso impatto ambientale, il modello	05/04/2023 - 20/04/2023	16	€1.441,04	23.056,64 €	16.139,68 €

		della viticoltura francese.					
5150572	5588950	Biostimolanti ed induttori di resistenza	01/06/2023 - 20/06/2023	13	€ 718,04	9.334,52€	8.401,12 €
5528781	5694125	Viaggio studio in Alsazia e Borgogna. Contrasto alle avversità e adattamento ai cambiamenti climatici mediante tecniche a basso impatto ambientale, il modello della viticoltura francese	19/09/2023 - 04/10/2023	6	€1.441,04	8.646,24€	6.052,38 €
5678474	5692858	Controllo delle avversità con metodi a basso impatto: le potenzialità di biostimolanti ed induttori di resistenza	08/08/2023 - 11/10/2023	13	€ 718,04	9.334,52€	8.401,12 €

## 2.8 Collaborazioni, consulenze, altri servizi

### CONSULENZE - PERSONE FISICHE

Ragione sociale della società di consulenza	Referente	Importo contratto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo
Totale:				

### CONSULENZE - SOCIETÀ

<b>Nominativo del consulente</b>	<b>Importo contratto</b>	<b>Attività realizzate / ruolo nel progetto</b>	<b>Costo</b>
HORTA S.R.L.	17.080,00	Servizio di supporto e consulenza "Decision Support System"	€ 17.080,00
		Totale:	€ 17.080,00

### 3 - Criticità incontrate durante la realizzazione dell'attività

Lunghezza max 1 pagina

<b>Criticità tecnico-scientifiche</b>	<p>Dal punto di vista tecnico-scientifico, la prima difficoltà osservata è stata relativa alla scelta di dettaglio dei prodotti biostimolanti commerciali da utilizzare (Azione 2, studi necessari alla realizzazione del piano). Le informazioni sui biostimolanti sono infatti relativamente frammentate, spesso relegate a know-how aziendale, e la scelta ha richiesto pertanto un'analisi della letteratura scientifica, associata a feedback di utilizzatori, in modo da avere informazioni più robuste rispetto a quelle meramente commerciali.</p> <p>Tuttavia, la difficoltà maggiore è stata quella di avviare le prove di campo in una situazione di lockdown; le prove non potevano essere posticipate oltre, considerata la stagionalità delle colture. Il coordinamento da remoto delle varie unità ha fatto shiftare in avanti l'avvio, ripiegando su varietà tardive. La corrispondente parte analitica di laboratorio è stata completata ma adeguatamente interpretata solo in parte, vista la difficoltà a reperire personale e considerata la dilatazione dei tempi fisiologici di affiancamento. Queste difficoltà hanno rallentato (ma non compromesso) le attività previste, portando tuttavia ad una inevitabile dilatazione dei tempi.</p> <p>Infine, sempre in ragione delle restrizioni legate a covid-19, la implementazione di eventi di divulgazione in presenza ha rappresentato una ulteriore criticità tecnica, almeno in fase iniziale</p>
<b>Criticità gestionali</b> (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	<p>Il reperimento del personale (gli assegni di ricerca richiedono per legge una call con bando pubblico) è stato la principale criticità gestionale, in quanto le attività formali, svolte da remoto ed adattate alla situazione contingente ed alla normativa vigente, hanno richiesto tempi lunghi. Analogamente, la successiva necessità di turnare il personale di laboratorio per garantire il distanziamento ha rallentato le attività.</p>
<b>Criticità finanziarie</b>	<p>La dotazione finanziaria è risultata adeguata alle attività sperimentali previste, e non sono pertanto state evidenziate criticità in questo senso.</p>

## **4 - Altre informazioni**

*Riportare in questa sezione eventuali altri contenuti tecnici non descritti nelle sezioni precedenti*

## **5 - Considerazioni finali**

*Riportare qui ogni considerazione che si ritiene utile inviare all'Amministrazione, inclusi suggerimenti sulle modalità per migliorare l'efficienza del processo di presentazione, valutazione e gestione di proposte da cofinanziare*

Nulla da segnalare.

## 6- Relazione tecnica

Descrivere le attività complessivamente effettuate, nonché i risultati innovativi e i prodotti che caratterizzano il Piano e le potenziali ricadute in ambito produttivo e territoriale

### 6.1 REALIZZAZIONE DEL PIANO

Sono state condotte le attività sperimentali di campo svolte negli appezzamenti coltivati a pomodoro da industria delle due aziende agricole partner, azienda Pizzacchera di Parma e azienda Felletti di Codigoro (FE). L'attività è stata coordinata da Stuard, in collaborazione con Felletti.

I trattamenti effettuati sulle parcelle sperimentali si possono sintetizzare nella seguente tabella (**Tabella 1**):

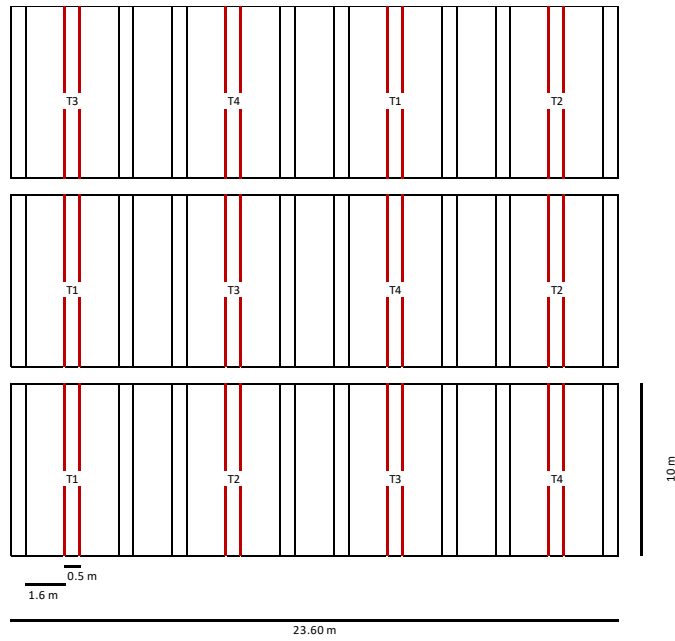
Tabella 1. Trattamenti effettuati sulle parcelle sperimentali pomodoro e mais

Codice tesi	Descrizione				
	Micorrize	Tricoderma	Biostimolante (in copertura)	Fertilizzazione	Gestione trattamenti anti-crittogamici
1	nessuno	nessuno	nessuno	-30% di azoto	malattia al 10%
2	AEGIS	nessuno	Trainer	aziendale	aziendale
3	AEGIS	nessuno	Trainer	-30% di azoto	aziendale
4	AEGIS	TIFI-MAX	Trainer	aziendale	dose minima etichetta
5	nessuno	nessuno	nessuno	aziendale	aziendale

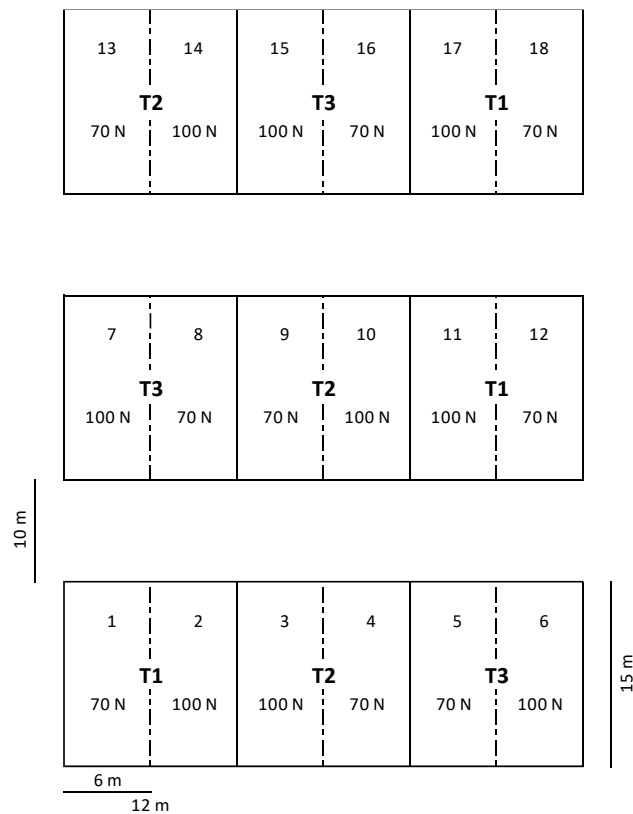
Aegis Sym irriga è compost da *Rhizoglobus irregulare* BEG72 e *Funneliformis mosseae* BEG234, 700 sp/g ciascuno e prodotto da Atens (Agrotecnologias Naturales SL, Tarragona, Spain). Tifi-max è *Trichoderma koningii* TK7, 10exp9 UFC/g, prodotto da Atens. Entrambi i prodotti sono stati distribuiti alla dose di 2 kg/ha, in accordo alla dose di etichetta. Il disegno sperimentale è risultato identico in entrambi i campi sperimentali. Ogni parcella era costituita da 3 prove di pomodoro della lunghezza di 50 metri per una superficie totale di circa 250 mq a parcella (**Figura 1a**).

Per mais è stato applicato uno schema a blocchi randomizzati (6 x 15 m ciascuno) (**Figura 1b**) e sono state considerati gli aspetti prioritari dell'efficienza uso azoto. A tal scopo, oltre ad Aegis+Tifi-max, è stata aggiunta una tesi ulteriore che comprende batteri rizosferici (due ceppi di *Bacillus megatherium*, in formulazione commerciale Bactrium, Atens SA).

**Figura 1a. Disegno sperimentale (prova parcellare pomodoro)**



**Figura 1b. Disegno sperimentale (prova parcellare mais)**



Stuard si è occupata nelle due stagioni colturali, 2020 e 2021, di coordinare e gestire le prove sperimentali presso le aziende agricole Felletti e Pizzacchera. Le prove sperimentali hanno avuto per oggetto la coltura del pomodoro da industria e si sono articolate in sotto-azioni, **PROVE PARCELLARI (azione 1-A)** e **PROVE ON FARM (azione 1-B)**.

## Azione 1-A: PROVE PARCELLARI

Le prove parcellari **su pomodoro** si sono caratterizzate da 5 trattamenti/tesi differenziate, articolate su pratiche colturali fondamentali nella produzione del pomodoro da industria, quali:

- **Livello della fertilizzazione azotata:** nelle tesi 1 e 3 la fertilizzazione è stata ridotta del 30% rispetto alle tesi 2, 4 e 5, dove si è attuata una fertilizzazione azotata piena (100%) secondo le esigenze e le consuetudini specifiche aziendali.
- **Utilizzo di biostimolanti:** nelle tesi 2, 3 e 4 sono stati aggiunti biostimolanti.
- **Gestione dei trattamenti fitosanitari:** nella tesi 1 i trattamenti sono stati gestiti trattando quando la malattia era al 10%, nella tesi 4 con le dosi minime da etichetta. Nelle tesi 2, 3 e 5 è stata effettuata la normale pratica aziendale di gestione dei trattamenti fitosanitari. Nella tabella sottostante è riportata la sintesi dei trattamenti effettuati.

Codice (numero tesi)	Descrizione tesi/trattamenti
1	Fert N ridotta (70%) + trattamento malattia 10%
2	Fert N piena (100%) + micorrize + idr. proteico + gestione aziendale trattamenti
3	Fert N ridotta (70%) + micorrize + idr. proteico + gestione aziendale trattamenti
4	Fert N piena (100%) + micorrize + tricotoderma + idr.prot. + dose minima etichetta
5	Fert N piena (100%) + gestione aziendale trattamenti

Nella tabella che segue si riporta il dettaglio trattamenti praticati

Codice (numero tesi)	Dettaglio tesi/trattamenti				
	Micorrize	Tricotoderma	Idrolizzato proteico	Fertilizzazione	Gestione trattamenti fitosanitari
1	nessuno	nessuno	nessuno	meno 30% di azoto	trattamento con malattia al 10%
2	AEGIS	nessuno	Trainer	aziendale (100% di azoto)	aziendale
3	AEGIS	nessuno	Trainer	meno 30% di azoto	aziendale
4	AEGIS	TIFI MAX/Condor	Trainer	aziendale (100% di azoto)	dose minima da etichetta
5	nessuno	nessuno	nessuno	aziendale (100% di azoto)	aziendale

La **gestione della fertilizzazione** differenziata delle diverse tesi è stata effettuata in modo diverso nelle 2 aziende.

Presso azienda Felletti, dove si utilizza la tecnica dell'irrigazione a pioggia, nella fase di copertura sono state effettuate manualmente (distribuzione manuale localizzata) le fertilizzazioni differenziate, utilizzando un concime azotato semplice (nitrato ammonico).

Presso azienda Pizzacchera, dove si utilizza la tecnica dell'irrigazione a goccia e conseguente possibilità di praticare la fertirrigazione sono stati applicati nelle parcelle una doppia manichetta e delle valvole che consentivano di bay-passare la parcella stessa quando era necessario ridurre l'apporto di concime azotato (vedi foto sottostanti). In sostanza si è adottato un sistema che consentiva di apportare un volume idrico uguale a quello delle altre tesi, ma di ridurre i tempi di erogazione del concime azotato durante la fase della fertirrigazione. Anche nel campo prova di Pizzacchera sono stati utilizzati concimi azotati semplici (nitrato ammonico solubile).



Particolare della doppia manichetta e valvola utilizzata da Pizzacchera nelle parcelle delle tesi 1 e 3, per ridurre la concimazione azotata

Il dettaglio delle concimazioni azotate apportate è sintetizzato nella tabella sotto.

Azienda	Anno	Fase/periodo	Modalità distribuzione	Formulato	Titolo azotato fertilizzante (%)	Dose unitaria (kg/ha)		Unità azotate fertilizzanti apportate (kg/ha)		Unità azotate fertilizzanti apportate (%)	
						Tesi 2-4-5	Tesi 1-3	Tesi 2-4-5	Tesi 1-3	Tesi 2-4-5	Tesi 1-3
Felletti	2020	pre-trapianto	meccanica	NPK	5,0	1.000,0	1.000,0	50,0	50,0		
		copertura	manuale/spaglio	Nitrato ammonico	27,0	400,0	224,5	108,0	60,6		
				<b>Totale anno</b>				<b>158,0</b>	<b>110,6</b>	<b>100</b>	<b>70</b>
Pizzacchera	2020	pre-trapianto	meccanica	NPK	8,0	1.000,0	1.000,0	80,0	80,0		
		copertura	fertirrigazione	Nitrato ammonico	34,0	300,0	139,5	102,0	47,4		
				<b>Totale anno</b>				<b>182,0</b>	<b>127,4</b>	<b>100</b>	<b>70</b>
Felletti	2021	pre-trapianto	meccanica	NPK	5,0	1.000,0	1.000,0	50,0	50,0		
		copertura	manuale/spaglio	Nitrato ammonico	27,0	400,0	224,5	108,0	60,6		
				<b>Totale anno</b>				<b>158,0</b>	<b>110,6</b>	<b>100</b>	<b>70</b>
Pizzacchera	2021	pre-trapianto	meccanica	NPK	10,0	1.000,0	1.000,0	100,0	100,0		
		copertura	fertirrigazione	Nitrato ammonico	34,0	250,0	86,5	85,0	29,4		
				<b>Totale anno</b>				<b>185,0</b>	<b>129,4</b>	<b>100</b>	<b>70</b>

La gestione dei trattamenti con biostimolanti è risultata diversificata a seconda del formulato.

Le micorrize (formulato commerciale AEGIS) sono state somministrate direttamente alla piantine nei contenitori alveolati, prima del trapianto, tramite scioglimento del prodotto polverulento in soluzione acquosa. E' stato effettuato un unico trattamento.





**Dosaggio di Aegis e Tifi Max e applicazione alle piantine di pomodoro prima del trapianto, presso azienda Pizzacchera**

Il **tricoderma** (formulato commerciale **Tifi Max** nel primo anno, **Condor** nel secondo anno) è stato applicato in 2 momenti, al trapianto trattando direttamente le piantine e in fase di piena vegetazione, 3-4 settimane dal trapianto.

L'**idrolizzato proteico** (formulato commerciale **Trainer**) è stato applicato con pompa a spalla in diverse fasi del ciclo culturale del pomodoro; in particolare sono stati effettuati 2 trattamenti nel 2020, 3 trattamenti nel 2021.



**Preparazione della dose e distribuzione di Trainer presso azienda Felletti**

La **gestione differenziata dei trattamenti fitosanitari** rispetto alla gestione aziendale, effettuata nelle tesi 1 e 4, è stata effettuata secondo il protocollo operativo (anche in base alle indicazioni della capannina di Horta installate presso i campi prova nel 2° anno), ma non ha determinato particolari conseguenze a livello fitosanitario.

Infatti in tutti i campi prova non si sono verificate problematiche particolari, con uno stato fitosanitario buono o discreto in tutte le parcelle sperimentali. Si ricorda infatti che le stagioni in cui si è svolta la prova, si sono caratterizzate per condizioni piuttosto favorevoli alla coltivazione del pomodoro da industria, specialmente la stagione 2021.



Immagine dei trattamenti differenziati per le tesi 1 e 4



Nella tabella sottostante si riporta uno schema sintetico delle date di trapianto, varietà coltivate, date dei trattamenti effettuati e le date di raccolta delle parcelle sperimentali.

Azienda	Anno prova	Varietà pomodoro	Data trapianto	Data applicazione e micorrize (AEGIS): tesi 2-3-4	Data 1° applicazione e tricoderma (Tifi Max/Condor): tesi 4	Data 2° applicazione e tricoderma (Tifi Max/Condor): tesi 4	Data 1° applicazione e idrolizzato proteico (Trainer): tesi 2-3-4	Data 2° applicazione e idrolizzato proteico (Trainer): tesi 2-3-4	Data 3° applicazione e idrolizzato proteico (Trainer): tesi 2-3-4	Data raccolta parcelle sperimentali (data di maturazione)	Lunghezza ciclo colturale (n° giorni)
Felletti	2020	Heinz 3402	25/05/20	25/05/20	25/05/20	01/07/20	10/07/20	24/07/20		27/08/20	94,0
Pizzacchera	2020	Heinz 3402	01/06/20	01/06/20	01/06/20	26/06/20	13/07/20	31/07/20		28/08/20	88,0
Felletti	2021	Sailor	03/06/21	03/06/21	03/06/21	25/06/21	09/07/21	26/07/21	06/08/21	26/08/21	84,0
Pizzacchera	2021	Heinz 1301	03/06/21	03/06/21	03/06/21	07/07/21	07/07/21	23/07/21	10/08/21	07/09/21	96,0

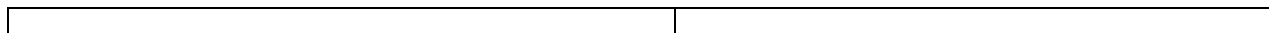
Il **disegno sperimentale** adottato nei campi prova nel primo anno di prova era costituito da parcelloni ben dimensionati al cui interno sono state ricavate delle aree di saggio. Ogni parcella era costituita da 3 prose di pomodoro (larghezza 1,4/1,6 metri) della lunghezza di 50 metri per una superficie totale di circa 250 mq a parcellone.

Blocco 3	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	16,7	metri
Blocco 2	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	16,7	50,1 metri
Blocco 1	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5	16,7	metri
	4,8			4,8			4,8			4,8			4,8			metri	
	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	metri	
	24															metri	

Nel secondo anno di prova, allo scopo di ridurre la variabilità di campo, si è adottato un disegno sperimentale con tesi a blocchi randomizzati (più un blocco di riserva), con prose singole (superficie della singola parcella pari a circa 15 mq).

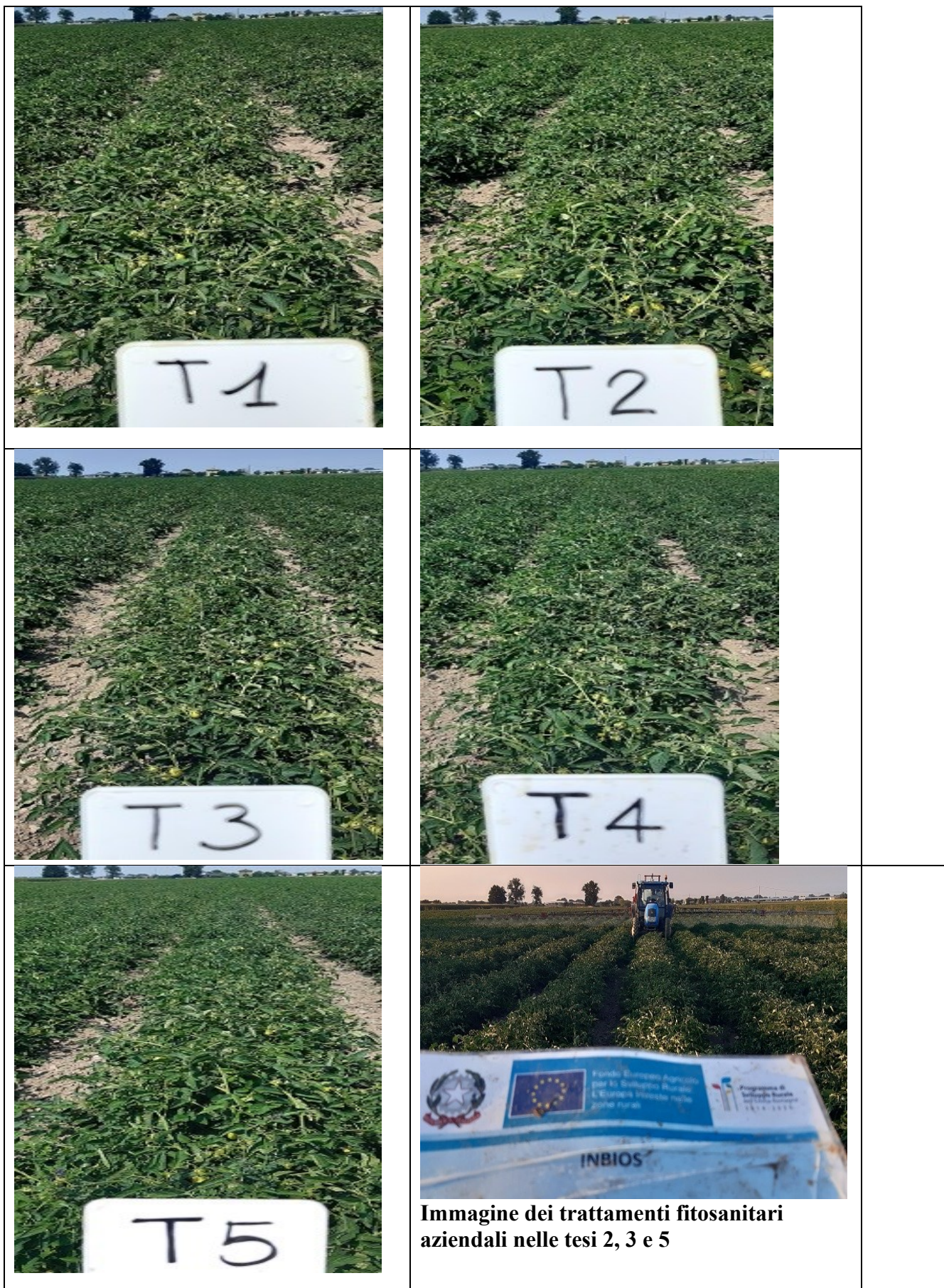
Blocco 4	3	5	2	1	4	10	metri
Blocco 3	2	3	4	5	1	10	metri
Blocco 2	4	1	5	2	3	10	metri
Blocco 1	1	2	3	4	5	10	metri
	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	metri	
	8,0					metri	

Alcune immagini delle parcelle sperimentali c/o azienda Felletti nel primo anno di prova (2020). Si può notare che visivamente non c'erano differenze (di vigoria vegetativa e sanità) rilevanti tra le parcelle.

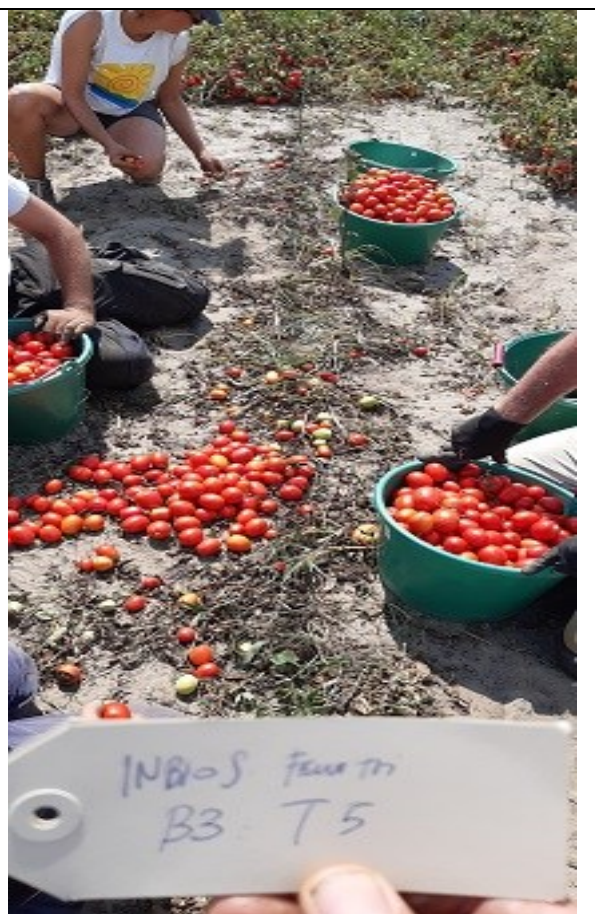




Altre immagini delle parcelle sperimentali, questa volta c/o azienda Pizzacchera nel primo anno di prova (2020). Anche in questo caso le foto confermano che visivamente non si rilevavano differenze (di vigoria vegetativa e sanità) significative tra le parcelle.



Alla fine del ciclo culturale, al raggiungimento della maturazione della coltura del pomodoro, sono stati effettuati tutti i rilievi colturali, fisiologici, produttivi e qualitativi, con valutazioni visive a punteggio, la raccolta manuale delle parcelle sperimentali, raccolta di campioni di bacche e analisi qualitative (foto sottostanti).



#### Risultati del 1° anno di prova (2020) di azienda Felletti

La prova sperimentale c/o azienda agricola Felletti è stata condotta regolarmente, adottando la migliore tecnica culturale e applicando il protocollo descritto nel Piano del GO. A livello di imprevisti, da segnalare alcuni attacchi di grandine che hanno

colpito il campo nelle prime fasi di sviluppo della coltivazione, che hanno influenzato parzialmente il risultato produttivo finale, peggiorandolo, oltre che ad aumentare la variabilità delle parcelle sperimentali.

I risultati della prova sono sintetizzati nelle tabelle seguenti, dove si riportano tutti i parametri rilevati (dati produttivi, residuo ottico, caratteristiche della pianta, difettosità delle bacche), valori medi ed elaborazione statistica.

Azienda Felletti, localita' Codigoro (FE) - risultati produttivi e analisi residuo ottico - 1° anno di prova (2020)												
Tesi/trattamenti (numero)	PRODUZIONE											Analisi qualità: residuo ottico (°Brix)
	Rifrattometrica totale (Kg °brix/ha)	Commerciabile (t/ha)	Immatura (t/ha)	Marcia (t/ha)	Marciume apicale (t/ha)	Totale (t/ha)	Commerciale (%)	Immatura (%)	Marcio (%)	Marciume apicale (%)		
1	3.339	68,0	5,4	1,4	1,2	76,1	89,5 A	7,1	1,9	1,5	4,91	
2	3.321	65,8	3,8	1,1	0,8	71,5	92,0 A	5,3	1,5	1,2	5,05	
3	3.625	70,7	4,8	1,4	1,5	78,4	90,2 A	6,1	1,8	1,9	5,13	
4	3.698	71,9	10,1	1,4	1,5	84,9	84,6 B	11,9	1,6	1,8	5,15	
5	3.573	70,2	7,9	0,8	2,1	81,0	86,7 B	9,8	1,0	2,6	5,09	
<b>Media</b>	<b>3.511</b>	<b>69,3</b>	<b>6,4</b>	<b>1,2</b>	<b>1,4</b>	<b>78,4</b>	<b>88,6</b>	<b>8,0</b>	<b>1,6</b>	<b>1,8</b>	<b>5,06</b>	
<b>CV (%)</b>	<b>15,77</b>	<b>17,91</b>	<b>53,01</b>	<b>51,26</b>	<b>31,09</b>	<b>18,42</b>	<b>2,16</b>	<b>33,37</b>	<b>52,39</b>	<b>47,22</b>	<b>4,71</b>	
<b>Significatività</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

Significatività: (\*\*): P=0,01; (\*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05)

**Commenti alla tabella:**

L'elaborazione statistica dei dati ha evidenziato delle differenze significative solo nella **produzione commerciale (espressa in termini %)**, dove si evidenzia che le tesi 1,2,3, hanno fornito una resa maggiore in termini percentuali, in altri termini una minore quota di scarto non commerciale (nel caso specifico una minore percentuale di verde e di marciume apicale).

Per tutti gli altri parametri rilevati, l'elaborazione statistica non ha fornito differenze significative.

Un parametro molto importante quale è il **residuo ottico** non è risultato significativamente diverso tra i diversi trattamenti. Tuttavia si evidenzia un brix leggermente più elevato nelle tesi 3 e 4.

Si ricorda che la **produzione rifrattometrica totale** è uguale al prodotto della produzione commerciale espressa in kg e il residuo ottico espresso in termini percentuali. E' un parametro che esprime la produzione di sostanze solide solubili (quasi tutti zuccheri) ad ettaro. Esempio resa commerciale 100 tonnellate = 100.000 kg x (0,05) 5% di brix = 5000 kg/ha di brix. In pratica è un parametro che esprime in un unico numero la quantità e la qualità della produzione commerciale. Nel campo prova 2020 nessuna differenza significativa tra le tesi.

Azienda Felletti, localita' Codigoro (FE) - caratteristiche pianta e bacca - 1° anno di prova (2020)												
Tesi/trattamenti (numero)	CARATTERI PIANTA				Bacca	Difettosità maggiore				Difettosità minore		
	Lunghezza ciclo colturale (n° giorni)	Lunghezza branche (cm)	Stato fitosanitario P:(5-1)	Copertura frutti P:(5-1)	Peso medio (grammi)	Marcio/paccato (%)	Marciume apicale (%)	Scottato (%)	Pedicelli (%)	Collettato > 3 cm (%)	Spaccato/cicatrizzato (%)	Molle (%)
1	91,3	78,6	4,0	3,0	48,0	0,9	2,2	7,1	0,0	0,3	0,0	1,1
2	90,7	79,7	4,0	3,0	43,4	1,9	1,6	1,9	0,0	0,0	1,0	1,1
3	89,3	76,0	4,0	3,0	42,9	4,5	0,4	4,5	0,0	0,0	0,0	2,3
4	90,3	80,8	4,0	3,0	47,7	1,0	2,1	3,4	0,0	0,0	0,0	2,3
5	90,3	83,7	4,0	3,0	45,1	4,5	1,2	3,7	0,0	0,4	0,0	1,1
<b>Media</b>	<b>90,4</b>	<b>79,8</b>	<b>4,0</b>	<b>3,0</b>	<b>45,4</b>	<b>2,6</b>	<b>1,5</b>	<b>4,1</b>	<b>0,0</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>1,6</b>
<b>CV (%)</b>	<b>1,27</b>	<b>3,81</b>	---	---	<b>8,59</b>	<b>103,7</b>	<b>79,9</b>	<b>109,8</b>	---	---	---	<b>110,9</b>
<b>Significatività</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	---	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	---	---	<b>n.s.</b>

Significatività: (\*\*): P=0,01; (\*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05);  
Valori a punteggio da 5 = situazione ottimale a 1 = situazione indesiderata

**Commenti alla tabella:**

I trattamenti effettuati non hanno influito sui parametri relativi alle caratteristiche della pianta e rilevati dalle parcelle sperimentali, quali la lunghezza del ciclo colturale (n° giorni), la lunghezza delle branche (che esprime la vigoria delle piante), lo stato fitosanitario, il grado di copertura dei frutti. Anche i diversi parametri relativi alle caratteristiche della bacca, quali il peso medio e le diverse categorie della difettosità qualitativa, non sono stati influenzati dai trattamenti effettuati.

Occorre comunque specificare che la maggior parte dei suddetti parametri (esempio lunghezza del ciclo colturale, lo stato fitosanitario, la presenza di bacche con pedicelli, bacche collettate, bacche molli) dipendono più da caratteristiche genetiche della varietà, che da trattamenti esterni.

#### Risultati del 1° anno di prova (2020) di azienda Pizzacchera

La prova sperimentale c/o azienda agricola Pizzacchera, analogamente alla prova presso azienda Felletti, è stata condotta regolarmente, adottando la migliore tecnica colturale e applicando il protocollo descritto nel Piano del GO.

Nel caso specifico, il campo prova si è caratterizzato con una buona partenza della coltura ed un ottimo sviluppo vegetativo e produttivo. Unica nota negativa un attacco di batteriosi nella fase finale del ciclo che ha ridotto le performance produttive. I risultati della prova sono sintetizzati nelle tabelle seguenti, dove si riportano tutti i parametri rilevati (dati produttivi, residuo ottico, caratteristiche della pianta, difettosità delle bacche), valori medi ed elaborazione statistica.



Azienda Pizzacchera, localita' Eia (PR) - risultati produttivi e analisi residuo ottico - 1° anno di prova (2020)											
Tesi/trattamenti (numero)	PRODUZIONE										Analisi qualitativa: residuo ottico (°Brix)
	Rifratte trica totale (Kg °brix/ha)	Commerci abile (t/ha)	Immatu ra (t/ha)	Marcia (t/ha)	Marciume apicale (t/ha)	Totale (t/ha)	Commer ciale (%)	Immatu ro (%)	Marcio (%)	Marciume apicale (%)	
1	3.803	82,7 B	13,0	2,1	0,4	98,2 B	84,1	13,2	2,2	0,5	4,60
2	4.124	88,8 A	12,3	3,1	0,5	104,7 A	84,8	11,8	3,0	0,5	4,65
3	3.548	78,6 B	7,4	1,9	0,5	88,5 B	88,9	8,3	2,2	0,6	4,51
4	4.215	88,0 A	10,2	2,7	1,0	101,9 A	86,4	10,0	2,6	1,0	4,79
5	4.082	89,0 A	12,1	3,1	0,8	104,9 A	84,8	11,5	2,9	0,7	4,59
<b>Media</b>	<b>3.918</b>	<b>84,6</b>	<b>10,5</b>	<b>2,7</b>	<b>0,6</b>	<b>98,4</b>	<b>86,0</b>	<b>10,6</b>	<b>2,7</b>	<b>0,6</b>	<b>4,63</b>
<b>CV (%)</b>	<b>6,62</b>	<b>4,56</b>	<b>27,67</b>	<b>32,81</b>	<b>79,20</b>	<b>5,26</b>	<b>3,01</b>	<b>23,40</b>	<b>32,37</b>	<b>77,10</b>	<b>3,78</b>
<b>Significatività</b>	<b>n.s.</b>	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>
<i>Significatività: (**): P=0,01; (*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05)</i>											
<b>Commenti alla tabella:</b>											
L'elaborazione statistica dei dati ha evidenziato delle differenze significative molto importanti nella <b>produzione commerciale (espressa in tonnellate/ha)</b> , dove si evidenzia che le tesi che hanno fornito meno azoto alla coltura (tesi 1 e 3), hanno prodotto meno rispetto alle tesi con concimazione piena.											
Le stesse considerazioni viste sopra valgono anche per il parametro <b>produzione totale</b> (uguale alla somma di produzione commerciale, immatura, marcia e marciume apicale). La produzione totale ha evidenziato lo stesso andamento della produzione commerciale.											
Un parametro molto importante quale è il <b>residuo ottico</b> non è risultato significativamente diverso tra i diversi trattamenti (la tesi 4 ha comunque fornito il residuo ottico più alto, rilevato anche nel campo prova di az. Felletti).											
Si ricorda che la <b>produzione rifrattometrica totale</b> è uguale al prodotto della produzione commerciale espressa in kg e il residuo ottico espresso in termini percentuali. E' un parametro che esprime la produzione di sostanze solidi solubili (quasi tutti zuccheri) ad ettaro. Esempio resa commerciale 100 tonnellate = 100.000 kg x (0,05) 5% di brix = 5000 kg/ha di brix. In pratica è un parametro che esprime in un unico numero la quantità e la qualità della produzione commerciale. Nel campo prova 2020 nessuna differenza significativa tra le tesi.											
Infine nessuna differenza statisticamente significativa tra le diverse categorie della produzione (commerciale, immaturo, marcio e marcio apicale) espresse in termini percentuale (la cui somma è uguale a 100).											

Azienda Pizzacchera, localita' Eia (PR) - caratteristiche pianta e bacca - 1° anno di prova (2020)													
Tesi/trattamenti (numero)	CARATTERI PIANTA				Bacca	Difettosità maggiore				Difettosità minore			
	Lunghezza ciclo colturale (n° giorni)	Lunghezza branche (cm)	Stato fitosanitario P:(5-1)	Copertura frutti P:(5-1)	Peso medio (grammi)	Marcio/paccato (%)	Marciume apicale (%)	Scottato (%)	Pedicelli (%)	Collettato (%)	Spaccato/cicatrizzato (%)	Molle (%)	
1	88,3	104,9	3,0	3,0	49,1	0,0	0,0	5,2	0,7	0,8	0,9	0,0	
2	87,7	105,7	3,0	3,0	51,1	0,4	0,0	5,8	2,3	1,8	0,0	0,0	
3	86,3	100,8	3,0	3,0	48,8	0,4	0,0	4,7	1,0	1,8	0,7	0,0	
4	87,3	111,5	3,0	3,0	51,6	0,0	0,0	4,4	0,3	1,7	0,0	0,0	
5	87,3	99,6	2,8	2,8	51,2	0,0	0,0	4,1	0,7	0,8	0,4	0,0	
<b>Media</b>	<b>87,3</b>	<b>104,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>50,3</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	<b>5,0</b>	<b>0,7</b>	<b>1,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,0</b>	
<b>CV (%)</b>	<b>1,20</b>	<b>6,85</b>	---	---	<b>3,88</b>	<b>265,0</b>	---	<b>29,87</b>	<b>200,7</b>	<b>67,40</b>	<b>234,4</b>	---	
<b>Significatività</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	---	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	
Significatività: (**): P=0,01; (*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05); Valori a punteggio da 5 = situazione ottimale a 1 = situazione indesiderata													
<b>Commenti alla tabella:</b>													
I trattamenti effettuati non hanno influito sui parametri relativi alle caratteristiche della pianta e rilevati dalle parcelle sperimentali, quali la lunghezza del ciclo colturale (n° giorni), la lunghezza delle branche (che esprime la vigoria delle piante), lo stato fitosanitario, il grado di copertura dei frutti. Anche i diversi parametri relativi alle caratteristiche della bacca, quali il peso medio e le diverse categorie della difettosità qualitativa, non sono stati influenzati dai trattamenti effettuati.													
Occorre comunque specificare che la maggior parte dei suddetti parametri (esempio lunghezza del ciclo colturale, lo stato fitosanitario, la presenza di bacche con pedicelli, bacche collettate, bacche molli) dipendono più da caratteristiche genetiche della varietà, che da trattamenti esterni.													

### Risultati del 2° anno di prova (2021) di azienda Felletti

La prova sperimentale c/o azienda agricola Felletti è stata condotta regolarmente anche nella stagione 2021, adottando la migliore tecnica colturale e applicando il protocollo descritto nel Piano del GO. A differenza dell'anno precedente, non si sono riscontrati particolari imprevisti e i risultati produttivi sono risultati soddisfacenti, con una resa media di prodotto commerciale pari a 106,5 tonnellate per ettaro.

I risultati della prova sono sintetizzati nelle tabelle seguenti, dove si riportano tutti i parametri rilevati (dati produttivi, residuo ottico, caratteristiche della pianta, difettosità delle bacche), valori medi ed elaborazione statistica.

Azienda Felletti, localita' Codigoro (FE) - risultati produttivi e analisi residuo ottico - 2° anno di prova (2021)											
Tesi/trattamenti (numero)	PRODUZIONE										Analisi qualitativa: residuo ottico (°Brix)
	Rifratte trica totale (Kg °brix/ha)	Commer ciabile (t/ha)	Immatur a (t/ha)	Marcia (t/ha)	Marcia me apicale (t/ha)	Totale (t/ha)	Commerci ale (%)	Immatur o (%)	Marcio (%)	Marcia me apicale (%)	
1	4.552	93,5	6,5	4,1	1,6	105,7	88,5	6,1	3,9	1,5	4,87
2	5.511	107,9	6,5	4,0	1,6	120,0	89,9	5,4	3,4	1,3	5,11
3	5.106	101,3	5,6	2,4	0,9	110,2	91,9	5,1	2,2	0,8	5,04
4	5.910	115,2	7,3	3,7	1,1	127,3	90,5	5,7	2,9	0,9	5,13
5	5.412	114,6	5,4	2,7	1,3	124,0	92,4	4,4	2,2	1,1	4,72
<b>Media</b>	<b>5.298</b>	<b>106,5</b>	<b>6,3</b>	<b>3,4</b>	<b>1,3</b>	<b>117,4</b>	<b>90,6</b>	<b>5,3</b>	<b>2,9</b>	<b>1,1</b>	<b>4,97</b>
<b>CV (%)</b>	<b>12,08</b>	<b>16,30</b>	<b>38,58</b>	<b>47,61</b>	<b>60,82</b>	<b>16,11</b>	<b>2,32</b>	<b>36,52</b>	<b>47,01</b>	<b>64,72</b>	<b>5,46</b>
<b>Significatività</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>
Significatività: (**): P=0,01; (*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05)											
<b>Commenti alla tabella:</b>											
L'elaborazione statistica dei dati non ha rilevato alcuna differenza significativa dei trattamenti effettuati, tuttavia possiamo segnalare un paio di tendenze, viste l'anno precedente:											
La resa commerciale è comunque più elevata nella tesi con concimazione piena azotata (tesi 2, 4 e 5).											
Il residuo ottico è più elevato nelle tesi 2,3 e 4 (ovvero quelle trattate con i vari formulati biostimolanti).											

Nel campo di Felletti 2021 si evidenzia quindi un andamento della resa commerciale molto simile a quello che si è verificato nel 2020 presso azienda Pizzacchera.

Azienda Felletti, localita' Codigoro (FE) - risultati produttivi e analisi residuo ottico - 2° anno di prova (2021)												
Tesi/trattamenti (numero)	CARATTERI PIANTA				Bacca	Difettosità (rilevata su un campione di 100 bacche)						
	Lunghezza ciclo colturale (n° giorni)	Lunghezza branche (cm)	Stato fitosanitario P:(5-1)	Copertura frutti P:(5-1)	Peso medio (grammi)	Marcio/paccato (%)	Marciume apicale (%)	Scottato (%)	Pedicelli (%)	Collettato (%)	Spaccato/cicatrizzato (%)	Molle (%)
1	78,7	67,9	3,5	4,0	54,7	1,3	0,8	0,9	0,7	0,5	0,0	0,0
2	78,3	66,8	3,5	4,0	51,1	4,1	0,0	1,5	1,7	1,5	0,0	0,0
3	78,3	67,7	3,5	4,0	55,7	0,9	0,0	0,0	1,7	1,1	0,0	0,0
4	78,3	69,8	3,5	4,0	57,3	1,4	0,4	0,7	1,3	0,6	0,0	0,0
5	77,7	71,1	3,5	4,0	55,1	1,2	0,3	1,2	0,0	1,5	0,0	0,0
<b>Media</b>	<b>78,3</b>	<b>68,7</b>	<b>3,5</b>	<b>4,0</b>	<b>54,8</b>	<b>1,8</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>CV (%)</b>	<b>1,14</b>	<b>5,66</b>	---	---	<b>7,62</b>	<b>124,9</b>	<b>184,2</b>	<b>121,4</b>	<b>92,17</b>	<b>124,1</b>	---	---
<b>Significatività</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	---	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	---

Significatività: (\*\*): P=0,01; (\*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0,05);  
Valori a punteggio da 5 = situazione ottimale a 1 = situazione indesiderata

**Commenti alla tabella:**

I trattamenti effettuati non hanno influito parametri relativi alle caratteristiche della pianta e rilevati dalle parcelle sperimentali, quali la lunghezza del ciclo colturale (n° giorni), la lunghezza delle branche (che esprime la vigoria delle piante), lo stato fitosanitario, il grado di copertura dei frutti. Anche i diversi parametri relativi alle caratteristiche della bacca, quali il peso medio e le diverse categorie della difettosità qualitativa, non sono stati influenzati dai trattamenti effettuati.

Occorre comunque specificare che la maggior parte dei suddetti parametri (esempio lunghezza del ciclo colturale, lo stato fitosanitario, la presenza di bacche con pedicelli, bacche collettate, bacche molli) dipendono più da caratteristiche genetiche della varietà, che da trattamenti esterni.

### Risultati del 2° anno di prova (2021) di azienda Pizzacchera

La prova sperimentale c/o azienda agricola Pizzacchera è stata condotta regolarmente anche nella stagione 2021, adottando la migliore tecnica colturale e applicando il protocollo descritto nel Piano del GO. A differenza dell'anno precedente, non si sono riscontrati particolari imprevisti e i risultati produttivi sono risultati soddisfacenti, con una resa media di prodotto commerciale pari a 105,6 tonnellate per ettaro.

I risultati della prova sono sintetizzati nelle tabelle seguenti, dove si riportano tutti i parametri rilevati (dati produttivi, residuo ottico, caratteristiche della pianta, difettosità delle bacche), valori medi ed elaborazione statistica.

Azienda Pizzacchera, localita' Eia (PR) - risultati produttivi e analisi residuo ottico - 2° anno di prova (2021)											
Tesi/trattamenti (numero)	PRODUZIONE										Analisi qualitativa: residuo ottico (°Brix)
	Rifrattometrica totale (Kg °brix/ha)	Commerciale (t/ha)	Immatura (t/ha)	Marcia (t/ha)	Marciume apicale (t/ha)	Totale (t/ha)	Commerciale (%)	Immatura (%)	Marcio (%)	Marciume apicale (%)	
1	4.583 B	90,8 B	9,2	1,8 B	0,0	101,8 B	89,2	9,1	1,7	0,0	5,05 B
2	5.691 A	106,9 A	14,5	2,7 A	0,0	124,1 A	86,1	11,7	2,2	0,0	5,32 A
3	6.103 A	111,9 A	14,3	2,1 B	0,0	128,3 A	87,2	11,1	1,6	0,0	5,45 A
4	5.774 A	106,5 A	14,8	2,2 B	0,0	123,4 A	86,3	12,0	1,7	0,0	5,42 A
5	5.673 A	112,0 A	19,6	3,0 A	0,0	134,6 A	83,2	14,6	2,2	0,0	5,06 B
<b>Media</b>	<b>5.565</b>	<b>105,6</b>	<b>14,5</b>	<b>2,3</b>	<b>0,0</b>	<b>122,5</b>	<b>86,4</b>	<b>11,7</b>	<b>1,9</b>	<b>0,0</b>	<b>5,26</b>
<b>CV (%)</b>	<b>4,50</b>	<b>5,57</b>	<b>47,23</b>	<b>13,76</b>	---	<b>7,25</b>	<b>5,50</b>	<b>41,40</b>	<b>14,00</b>	---	<b>2,52</b>
<b>Significatività</b>	<b>**</b>	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>*</b>	---	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	<b>*</b>

Significatività: (\*\*): P=0,01; (\*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05)

**Commenti alla tabella:**

L'elaborazione statistica dei dati ha rilevato differenze significative dei trattamenti effettuati, in particolare a livello di alcuni parametri molto importanti quali la resa commerciale e il residuo ottico.

La resa commerciale è risultata più elevata nella tesi 2, 3, 4 e 5. Medesimo andamento anche per la produzione totale.

Il residuo ottico è più elevato nelle tesi 2,3 e 4 (ovvero quelle trattate con i vari formulati biostimolanti). Lo stesso andamento visto nell'anno precedente.

La **produzione rifrattometrica totale** espressa in kg di gradi brix ad ettaro risulta ovviamente influenzata dai parametri che la costituiscono, resa commerciale e residuo ottico, ragione per cui assume un valore particolarmente elevato nelle tesi 2,3,4 e 5.

La tesi 1, ovvero quella trattata con meno azoto e senza l'ausilio dei biostimolanti si conferma quella meno produttiva a livello di resa commerciale. La tesi 3 invece, probabilmente grazie al contributo dei biostimolanti che hanno compensato la minore concimazione azotata, ha mantenuto un ottimo livello produttivo.

Molto interessante anche il risultato fornito dal residuo ottico, con un andamento sostanzialmente identico a quello rilevato presso azienda Felletti nel 2021, ovvero valori più elevati di brix per i trattamenti con biostimolanti (tesi 2, 3 e 4).

La tabella che segue, dove vengono riportate i risultati relativi alla lunghezza del ciclo, la vigoria (lunghezza delle branche), stato fitosanitario, copertura delle bacche, peso medio delle bacche e difetti qualitativi), non evidenzia differenze significative, analogamente a quanto già visto negli altri campi prova.

Azienda Pizzacchera, localita' Eia (PR) - caratteristiche pianta e bacca - 2° anno di prova (2021)												
Tesi/trattamenti (numero)	CARATTERI PIANTA				Bacca	Difettosità maggiore				Difettosità minore		
	Lunghezza ciclo colturale (n° giorni)	Lunghezza branche (cm)	Stato fitosanitario P:(5-1)	Copertura frutti P:(5-1)	Peso medio (grammi)	Marcio/paccato (%)	Marciume apicale (%)	Scottato (%)	Pedicelli (%)	Collettato (%)	Spaccato/cicatrizzato (%)	Molle (%)
1	91,7	81,5	4,5	3,5	53,1	0,5	0,0	0,5	1,0	0,0	0,0	0,0
2	92,7	82,9	4,5	3,8	59,8	1,5	0,0	0,4	1,3	0,0	0,5	0,0
3	92,0	88,9	4,3	3,7	52,3	2,4	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	0,0
4	93,0	82,9	4,5	3,7	53,3	1,1	0,0	0,5	1,0	0,0	0,8	0,0
5	93,7	95,5	4,5	4,0	54,2	4,1	0,0	0,4	1,0	0,0	1,2	0,0
<b>Media</b>	<b>92,6</b>	<b>86,3</b>	<b>4,5</b>	<b>3,7</b>	<b>54,5</b>	<b>1,9</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>
<b>CV (%)</b>	<b>2,13</b>	<b>8,81</b>	---	---	<b>6,03</b>	<b>69,06</b>	---	<b>110,0</b>	<b>78,53</b>	---	<b>140,2</b>	---
<b>Significatività</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	---	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	<b>n.s.</b>	---

Significatività: (\*\*): P=0,01; (\*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05);  
Valori a punteggio da 5 = situazione ottimale a 1 = situazione indesiderata

**Commenti alla tabella:**

I trattamenti effettuati non hanno influito parametri relativi alle caratteristiche della pianta e rilevati dalla parcella sperimentali, quali la lunghezza del ciclo colturale (n° giorni), la lunghezza delle branche (che esprime la vigoria delle piante), lo stato fitosanitario, il grado di copertura dei frutti. Anche i diversi parametri relativi alle caratteristiche della bacca, quali il peso medio e le diverse categorie della difettosità qualitativa, non sono stati influenzati dai trattamenti effettuati.

Occorre comunque specificare che la maggior parte dei suddetti parametri (esempio lunghezza del ciclo colturale, lo stato fitosanitario, la presenza di bacche con pedicelli, bacche collettate, bacche molli) dipendono più da caratteristiche genetiche della varietà, che da trattamenti esterni.

#### Elaborazione cumulativa dei campi prova

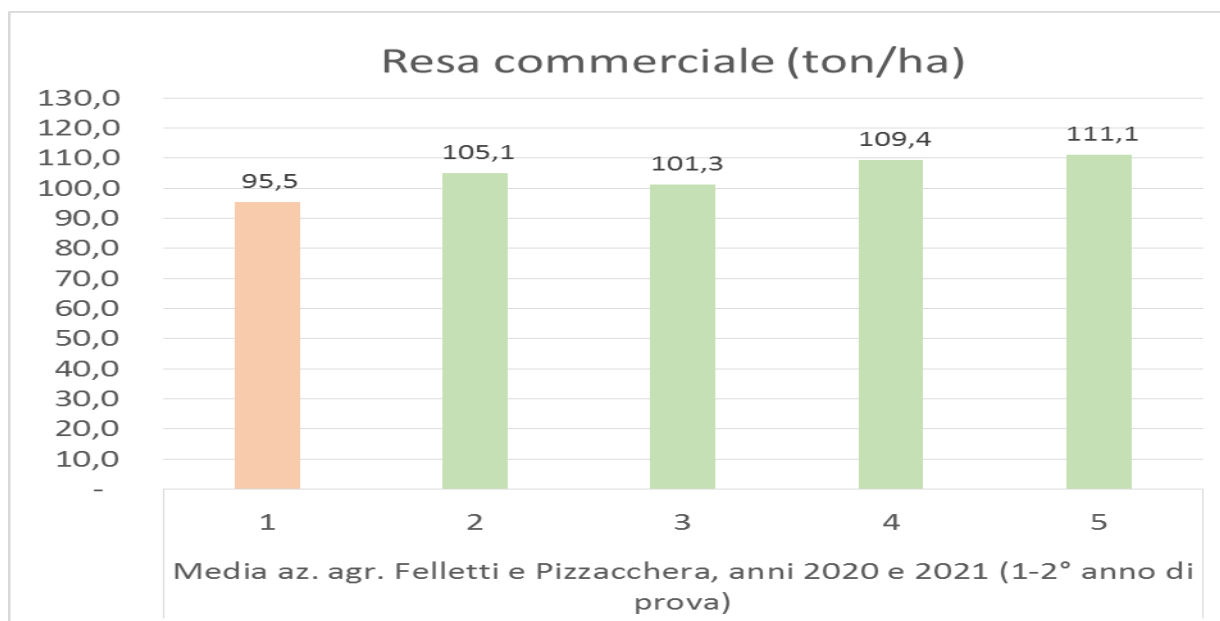
I risultati dei 2 campi prova, Felletti e Pizzacchera, nelle 2 stagioni hanno evidenziato alcuni risultati molto interessanti, con degli andamenti di resa e di residuo ottico, molto simili.

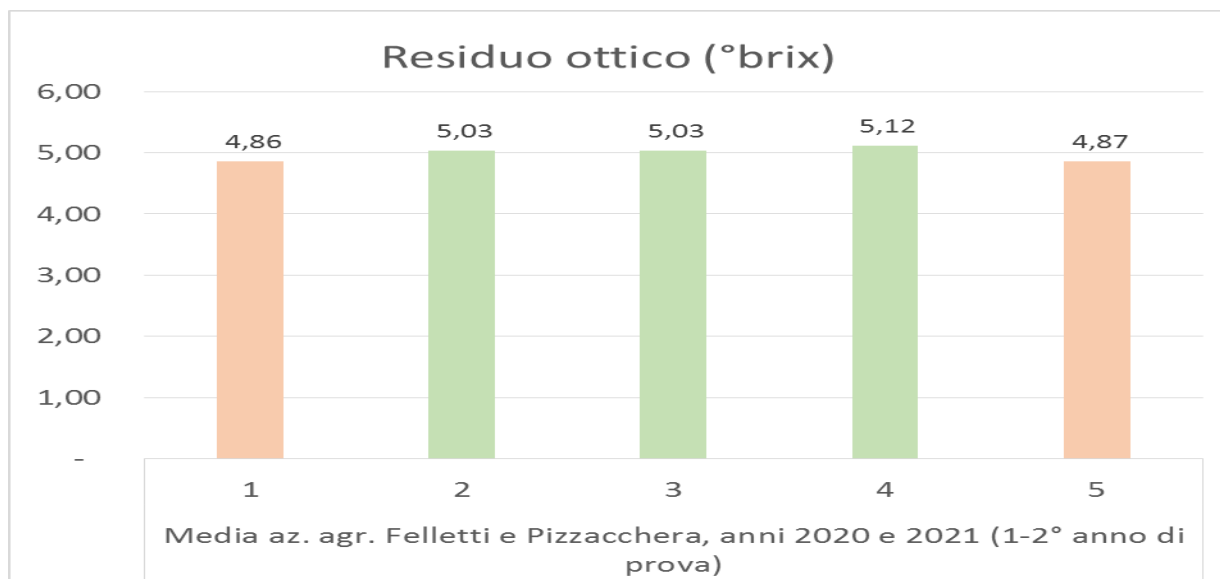
Se si effettua una elaborazione complessiva dei risultati dei campi, questi andamenti simili risultato significativi anche dal punto di vista statistico (si veda tabella seguente). In particolare:

- **Resa commerciale (ton/ha):** le tesi 2, 3, 4 e 5 hanno fornito una produzione di bacche mature più elevata rispetto alla tesi 1. La tesi 1 era quella a fertilizzazione azotata ridotta del 30% e non è stata trattata con i biostimolanti. La tesi 3 invece ha mantenuto un buon livello di resa, nonostante la fertilizzazione ridotta, grazie ai trattamenti con biostimolanti.
- **Residuo ottico (°brix):** le tesi 2, 3 e 4 hanno ottenuto un valore significativamente più elevato di brix rispetto alle tesi 1 e 5, ovvero rispetto alle tesi non trattate con biostimolanti.
- **Produzione rifrattometrica** espressa in kg/ha di gradi brix è risultata più elevata nelle tesi 2, 3, 4 e 5, per l'effetto combinato di resa e residuo ottico.

Elaborazione cumulativa delle rese e residuo ottico dei campi prova (Felletti/Pizzacchera, anno 2020 e 2021)											
Tesi/trattamenti (numero)	PRODUZIONE										Analisi qualitativa : residuo ottico (°Brix)
	Rifrattometrica totale (Kg °brix/ha)	Commerciale (t/ha)	Immatura (t/ha)	Marcia (t/ha)	Marciume apicale (t/ha)	Totale (t/ha)	Commerciale (%)	Immatura (%)	Marcio (%)	Marciume apicale (%)	
1	4.067 B	83,8 B	8,5	2,4	0,8	95,5 B	87,8	8,9	2,5	0,8	4,86 B
2	4.646 A	92,3 A	9,3	2,7	0,7	105,1 A	87,9	8,8	2,6	0,7	5,03 A
3	4.562 A	90,6 A	8,0	2,0	0,7	101,3 B	89,4	7,9	1,9	0,7	5,03 A
4	4.886 A	95,4 A	10,6	2,5	0,9	109,4 A	87,2	9,7	2,3	0,8	5,12 A
5	4.693 A	96,5 A	11,3	2,4	1,0	111,1 A	86,8	10,1	2,1	0,9	4,87 B
<b>Media</b>	<b>4.571</b>	<b>91,7</b>	<b>9,5</b>	<b>2,4</b>	<b>0,8</b>	<b>104,5</b>	<b>87,8</b>	<b>9,1</b>	<b>2,3</b>	<b>0,8</b>	<b>4,98</b>
<b>CV (%)</b>	<b>10,62</b>	<b>11,69</b>	<b>45,42</b>	<b>40,96</b>	<b>64,02</b>	<b>12,27</b>	<b>3,69</b>	<b>35,96</b>	<b>39,71</b>	<b>69,75</b>	<b>4,13</b>
<b>Significatività</b>	<b>**</b>	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>*</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>**</b>

Significatività: (\*\*): P=0,01; (\*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05)





Infine l'elaborazione cumulativa dei parametri relativi a pianta e bacche conferma quanto visto nell'analisi dei risultati dei singoli campi prova, ovvero nessun influenza significativa imputabile ai trattamenti effettuati (si veda tabella sottostante).

Elaborazione cumulativa dei caratteri di pianta e bacche dei campi prova (Felletti/Pizzacchera, anno 2020 e 2021)												
Tesi/trattamenti (numero)	CARATTERI PIANTA				Bacca	Difettosità maggiore				Difettosità minore		
	Lunghezza ciclo colturale (n° giorni)	Lunghezza branche (cm)	Stato fitosanitario P:(5-1)	Copertura frutti P:(5-1)	Peso medio (grammi)	Marcio/paccato (%)	Marciume apicale (%)	Scottato (%)	Pedicelli (%)	Collettato (%)	Spaccato/cicatrizzato (%)	Molle (%)
1	87,5	83,2	3,8	3,4	51,2	0,7	0,8	3,4	0,6	0,4	0,2	0,3
2	87,3	83,8	3,8	3,5	51,3	2,0	0,4	2,4	1,3	0,8	0,4	0,3
3	86,5	83,4	3,7	3,4	49,9	2,1	0,1	2,5	0,8	0,7	0,2	0,6
4	87,3	86,2	3,8	3,4	52,5	0,9	0,6	2,2	0,7	0,6	0,2	0,6
5	87,3	87,5	3,7	3,5	51,4	2,4	0,4	2,3	0,4	0,7	0,4	0,3
<b>Media</b>	<b>87,2</b>	<b>84,8</b>	<b>3,7</b>	<b>3,4</b>	<b>51,3</b>	<b>1,6</b>	<b>0,4</b>	<b>2,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
<b>CV (%)</b>	<b>1,5</b>	<b>7,6</b>	---	---	<b>7,2</b>	<b>121,6</b>	<b>146,3</b>	<b>88,9</b>	<b>128,2</b>	<b>116,0</b>	<b>245,8</b>	<b>203,1</b>
<b>Significatività</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	---	---	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>

Significatività: (\*\*): P=0,01; (\*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05);  
 Valori a punteggio da 5 = situazione ottimale a 1 = situazione indesiderata

Alcune considerazioni finali:

- I trattamenti con biostimolanti hanno consentito di compensare la riduzione della fertilizzazione azotata a livello di resa commerciale (tesi 3);
- A parità di fertilizzazione azotata, l'uso dei biostimolanti ha determinato un aumento del residuo ottico del pomodoro (parametro molto importante che consente all'agricoltore di ottenere un prezzo di vendita del pomodoro più elevato). Sembra inoltre che l'uso combinato di micorrize, trichoderma e idrolizzati proteici, aumenti ulteriormente il residuo ottico (tesi 4).
- La gestione differenziata dei trattamenti fitosanitari, data la quasi totale assenza di malattie nelle stagioni 2020 e 2021, non ha influito sullo stato fitosanitario della produzione finale, né a livello quantitativo (resa commerciale e scarto), né a livello qualitativo (brix e difettosità delle bacche).



### Azione 1-B: PROVE ON FARM

Le prove ON FARM si sono realizzate nello stesso appezzamento in cui erano localizzate le parcelle sperimentali ed erano costituite da due parcelloni, della dimensione di circa 1000 mq, caratterizzate ciascuna da trattamenti/tesi differenziate, articolate su pratiche colturali fondamentali nella produzione del pomodoro da industria, quali:

- **Tesi tradizionale (tesi 1):** con fertilizzazione e difesa fitosanitaria secondo la consuetudine aziendale;
- **Tesi innovativa (tesi 2):** fertilizzazione azotata ridotta del 30%, uso dei biostimolanti, impiego dose minima dei prodotti fitosanitari, tempistica degli interventi regolata dai modelli previsionali.

### Disegno sperimentale della prova ON Farm

Azienda Felletti											Azienda Pizzacchera										
1	1	1	1	1	stradello passaggio botte	2	2	2	2	2	150 metri	1	1	1	1	stradello passaggio botte	2	2	2	2	200 metri
1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	metri	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	metri	
8,0					8,0					metri	5,6					5,6					metri

Il protocollo operativo della tesi 1 e 2 è dettagliato nella tabella sottostante.

Codice (numero tesi)	Descrizione tesi/trattamenti	Dettaglio trattamenti				
		Micorrize	Tricoderma	Biostimolanti (in copertura)	Fertilizzazione	Gestione trattamenti anti-crittogamici
1	Aziendale	nessuno	nessuno	nessuno	aziendale (100% di azoto)	aziendale
2	Innovativa	AEGIS	TIFI MAX/Condor	Trainer	ridotta (70% di azoto)	dose minima da etichetta + tempistica degli interventi regolata da modelli previsionali

Le tempistiche dei trattamenti effettuati nella tesi 2 sono identiche a quelle effettuate nelle tesi 1, 2, 3 e 4 del protocollo delle parcelle sperimentali.

Alla fine del ciclo colturale, al raggiungimento della maturazione della coltura del pomodoro, sono stati effettuati i medesimi rilievi delle prove e parcelle sperimentali, azione 1A (rilievi colturali, fisiologici, produttivi e qualitativi, valutazioni visive a punteggio, raccolta manuale di aree di saggio, raccolta di campioni di bacche e analisi qualitative).

### Risultati prove On Farm (elaborazione cumulativa)

Nelle tabelle sottostanti si riportano i risultati complessivi dei parcelloni On Farm

Elaborazione cumulativa di rese e residuo ottico delle prove On Farm (Felletti/Pizzacchera, anno 2020 e 2021)													
Azienda:	Ann o di prov a	Tesi/ tratta menti (num ero)	PRODUZIONE										Analisi qualitativa : residuo ottico (°Brix)
			Rifratto metrica totale (Kg °brix/ha)	Commerci abile (t/ha)	Immatura (t/ha)	Marcia (t/ha)	Marcia me apicale (t/ha)	Totale (t/ha)	Commercia le (%)	Immatur o (%)	Marcio (%)	Marcia me apicale (%)	
Felletti	2020	1	3.800	74,9	6,9	0,8	0,0	82,7	90,6	8,4	1,0	0,0	5,07
		2	3.719	70,7	5,2	0,8	0,0	76,6	92,2	6,7	1,0	0,0	5,26
	2021	1	5.044	102,0	6,5	1,9	0,7	111,1	91,8	5,8	1,7	0,6	4,94
		2	5.091	98,6	4,9	1,9	0,5	106,0	93,0	4,6	1,8	0,5	5,16
Pizzacchera	2020	1	4.294	86,9	10,2	1,2	0,1	98,4	88,3	10,4	1,2	0,1	4,94
		2	4.333	86,0	10,0	1,0	0,0	97,0	88,7	10,3	1,0	0,0	5,04
	2021	1	5.264	104,8	10,0	2,1	0,0	116,9	89,7	8,6	1,8	0,0	5,02
		2	5.083	95,7	7,7	2,1	0,0	105,4	90,8	7,3	2,0	0,0	5,31
Media		1	4.601	92,2 A	8,4 A	1,5	0,2	102,3 A	90,1 A	8,3 A	1,4	0,2	5,00 B
Media		2	4.557	87,7 B	6,9 B	1,4	0,1	96,3 B	91,2 B	7,2 B	1,5	0,1	5,19 A
Media complessiva			4.579	89,9	7,7	1,5	0,2	99,3	90,6	7,8	1,4	0,2	5,10
CV (%)			5,55	5,88	11,74	14,42	65,59	5,79	0,73	10,16	17,48	66,65	2,27
Significatività			n.s.	*	**	n.s.	n.s.	**	**	**	n.s.	n.s.	**

Significatività: (\*\*): P=0,01; (\*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05)

Nella tabella sopraportata si evidenziano alcuni dati molto interessanti, statisticamente significativi:

- **Resa commerciale (ton/ha):** è risultata complessivamente più elevata nella tesi 1 tradizionale/aziendale (dove si è fertilizzato al 100% della dose di concime azotato);
- **Produzione di prodotto immaturo/verde (ton/ha):** è risultato più elevato nella tesi 1 concimata al 100%, confermando un fenomeno che si verifica molto spesso, ovvero l'azoto stimola la produzione complessiva della pianta e allunga la fase di fioritura e allegagione, determinando una maggior quota di verde al momento della raccolta;
- **Produzione totale (ton/ha):** ovviamente superiore nella tesi 1, determinata dalla produzione commerciale e verde più elevate;
- **Resa commerciale e immatura in percentuale,** statisticamente più elevata nella tesi 1;
- **Residuo rifrattometrico (°brix):** più elevato nella tesi 2 innovativa, ovvero quella trattata con i vari biostimolanti, dato che conferma quanto visto nelle parcelle sperimentali (azione 1-A).

Per quanto concerne i parametri relativi alle caratteristiche della pianta e della bacca, nella tabella sottostante si evidenzia un interessante risultato, ovvero di un maggiore sviluppo vegetativo rilevato nella tesi 1 tradizionale, rispetto alla tesi 2 innovativa. Anche questo risultato è una tendenza molto diffusa che si verifica nei campi abbondantemente concimati con azoto, il quale oltre a determinare aumenti di produzione, stimola la parte verde della coltivazione. Questa tendenza non si era rilevata nelle parcelle sperimentali dell'azione 1-A.

Elaborazione cumulativa dei caratteri di pianta e bacche dei campi prova (Felletti/Pizzacchera, anno 2020 e 2021)														
Azienda:	Anno di prova	Tesi/trattamenti (numero)	CARATTERI PIANTA				Bacca	Difettosità maggiore				Difettosità minore		
			Lunghezza ciclo culturale (n° giorni)	Lunghezza branche (cm)	Stato fitosanitario P:(5-1)	Copertura frutti P:(5-1)	Peso medio (grammi)	Marcio/spaccato (%)	Marciume apicale (%)	Scottato (%)	Pedicelli (%)	Collettato (%)	Spaccato/cicatrizzato (%)	Molle (%)
Felletti	2020	1	90,3	81,9	4,1	3,4	45,3	0,1	0,0	4,3	0,2	0,7	1,3	0,0
		2	89,7	77,0	4,0	3,2	44,8	0,3	0,0	4,3	1,0	0,9	1,3	0,0
	2021	1	77,3	75,7	3,5	4,0	55,3	1,0	0,0	1,3	0,3	0,8	0,0	0,0
		2	77,4	73,7	3,6	4,0	53,1	0,8	0,0	1,1	1,0	0,9	0,0	0,0
Pizzacchera	2020	1	88,3	93,0	3,0	3,0	49,9	0,0	0,0	3,7	0,2	1,1	1,2	0,0
		2	87,7	88,5	3,0	3,0	49,3	0,3	0,0	5,0	1,0	1,3	0,3	0,0
	2021	1	91,7	87,1	4,5	3,8	55,9	1,3	0,0	1,0	1,0	0,9	0,3	0,0
		2	90,7	79,7	4,6	3,8	55,0	1,3	0,0	0,7	0,3	1,0	0,3	0,0
Media		1	86,9	84,4 A	3,8	3,5	51,6	0,6	0,0	2,6	0,4	0,9	0,7	0,0
Media		2	86,4	79,7 B	3,8	3,5	50,6	0,7	0,0	2,8	0,8	1,0	0,5	0,0
Media complessiva			86,6	82,1	3,8	3,5	51,1	0,7	0,0	2,7	0,6	1,0	0,6	0,0
CV (%)			1,11	5,49	---	---	2,81	70,6	---	21,0	146	36,7	114	---
Significatività			n.s.	*	---	---	n.s.	n.s.	---	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	---

Significatività: (\*\*): P=0,01; (\*): P=0,05; (n.s.)= non significativa; (-) = non calcolato; Scott-Knott's test (P=0.05); Valori a punteggio da 5 = situazione ottimale a 1 = situazione indesiderata

### Considerazioni finali

I parcelloni on farm hanno confermato alcune tendenze viste nelle parcelle sperimentali a blocchi randomizzati:

- La **resa commerciale** può diminuire riducendo l'apporto di concime azotato, se non adeguatamente compensato con prodotti alternativi, esempio i biostimolanti oggetto della seguente sperimentazione (vedi tesi 3 della prova di azione 1A, dove i biostimolanti hanno compensato la diminuzione di resa)
- **Residuo ottico (\*brix)**: i biostimolanti apportati nella tesi innovativa hanno determinato anche questa volta un aumento del residuo ottico.

Successivamente, è stata condotta una analisi di metabolomica untargeted in cromatografia liquida UHPLC accoppiata a spettrometria di massa ad alta risoluzione quadrupolo-tempo-di-vo (UHPLC-ESI/QTOF-HRMS), sulle bacche per il profilo fitochimico. In breve, sei repliche per tesi (2 g ciascuna) sono state estratte in 20 mL di metanolo all'80% (v/v) acidificato con acido formico allo 0,1% (v/v), utilizzando un Ultra-turrax. Successivamente, gli estratti sono stati centrifugati (12.000×g) e 1 mL dei surnatanti risultanti è stato trasferito in fiale per l'analisi. L'analizzatore di massa QTOF è stato impostato in modo positivo (ESI+) con le seguenti condizioni ESI: azoto sia come gas di guaina (12 L/min, 315 °C) sia come gas di essiccazione (14 L/min e 250 °C), pressione del nebulizzatore 45 psi, tensione dell'ugello 350 V, tensione del capillare 4,0 kV. Lo spettrometro di massa HR ha lavorato in modalità full scan (intervallo 100-1200 m/z) a un intervallo di 1 spettro/s con un potere di risoluzione di 30.000 full width at half maximum (FWHM) a m/z 200. L'elaborazione dei cromatogrammi è stata eseguita con il software MassHunter Qualitative Analysis.

I carotenoidi (inizialmente non previsti nel piano) sono stati pure determinati in quanto rilevanti in pomodoro. I campioni sono stati estratti in etanolo:n-esano (60:40, v/v) mediante cromatografia liquida ad alte prestazioni con rivelazione diode array-spettrometria di massa, utilizzando un cromatografo 1290 Infinity II (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA), un'eluizione binaria utilizzando (A) metanolo/acetonitrile/acqua (84:14:4, v/v/v) e (B) diclorometano, e una velocità di flusso di 1 mL/min. La rivelazione è stata impostata alle lunghezze d'onda di 450, 348 e 286 nm e la quantificazione è stata effettuata rispetto a standard di riferimento puri.

con una corsa in gradiente di 45 minuti (da 0 a 60% di diclorometano in 40 minuti) a 25 °C. I campioni sono stati estratti in etanolo e in etanolo. [20] e la separazione cromatografica è stata ottenuta utilizzando una colonna per carotenoidi YMC (250 × 4,6 mm i.d., granulometria 5 µm).

I dati relativi ai carotenoidi sono i seguenti:

Source of Variance	Phytoene mg/100 g	Phytofluene mg/100 g	Z-carotene mg/100 g	B-carotene mg/100 g	Z-carotene mg/100 g	All-E-y-carotene mg/100 g	13-z-lycopene mg/100 g	7-z-lycopene mg/100 g	9-z-lycopene mg/100 g	Cis-Lycopene mg/100 g	All-Trans-Lycopene mg/100 g
Thesis (T)											
LowN	3.278 ± 0.649 <sup>a</sup>	1.233 ± 0.015 <sup>a</sup>	0.131 ± 0.141	0.598 ± 0.262	0.020 ± 0.001	0.063 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.126 ± 0.061	0.151 ± 0.06	0.020 ± 0.001 <sup>a</sup>	0.247 ± 0.023	11.982 ± 4.985
AMF	1.821 ± 1.136 <sup>c</sup>	0.599 ± 0.138 <sup>c</sup>	0.044 ± 0.021	0.433 ± 0.103	0.006 ± 0.009	0.045 ± 0.004 <sup>b</sup>	0.103 ± 0.020	0.112 ± 0.022	0 <sup>b</sup>	0.175 ± 0.043	9.451 ± 1.763
AMF + LowN	2.521 ± 0.475 <sup>b</sup>	0.839 ± 0.141 <sup>b</sup>	0.033 ± 0.010	0.543 ± 0.088	0.008 ± 0.014	0.063 ± 0.010 <sup>a</sup>	0.142 ± 0.037	0.175 ± 0.036	0.008 ± 0.012 <sup>b</sup>	0.256 ± 0.044	12.415 ± 1.648
AMF + T. atr. + LowN	2.599 ± 0.424 <sup>b</sup>	0.856 ± 0.293 <sup>b</sup>	0.038 ± 0.011	0.647 ± 0.243	0.021 ± 0.021	0.063 ± 0.022 <sup>a</sup>	0.145 ± 0.052	0.154 ± 0.037	0.007 ± 0.012 <sup>b</sup>	0.233 ± 0.051	12.586 ± 1.511
Control	3.426 ± 0.424 <sup>a</sup>	1.042 ± 0.099 <sup>ab</sup>	0.082 ± 0.079	0.486 ± 0.189	0.014 ± 0.021	0.071 ± 0.015 <sup>a</sup>	0.135 ± 0.053	0.191 ± 0.074	0.008 ± 0.012 <sup>b</sup>	0.215 ± 0.017	10.435 ± 4.551
Significance											
T (df = 4)—p value	3.23 × 10 <sup>-5</sup>	9.63 × 10 <sup>-6</sup>	0.264	0.337	0.374	0.0297	0.556	0.106	0.0178	0.184	0.184
Residuals (df = 25) F value	10.78	12.58	1.397	1.197	1.109	3.202	0.768	2.137	3.651	1.687	1.687

Per determinare il contenuto di fenoli totali e flavonoidi sono stati utilizzati rispettivamente i saggi Folin-Ciocalteu e AlCl<sub>3</sub>. I risultati sono stati espressi rispettivamente come equivalenti di acido gallico (mg GAEs/g estratto) e rutina (mg REs/g estratto). L'attività antiossidante e di inibizione enzimatica degli estratti è stata determinata secondo metodi precedentemente descritti: L'attività di scavenging dei radicali DPPH e ABTS, la capacità antiossidante di riduzione dello ione rameico (CUPRAC) e il potere antiossidante di riduzione dello ione ferrico (FRAP) sono stati espressi come mg di equivalenti di Trolox (TE)/g di estratto. La capacità chelante dei metalli (MCA) è stata riportata come mg di EDTA equivalenti (EDTAE)/g di estratto, mentre l'attività antiossidante totale (test del fosfomolibdeno, PBD) è stata espressa come mmol TE/g di estratto. Le attività inibitorie di AChE e BChE sono state indicate come mg di equivalenti di galantina (GALAE)/g di estratto; l'attività inibitoria della tirosinasi è stata espressa come mg di equivalenti di acido cogico (KAE)/g di estratto e le attività inibitorie dell'amilasi sono state presentate come mmol di equivalenti di acarbosio (ACAe)/g di estratto.

Le analisi delle proprietà funzionali hanno evidenziato risultati differenti nelle due aziende sperimentali.

Nell'azienda Felletti, nella quale la fertilità del suolo non era ottimale, si sono osservati i seguenti risultati:

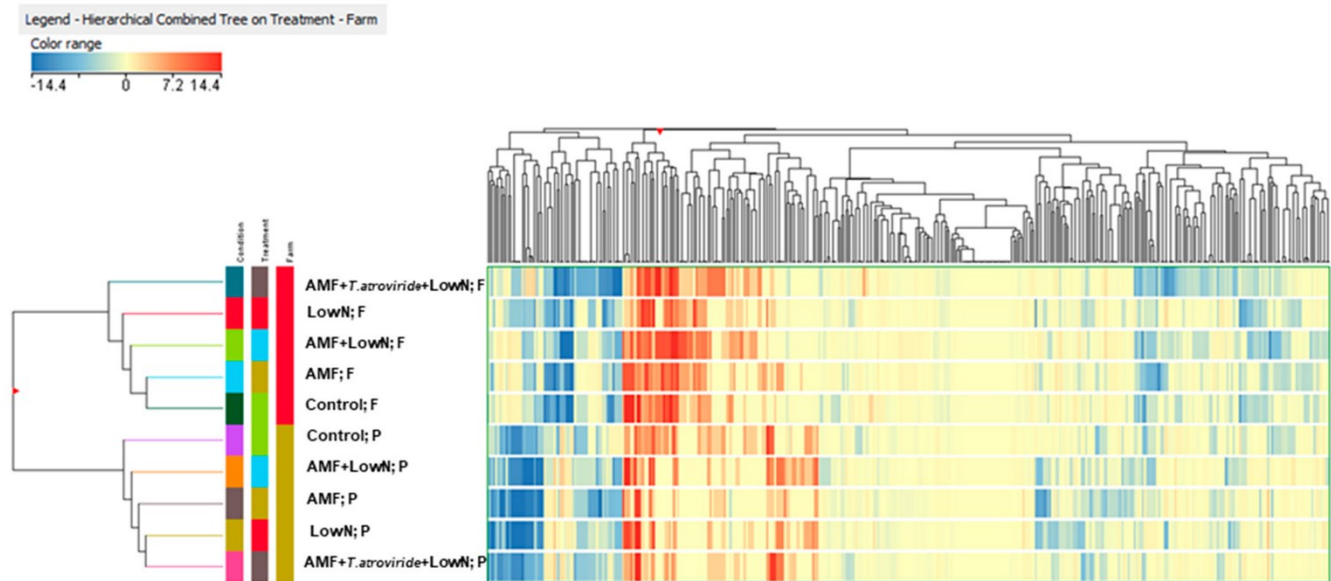
Source of Variance	Total Phenolic Content mgGAE/g	Total Flavonoid Content mgRE/g	DPPH mgTE/g	ABTS mgTE/g	CUPRAC mgTE/g	FRAP mgTE/g	Metal Chelating mgEDTAE/g	Phosphomolybdenum mmolTE/g	AChE inh. mgGALAE/g	BChE inh. mgGALAE/g	Tyrosinase mgKAE/g	Amylase mmolACAe/g
Thesis (T)												
LowN	11.9 ± 2.0	0.8 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.6 ± 0.4	23.0 ± 2.9	33.3 ± 3.8 <sup>ab</sup>	20.4 ± 1.1 <sup>ab</sup>	15.4 ± 1.4	0.8 ± 0.1 <sup>ab</sup>	2.3 ± 0.1	2.4 ± 0.3	56.9 ± 4.9 <sup>c</sup>	0.21 ± 0.0
AMF	11.9 ± 2.2	0.9 ± 0.1 <sup>ab</sup>	1.4 v 1.3	21.6 ± 4.4	33.4 ± 5.0 <sup>ab</sup>	20.6 ± 2.5 <sup>ab</sup>	13.6 ± 1.8	0.9 ± 0.1 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.1	2.2 ± 0.6	54.9 ± 4.2 <sup>bc</sup>	0.20 ± 0.0
AMF + LowN	10.6 ± 1.1	0.9 ± 0.2 <sup>a</sup>	1.6 ± 0.7	20.3 ± 2.5	29.5 ± 1.9 <sup>b</sup>	19.6 ± 0.8 <sup>b</sup>	14.0 ± 2.8	0.7 ± 0.1 <sup>b</sup>	2.2 ± 0.1	2.4 ± 0.4	56.9 ± 6.2 <sup>abc</sup>	0.21 ± 0.0
AMF + T. atr. + LowN	12.9 ± 2.9	0.8 ± 0.1 <sup>ab</sup>	3.4 ± 3.7	24.5 ± 8.3	37.4 ± 7.6 <sup>a</sup>	23.6 ± 6.3 <sup>a</sup>	15.2 ± 1.6	0.9 ± 0.2 <sup>a</sup>	2.4 ± 0.1	2.3 ± 0.4	62.2 ± 3.1 <sup>ab</sup>	0.21 ± 0.0
Control	11.2 ± 1.3	0.8 ± 0.1 <sup>b</sup>	1.2 ± 0.4	21.2 ± 0.8	31.2 ± 1.8 <sup>b</sup>	19.2 ± 1.0 <sup>b</sup>	14.4 ± 2.5	0.8 ± 0.1 <sup>ab</sup>	2.2 ± 0.1	2.7 ± 0.9	63.5 ± 4.6 <sup>a</sup>	0.21 ± 0.0
Significance												
T (df = 4)—p value	0.166	0.0452	0.0964	0.331	0.0114	0.0431	0.282	0.0483	0.00116	0.551	0.0315	0.104
Residuals (df = 40) F value	1.712	2.681	2.118	1.188	3.73	2.717	1.313	2.632	5.599	0.77	2.951	2.064

Vice versa, nell'azienda Pizzacchera (condizioni ottimali) i risultati erano i seguenti:

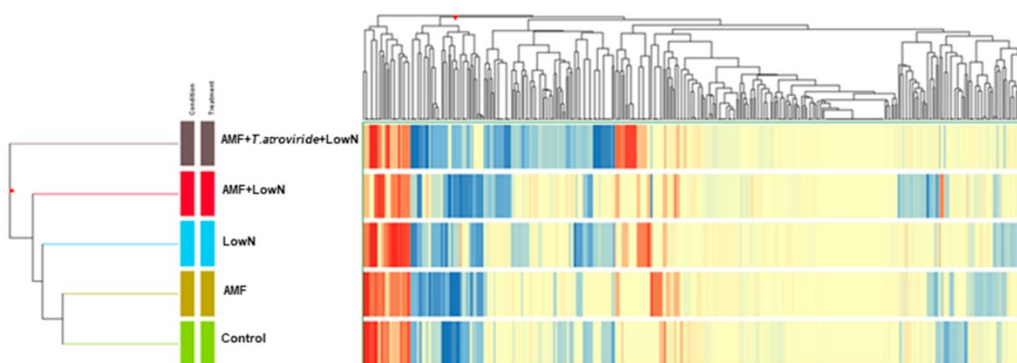
Source of Variance	Total Phenolic Content mgGAE/g	Total Flavonoid Content mgRE/g	DPPH mgTE/g	ABTS mgTE/g	CUPRAC mgTE/g	FRAP mgTE/g	Metal Chelating mgEDTAE/g	Phosphomolybdenum mmoITE/g	AChe inh. mgGALAE/g	BChe inh. mgGALAE/g	Tyrosinase mgKAE/g	Amylase mmoICAE/g
Thesis (T)												
LowN	14.4 ± 1.7 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.1 <sup>bc</sup>	3.2 ± 1.6 <sup>a</sup>	29.8 ± 1.7 <sup>a</sup>	35.6 ± 5.7	21.8 ± 2.2 <sup>a</sup>	14.9 ± 1.4 <sup>a</sup>	0.9 ± 0.1	2.4 ± 0.2	2.8 ± 0.7	53.9 ± 4.7	0.19 ± 0.0
AMF	12.7 ± 0.4 <sup>b</sup>	0.8 ± 0.1 <sup>c</sup>	1.4 ± 0.5 <sup>b</sup>	23.2 ± 1.4 <sup>c</sup>	32.5 ± 1.6	19.5 ± 0.6 <sup>bc</sup>	12.5 ± 1.2 <sup>b</sup>	0.9 ± 0.1	2.4 ± 0.2	3.0 ± 0.7	54.7 ± 3.5	0.18 ± 0.0
AMF + LowN	12.4 ± 0.8 <sup>b</sup>	1.0 ± 0.2 <sup>ab</sup>	1.5 ± 0.2 <sup>b</sup>	23.6 ± 0.9 <sup>c</sup>	31.6 ± 2.5	19.2 ± 0.9 <sup>c</sup>	11.5 ± 1.7 <sup>b</sup>	0.8 ± 0.1	2.3 ± 0.1	2.9 ± 0.4	53.8 ± 3.2	0.19 ± 0.0
AMF + T.atr. + LowN	12.5 ± 1.7 <sup>b</sup>	0.8 ± 0.2 <sup>bc</sup>	1.6 ± 1.4 <sup>b</sup>	24.8 ± 3.1 <sup>bc</sup>	32.9 ± 3.6	19.7 ± 1.4 <sup>bc</sup>	12.7 ± 2.7 <sup>b</sup>	0.9 ± 0.1	2.4 ± 0.1	3.1 ± 0.3	53.9 ± 4.1	0.19 ± 0.0
Control	13.4 ± 0.6 <sup>ab</sup>	1.2 ± 0.3 <sup>a</sup>	1.8 ± 0.1 <sup>b</sup>	27.1 ± 3.8 <sup>b</sup>	34.7 ± 2.1	20.7 ± 1.2 <sup>ab</sup>	12.4 ± 1.7 <sup>b</sup>	0.9 ± 0.1	2.4 ± 0.1	2.7 ± 0.6	52.9 ± 2.3	0.19 ± 0.0
Significance												
T (df = 4)—p value	0.00368	0.00118	0.00286	3.69 x 10 <sup>-6</sup>	0.117	0.00156	0.00586	0.96	0.581	0.686	0.29	0.833
Residuals (df = 40)												
F value	4.619	5.561	4.824	11.12	1.976	5.323	4.247	0.153	0.723	0.571	1.29	0.364

Similarmente, l'analisi relativa al profilo fenolico ottenuta dalla metabolomica untargeted, ha evidenziato differenze fra le aziende (pannello "OVERALL"); pertanto, sono state eseguite analisi multivariate distinte per le aziende Felletti (pannello A) e Pizzacchera (pannello B):

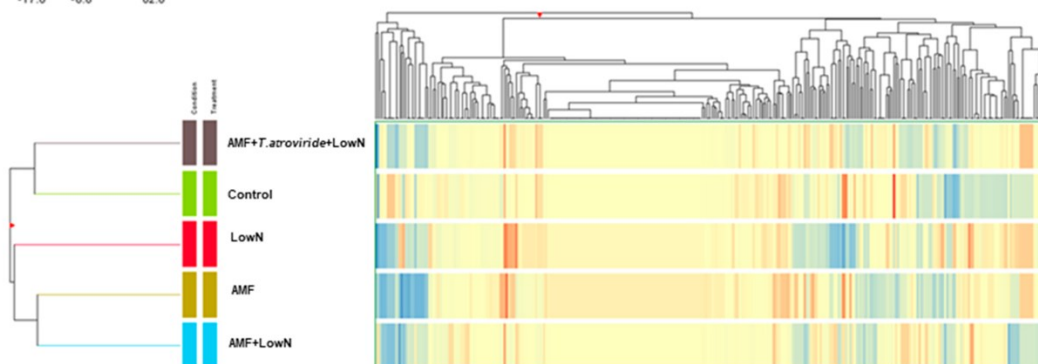
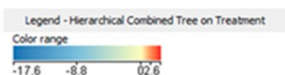
#### OVERALL



**A**



**B**



Conseguentemente, anche le analisi semi-quantitative dei composti fenolici sono state distinte per azienda Felletti (pannello superiore) e Pizzacchera (pannello inferiore).

Source of Variance	Flavonoids mg eq. g <sup>-1</sup> DM	Lignans mg eq. g <sup>-1</sup> DM	Other Polyphenols mg eq. g <sup>-1</sup> DM	Phenolic Acids mg eq. g <sup>-1</sup> DM	Stilbenes mg eq. g <sup>-1</sup> DM
Thesis (T)					
LowN	4.7 ± 1.8 <sup>b</sup>	13.2 ± 1.2 <sup>a</sup>	52.6 ± 14.9 <sup>a</sup>	27.7 ± 4.5	0.4 ± 0.2
AMF	5.2 ± 0.8 <sup>ab</sup>	11.7 ± 3.3 <sup>ab</sup>	37.7 ± 15.9 <sup>ab</sup>	28.2 ± 5.6	0.4 ± 0.1
AMF + LowN	6.7 ± 1.4 <sup>a</sup>	6.4 ± 1.8 <sup>c</sup>	22.1 ± 4.6 <sup>b</sup>	21.9 ± 8.7	0.5 ± 0.1
AMF + <i>T. atr.</i> + LowN	4.5 ± 1.1 <sup>b</sup>	8.4 ± 3.7 <sup>bc</sup>	24.8 ± 13.3 <sup>b</sup>	17.1 ± 9.7	0.5 ± 0.1
Control	6.1 ± 0.9 <sup>ab</sup>	11.4 ± 2.7 <sup>ab</sup>	30.9 ± 14.1 <sup>b</sup>	21.9 ± 8.7	0.5 ± 0.1
Significance					
T (df = 4)—p value	0.024	0.00189	0.00382	0.106	0.566
Residuals (df = 25) F value	3.388	5.815	5.098	2.136	0.752

Source of Variance	Flavonoids mg eq. g <sup>-1</sup> DM	Lignans mg eq. g <sup>-1</sup> DM	Other Polyphenols mg eq. g <sup>-1</sup> DM	Phenolic Acids mg eq. g <sup>-1</sup> DM	Stilbenes mg eq. g <sup>-1</sup> DM
Thesis (T)					
LowN	3.5 ± 0.7	13.0 ± 1.9	55.0 ± 11.5	30.8 ± 7.2	0.5 ± 0.2
AMF	2.4 ± 0.3	12.8 ± 3.1	44.2 ± 16.2	32.4 ± 6.2	0.5 ± 0.1
AMF + LowN	3.1 ± 1.0	10.9 ± 4.9	31.9 ± 13.6	24.0 ± 11.7	0.5 ± 0.2
AMF + <i>T. atr.</i> + LowN	3.7 ± 1.0	11.2 ± 4.0	37.9 ± 19.3	27.3 ± 12.8	0.6 ± 0.1
Control	3.8 ± 1.4	12.7 ± 2.8	37.4 ± 15.7	27.7 ± 9.6	0.6 ± 0.2
Significance					
T (df = 4)—p value	0.105	0.36	0.291	0.179	0.709
Residuals (df = 25) F value	2.148	1.142	1.316	1.714	0.538

Per quanto riguarda le **prove su mais**, presso la azienda CERZOO, è stato predisposto un disegno split-plot (SP) per testare le risposte del mais a due trattamenti a base di biostimolanti disponibili in commercio, che consistevano nella concimazione delle sementi con il prodotto a base di micorrize Aegis Sym irriga (Rhizogloimus irregulare BEG72 e Funneliformis mosseae BEG234, 700 sp g-1 per ciascuna specie), o con il formulato PGPR Bactrium (Bacillus megaterium BM77 e BM06), tutti prodotti da Atens, Agrotecnologias Naturales SL (Tarragona, Spagna). La concia è stata omogeneizzata con i semi di mais utilizzando un miscelatore automatico. La dose applicata ai semi di mais (circa 88.000 semi ha-1) è stata di 2 kg ha-1 per Aegis Sym irriga e di 2 kg ha-1 per Bactrium, secondo le specifiche del produttore. In seguito, allo stadio fenologico V6-V7 è stato applicato per via fogliare un idrolizzato proteico disponibile in commercio (Trainer, di Hello Nature SpA, Rivoli Veronese, Italia).

Il fattore secondario era il tasso di fertilizzazione chimica con N (Urea 46%-N), con due livelli: (i) 230 kg N ha-1 come fertilizzazione al 100% e (ii) 160 kg N ha-1 come fertilizzazione al 70%. Il tasso di fertilizzazione al 100% di N è stato stimato in base al bilancio di N, considerando le variabili colturali e climatiche del suolo.

#### **Semina mais conciato con biostimolanti presso azienda CERZOO**



#### **Raccolta mais conciato con biostimolanti presso azienda CERZOO (prove parcellari)**



#### **Campionamento manuale radici mais conciato con biostimolanti presso azienda CERZOO**



#### Risultati produttivi prova parcellare mais, azienda CERZOO

Plot	Blocchi	Fattore principale (Biostimulant)	Fattore secondario (N-fertilization rate)	Resa biomassa (Mg/ha)	Resa granella (Mg/ha)
1	1	Control	70	9,91	8,28
2	1	Control	100	10,33	8,80
3	1	Ae+TiFi+Trainer	100	12,52	9,74
4	1	Ae+TiFi+Trainer	70	10,86	10,49
5	1	At+Trainer	70	10,30	9,64
6	1	At+Trainer	100	11,51	10,64
7	2	At+Trainer	100	12,45	8,63
8	2	At+Trainer	70	12,36	9,64
9	2	Ae+TiFi+Trainer	70	11,14	10,76
10	2	Ae+TiFi+Trainer	100	11,28	11,07
11	2	Control	100	12,24	11,16
12	2	Control	70	10,19	9,73
13	3	Ae+TiFi+Trainer	70	10,65	9,45
14	3	Ae+TiFi+Trainer	100	11,05	10,46
15	3	At+Trainer	100	10,47	10,87
16	3	At+Trainer	70	10,79	9,80
17	3	Control	100	12,63	11,12
18	3	Control	70	11,50	10,06

Dai dati ottenuti sono state calcolate le medie, per le quali non sono tuttavia state osservate differenze significative ( $P < 0.05$ )



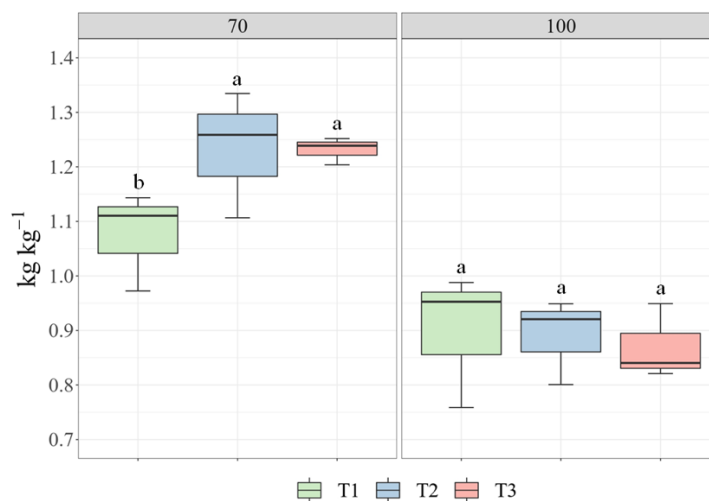
Risultati produttivi medi prova parcelloni (ON FARM) mais, azienda CERZOO

Etichette di riga	Media di Biomass yield (Mg/ha)	Media di Grain yield (Mg/ha)
<b>Ae+TiFi+Trainer</b>	<b>11,25051598</b>	<b>10,32697384</b>
70	10,88344825	10,23246822
100	11,61758372	10,42147946
<b>At+Trainer</b>	<b>11,31459903</b>	<b>9,8689382</b>
70	11,15124613	9,694655463
100	11,47795192	10,04322094
<b>Control</b>	<b>11,13306835</b>	<b>9,857517528</b>
70	10,53164733	9,356980933
100	11,73448937	10,35805412
<b>Totale complessivo</b>	<b>11,23272779</b>	<b>10,01780986</b>

L'assenza di differenze significative nelle rese è molto probabilmente imputabile al fatto che i terreni utilizzati avevano una buona dotazione di azoto, quale risultato di pregresse attività di fertilizzazione. Ciò non ostante, poiché si evidenzia una tendenza del biostimolante a supportare le rese (soprattutto in basso N, sono state calcolate le efficienze d'uso dell'azoto (metodo Dumas dell'azoto).

Dalle prove parcellari, sono state comunque condotte analisi mirate a comprendere un eventuale effetto di modulazione dell'efficienza d'uso dell'azoto e a chiarire i meccanismi molecolari diretti (metabolismo pianta) ed indiretti (modulazione della popolazione microbica della rizosfera) mediati dall'utilizzo dei biostimolanti considerati. In particolare sono stati inclusi in queste valutazioni la tesi trattata Ae+TiFi+Trainer (T2) ed una tesi aggiuntiva in cui è stato applicato un formulato commerciale a base di *Bacillus megaterium* (T3) che da claim del produttore è in grado di migliorare l'efficienza d'uso dell'azoto. Queste due tesi trattate sono state confrontate con un controllo (T1). Ciascun trattamento è stato condotto a blocchi randomizzati, sia in condizioni ottimali di azoto che in condizioni limitanti (-30%).

Figura 13: Efficienza d'uso dell'azoto (NUpE) a seguito di trattamenti con i biostimolanti (T2 e T3 per sistema integrato e batteri rizosferici, rispettivamente), rispetto al controllo (T1), in condizioni di apporto del 70% e del 100% dell'azoto richiesto.



Pertanto, avendo evidenziato una miglior efficienza d'uso dell'azoto (che era il target principale nelle prove mais, avendo una coltura che ha una elevata richiesta di azoto a fronte di una moderata efficienza d'uso di questo nutriente), sono state condotte prove ulteriori in metabolomica e di morfologia sulle radici, per la comprensione dei meccanismi molecolari alla base dell'incremento in NUpE osservato. L'analisi di metabolomica è stata condotta in

cromatografia liquida UHPLC accoppiata a spettrometria di massa untargeted (UHPLC-ESI/QTOF-MS), associata a statistica multivariata (hierarchical clustering, OPLS-DA) e seguita da interpretazione con pathway analysis. Le prove di morfologia radicale sono state condotte con scanner radicale WinRhizo, e sono state seguite dal calcolo del peso secco radicale (RDW).

**Tabella 6 – distribuzione per sezioni di diametro delle radici, prova parcellare mais, azienda CERZOO**

	DCL (cm cm <sup>-3</sup> )				RLD (cm cm <sup>-3</sup> )	RDW (mg cm <sup>-3</sup> )
	very fine Ø = 0,00 – 0,075 mm	fine Ø = 0,075 – 0,2 mm	medium Ø = 0,2 – 1,0 mm	coarse Ø > 1,0 mm		
trattamento (T)	0.5387	0.3065	0.6752	0.6825	0.5645	<b>0.0056</b>
N-fertilizzazioni (N)	0.949	0.8191	0.405	0.647	0.6565	<b>0.0495</b>
Distanza dalla fila (D)	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>0.0007</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>	<b>&lt;.0001</b>
T × N	0.4331	0.6952	0.5865	0.691	0.6599	0.8674
T × D	0.582	0.2066	0.9131	0.466	0.7435	<b>0.0002</b>
N × D	0.9449	0.2863	0.9286	0.6731	0.8144	0.0651
T × N × D	0.8165	0.9497	0.4761	0.6933	0.8054	0.7087

**Tabella 7 – peso secco delle radici, prova parcellare mais, azienda CERZOO**

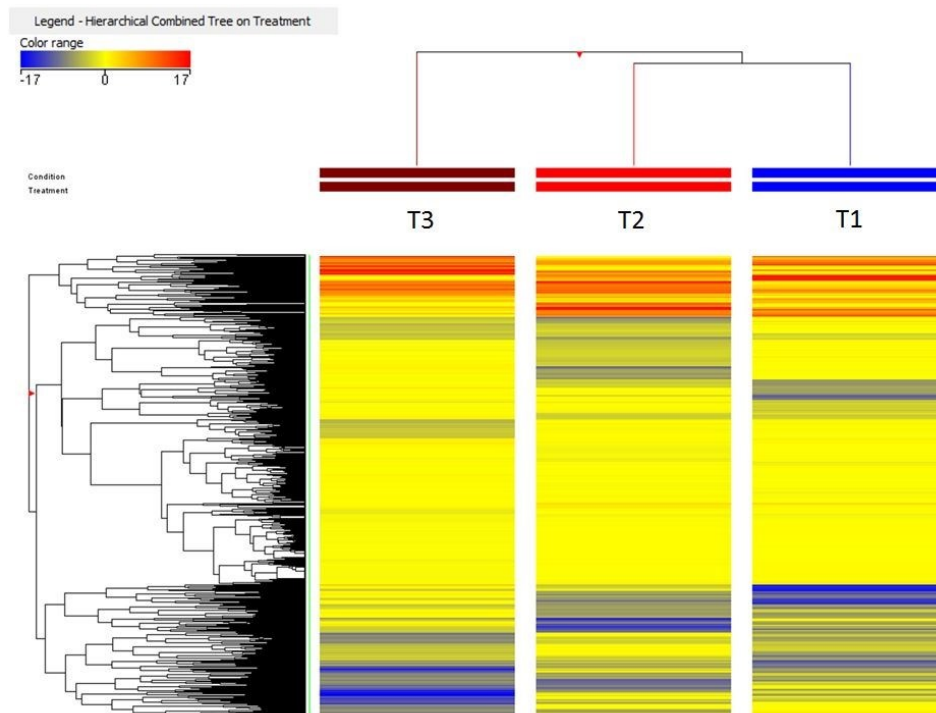
Source of variation	Maize treatment (T)	N-fertilization (N)	Distance from the row (D)	RDW (mg cm <sup>-3</sup> )	
trattamento (T)	T1			0.67	b
	T2			0.56	b
	T3			1.00	a
N-fertilizzazione (N)		70% N-fertilization		0.64	b
		100% N-fertilization		0.85	a
Distanza dalla fila (D)			0-cm	1.38	a
			37.5-cm	0.10	b
T × D	T1		0-cm	1.22	b
	T2		0-cm	1.03	b
	T3		0-cm	1.90	a
	T1		37.5-cm	0.11	a
	T2		37.5-cm	0.09	a
	T3		37.5-cm	0.11	a

Nel complesso, la metabolomica untargeted UHPLC/QTOF ha permesso di annotare 3830 composti putativi nelle radici di mais. Inizialmente, il fold change-based unsupervised hierarchical cluster analysis (HCA) è stato effettuato per descrivere le somiglianze e le dissimilarità tra i trattamenti, sulla base di profili metabolici.

La prima analisi, effettuata considerando anche il regime di fertilizzazione, ha mostrato che il trattamento microbico ha fornito un effetto gerarchicamente più forte sul metaboloma della radice di mais, con repliche relative al regime di fertilizzazione non discriminate all'interno di ogni trattamento.

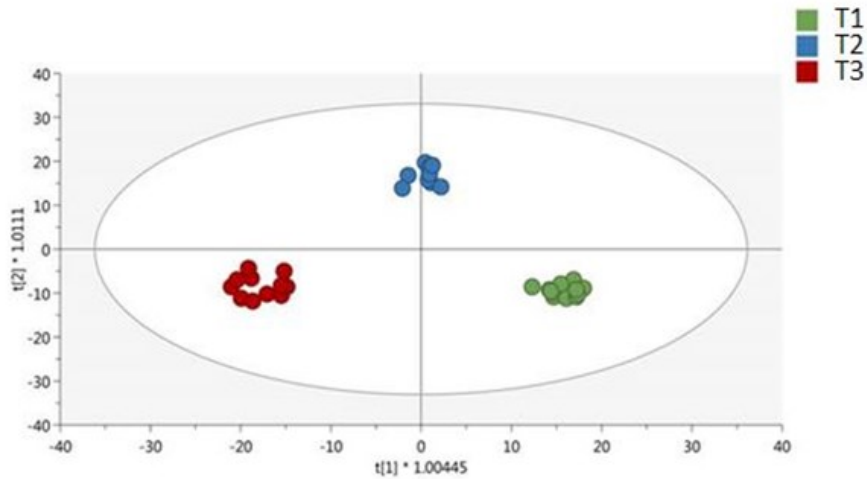
Pertanto, il livello di concimazione non è stato considerato come fattore di clusterizzazione nel seguente clustering, per evidenziare specificamente le differenze relative ai trattamenti di semi (Figura 2). Quest'ultima analisi ha evidenziato due cluster principali, che hanno separato i campioni di radici di mais non trattati da quelli trattati, anche se il T2 ha mostrato una firma fitochimica distintiva rispetto al T3.

**Figura 11: Cluster gerarchico del profilo metabolico di radici di mais, prova parcellare mais, azienda CERZOO.**



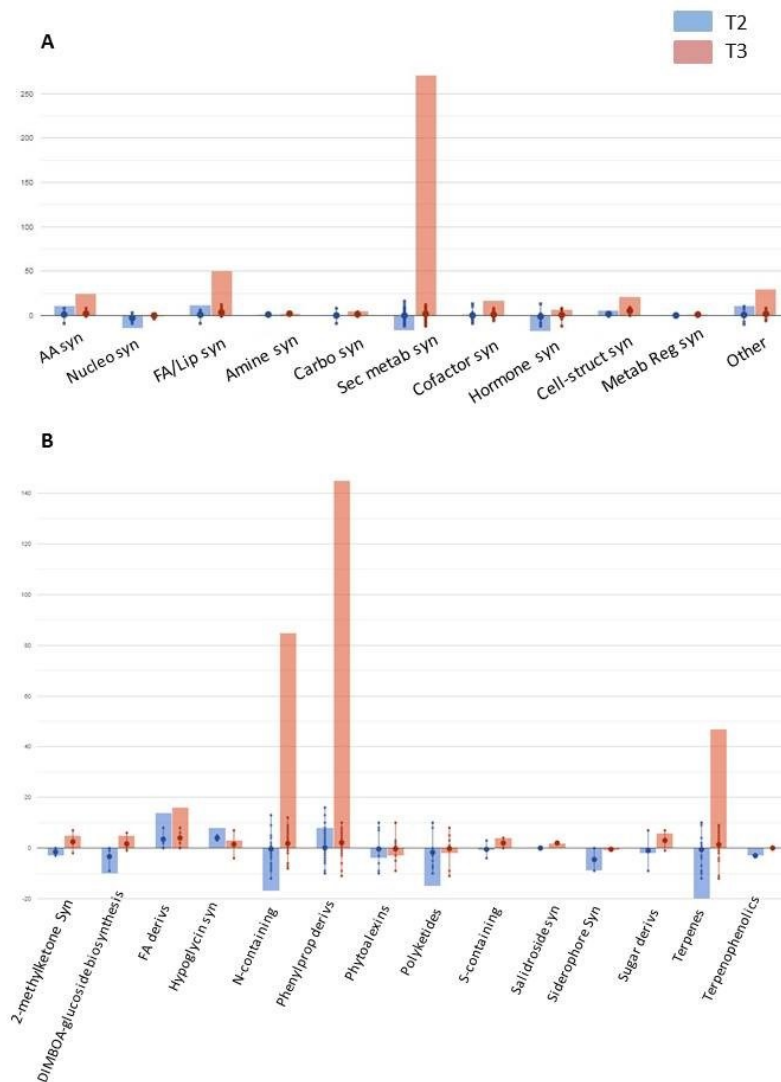
Successivamente, al fine di indagare il contributo dei diversi metaboliti per la discriminazione del trattamento, è stata eseguita una proiezione ortogonale supervisionata dell'analisi discriminante delle strutture latenti (OPLS-DA). Il grafico del punteggio OPLS-DA (Figura 12) ha mostrato una chiara differenziazione tra i tre trattamenti, con bontà di correlazione ( $R^2Y = 0.981$ ), bontà di previsione ( $Q^2Y = 0.424$ ), adeguati parametri di convalida incrociata (CV-ANOVA  $p = 0.035$ ) e senza overfitting come fornito tramite test di permutazione ( $N = 100$ ). In seguito, l'importanza delle variabili in proiezione (VIP) è stata utilizzata per selezionare i composti che avevano il più alto potenziale di discriminazione (punteggio VIP  $> 1.3$ ) nel modello di previsione. L'approccio VIP ha permesso di identificare 323 composti in cui sono inclusi una larga diversità di metaboliti, tra cui principalmente aminoacidi, lipidi, flavoni, fenilpropanoidi lignani e fito-ormoni.

**Analisi discriminante OPLS-DA del profilo metabolico di radici di mais, prova parcellare mais, azienda CERZOO.**



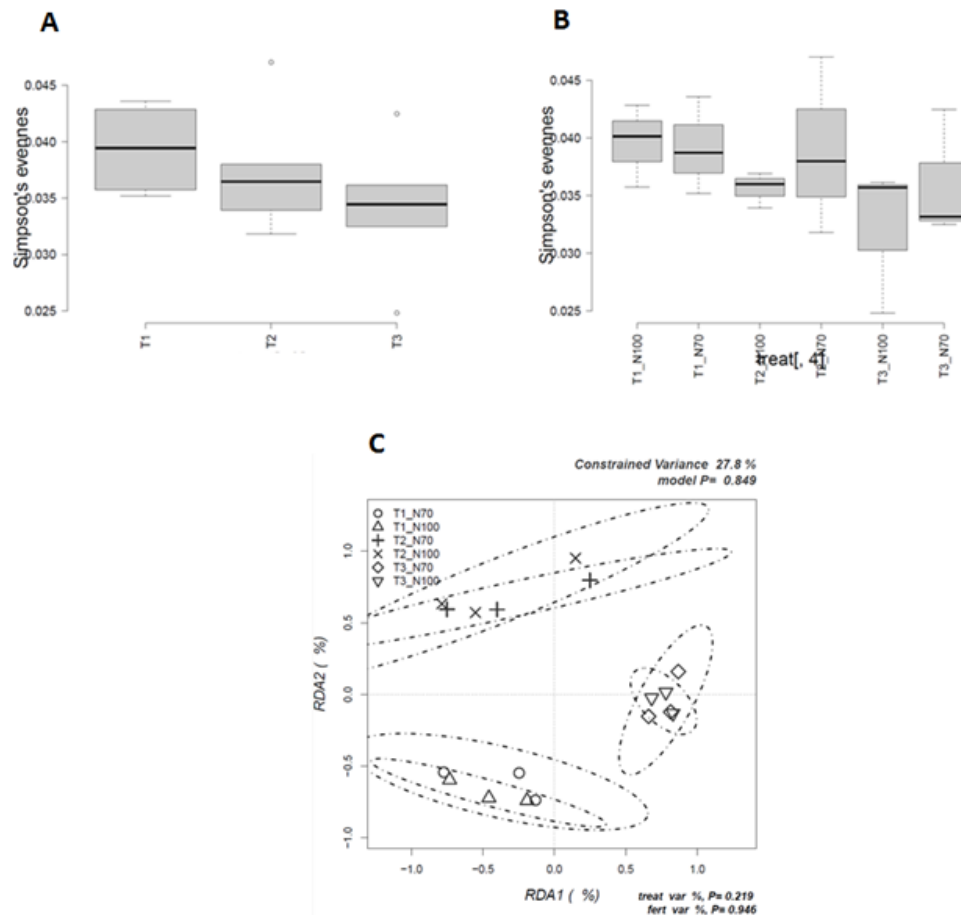
La pathway analysis costruita a partire dai metaboliti responsabili delle differenze osservate (i cosiddetti markers discriminanti), ha evidenziato un forte coinvolgimento del metabolismo secondario, in particolare di fenilpropanoidi, metaboliti azotati e terpeni.

**Interpretazione biochimica (pathway analysis) dei metaboliti discriminanti in radici di mais trattate con biostimolanti, prova parcellare mais, azienda CERZOO.**



In parallelo, è stata analizzata la diversità microbica nelle rizosfere delle radici di mais, utilizzando un approccio non-target di sequenziamento DNA relativo alle regioni ipervariabili V3 e V4 del 16S rRNA (DNeasy PowerSoil Kit, QIAGEN GmbH, Hilden, Germany).

**Analisi della diversità microbica nella rizosfera di radici di mais trattate con biostimolanti, prova parcellare mais, azienda CERZOO.**



La diversità della comunità batterica nei campioni di rizosfera è stata analizzata come  $\alpha$ - e  $\beta$ -diversità, rispettivamente dal numero totale di specie osservate (Sobs), indici Chao e Simpson e uniformità di Shannon, e dal confronto tassonomico di tutti i campioni. Sebbene fossero presenti tendenze e differenze suggestive, la distinzione complessiva dell'impatto dei trattamenti dal punto di vista dell' $\alpha$ -diversità non era così chiara come nel caso dell'analisi metabolomica delle radici del presente lavoro. L'indice di uniformità di Shannon ha indicato una leggera diminuzione della biodiversità per i trattamenti T2 e T3, con quest'ultimo inferiore al controllo e T2. L'impatto dei livelli di fertilizzazione ridotti, 70% vs 100%, è rimasto insignificante tra i trattamenti. In sostanza, l'effetto del biostimolante è risultato più evidente, quello dell'interazione biostimolante-livello azotato meno.

Nella prova del secondo anno, considerate le interessanti prospettive aperte dai risultati del primo anno, è stato affinato il disegno sperimentale. Tale attività ha aumentato il numero di tesi considerate, ed ha richiesto analisi aggiuntive, senza tuttavia alterare lo scopo della prova ma piuttosto fornendo informazioni aggiuntive e complementari.

Il rationale delle tesi aggiuntive nel secondo anno, è che il co-inoculo di funghi micorrizici arbuscoli (AMF) e batteri può aumentare sinergicamente e potenzialmente l'efficienza di utilizzo dell'azoto (NUE) nelle piante, riducendo così l'uso di fertilizzanti azotati (N) e il loro impatto ambientale. Tuttavia, le ricerche sull'interazione tra AMF e batteri sono limitate e la definizione degli effetti sinergici o antagonisti è inesplorata. In questo secondo anno abbiamo quindi adottato una metodologia di superficie di risposta (RSM) per valutare la combinazione ottimale di micorrize (le stesse dell'anno precedente) e *Bacillus megaterium* per massimizzare i parametri agronomici e chimici legati all'utilizzo di N nel mais.

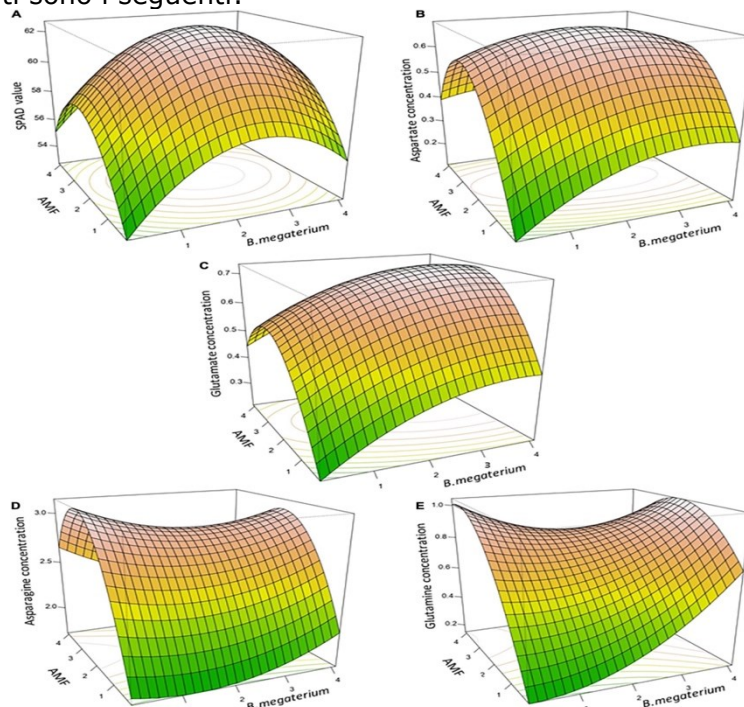
Allo scopo, sono stati preparati nove diversi tipi di concia dei semi includendo tutte le possibili combinazioni delle tre dosi di AMF (bassa: 0,1 kg ha<sup>-1</sup>; media: 2,1 kg ha<sup>-1</sup>; e alta: 4,1 kg ha<sup>-1</sup>) e delle tre dosi di *B. megaterium* (bassa: 0,1 kg ha<sup>-1</sup>; media: 2,1 kg ha<sup>-1</sup>; e alta: 4,1 kg ha<sup>-1</sup>). Di conseguenza, il presente esperimento sul campo è stato impostato come un disegno a blocchi completi randomizzati con 9 trattamenti e 4 repliche (blocchi). Ogni parcella aveva una superficie di 28 m<sup>2</sup> : 10 m di lunghezza e 2,8 m di larghezza (4 file di mais a 0,7 m di distanza tra le file). Prima della semina è stata effettuata una concia in laboratorio separatamente per ogni trattamento. In breve, ogni livello delle dosi 3 × 3 di AMF-B. megaterium è stato mescolato manualmente con i semi di mais (a circa 82.000 semi ha<sup>-1</sup>).

In fase riproduttiva (13 agosto) sono stati determinati lo SPAD, il contenuto di quattro aminoacidi chiave nell'assimilazione dell'azoto, ovvero asparagina, glutammina, aspartato e glutammato. Successivamente, a BBCH 89, la resa del mais è stata misurata raccogliendo manualmente 8 m<sup>2</sup> per singola parcella. Le piante sono state pesate e separate in granella e biomassa (fusti). Un sottocampione di 100 g di ciascun campione di granella e biomassa è stato essiccato in forno a 65 °C fino a peso costante per misurare il contenuto di sostanza secca. L'assorbimento di N da parte di granella e biomassa è stato calcolato moltiplicando la resa di granella e biomassa per le loro concentrazioni di N, determinate con il metodo di combustione Dumas.

Per ogni trattamento sono stati calcolati i due seguenti parametri di N-efficienza: (i) indice di raccolta di N (NHI;%) come rapporto tra N nella granella e N nella biomassa vegetale totale; e (ii) efficienza di utilizzo di N (NUE; kg<sup>-1</sup>) come rapporto tra la resa in granella e l'assorbimento totale di N da parte della pianta.

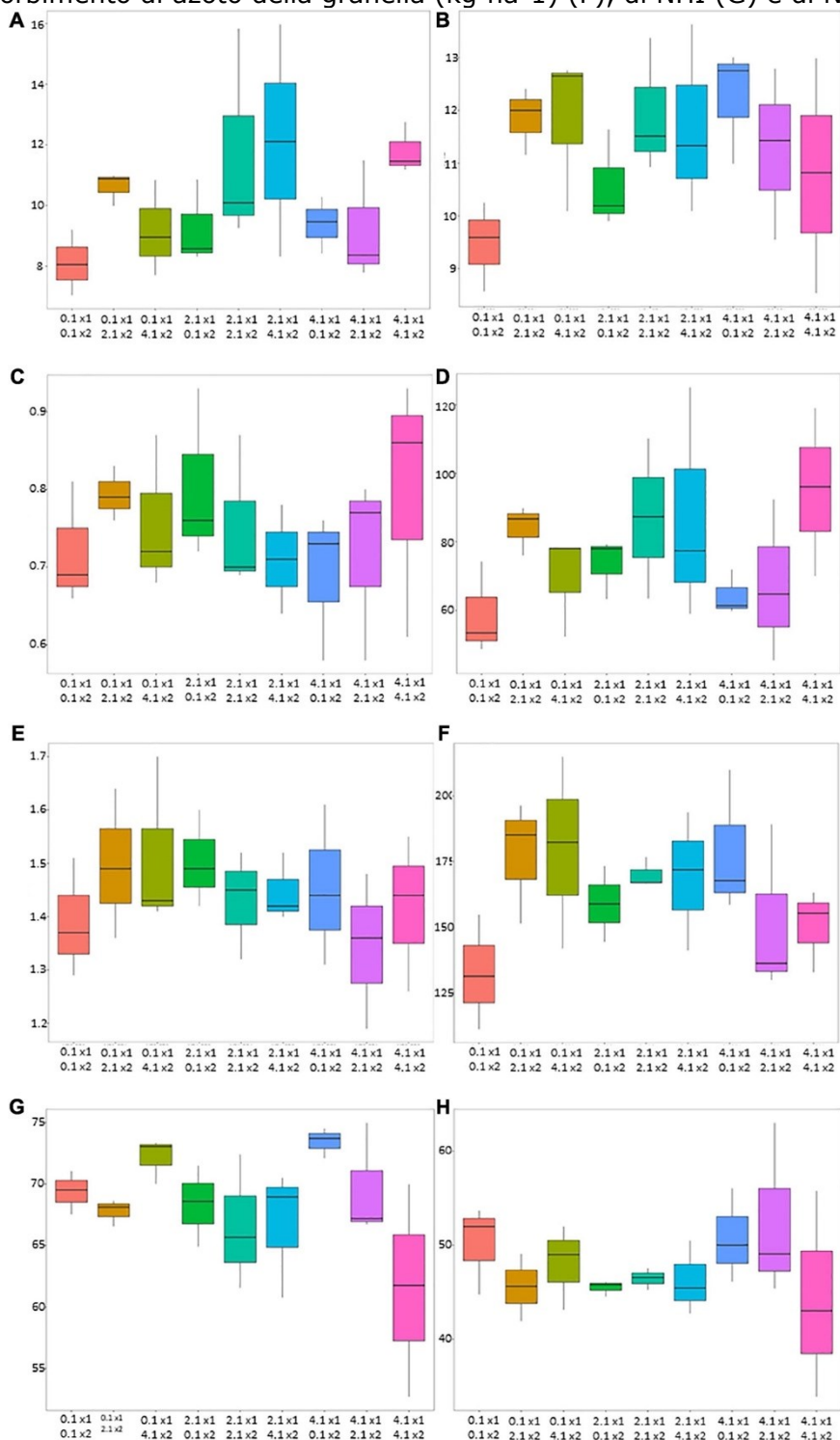
Successivamente, è stata eseguita l'analisi superficie risposta (RSM - Response Surface methodology) con un disegno composito centrato sulla faccia (FCDD) e sono state selezionate due variabili indipendenti con tre livelli: AMF (x1: 0,1 kg ha<sup>-1</sup>; 2,1 kg ha<sup>-1</sup>; 4,1 kg ha<sup>-1</sup>) e B. megaterium (x2: 0,1 kg ha<sup>-1</sup>; 2,1 kg ha<sup>-1</sup>; 4,1 kg ha<sup>-1</sup>). È stato scelto un disegno fattoriale completo di 27 prove sperimentali con 12 punti cubici, 12 punti assiali e 3 punti centrali, mentre i valori SPAD, le concentrazioni di aminoacidi e altri parametri NUE sono stati considerati profili di risposta per la modellazione. I cicli sperimentali sono stati randomizzati per minimizzare l'effetto della variabilità inattesa sulle risposte osservate, e RSM calcolata secondo un modello quadratico del secondo ordine.

I modelli RSM ottenuti sono i seguenti:



Di seguito sono invece riportati i diagrammi a box dei parametri agronomici per i trattamenti con AMF e *Bacillus megaterium* su mais. L'asse X descrive la combinazione di dosi di AMF e B. megaterium (0,1 kg ha<sup>-1</sup>, 2,1 kg ha<sup>-1</sup> e 4,1 kg ha<sup>-1</sup>), mentre l'asse Y rappresenta i valori della biomassa di mais (mg ha<sup>-1</sup>) mentre l'asse Z rappresenta i valori della biomassa di mais (kg ha<sup>-1</sup>).

1) (A), della resa in granella (mg ha<sup>-1</sup>) (B), della concentrazione di azoto della biomassa (%) (C), dell'assorbimento di azoto della biomassa (kg ha<sup>-1</sup>) (D), della concentrazione di azoto della granella (%) (E), dell'assorbimento di azoto della granella (kg ha<sup>-1</sup>) (F), di NHI (G) e di NutE (H).



I modelli matematici adattati, nonché la superficie di risposta 3D e i diagrammi dei contorni, ci hanno permesso di determinare le dosi ottimali di AMF e batteri, che corrispondono approssimativamente a 2,1 kg ha<sup>-1</sup> di entrambe le formulazioni. Questi livelli hanno fornito i valori massimi di SPAD, aspartato e glutammato. Al contrario, i parametri agronomici non sono stati influenzati, ad eccezione dell'indice di raccolta dell'azoto (NHI), che è stato leggermente influenzato (valore  $p < 0,10$ ) e ha indicato un maggiore accumulo di N nella granella dopo l'inoculazione con 4,1 e 0,1 kg ha<sup>-1</sup> di AMF e *B. megaterium*, rispettivamente. Ciononostante, l'identificazione dei punti di equilibrio per l'asparagina e la tendenza a una diversa allocazione di N quando AMF o PGPR sono stati utilizzati da soli, hanno evidenziato la complessità dell'interazione tra microrganismi e suggeriscono la necessità di ulteriori indagini volte a svelare i meccanismi alla base di questa

simbiosi.

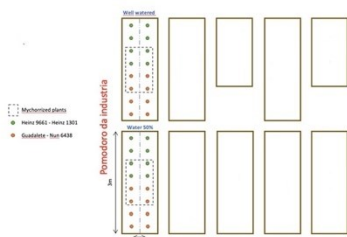
**Azione 1-C: PROVE IN AMBIENTE CONTROLLATO**

Le prove "in ambiente controllato" sono state condotte su pomodoro e vite, come da Piano. La prova pomodoro è stata condotta su 2 anni (anziché 1) e quella vite su 3 (anziché 1); la seconda, anziché nelle serre sperimentali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, è stata condotta in un vigneto sperimentale che era in impianto ad inizio progetto, beneficiando pertanto di condizioni più rappresentative per una coltura arborea quale la vite.

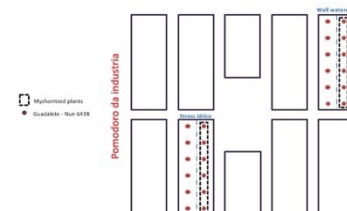
Per la **prova pomodoro**, è stata utilizzata la micorriza commerciale MycoApply, che ha buona affinità per la coltura in oggetto, secondo le raccomandazioni di etichetta.



Il disegno sperimentale è di seguito riassunto:



2021	Ben irrigato	Scarsamente irrigato
Micorrizzato	8 piante	8 piante
Non micorrizzato	8 piante	8 piante



2022	Ben irrigato	Scarsamente irrigato
Micorrizzato	6 piante	6 piante
Non micorrizzato	6 piante	6 piante

Durante la prova sono stati registrati dati sulla produttività, sulla fisiologia e sulla presenza di malattie.

Sono stati inoltre calcolati due indici:

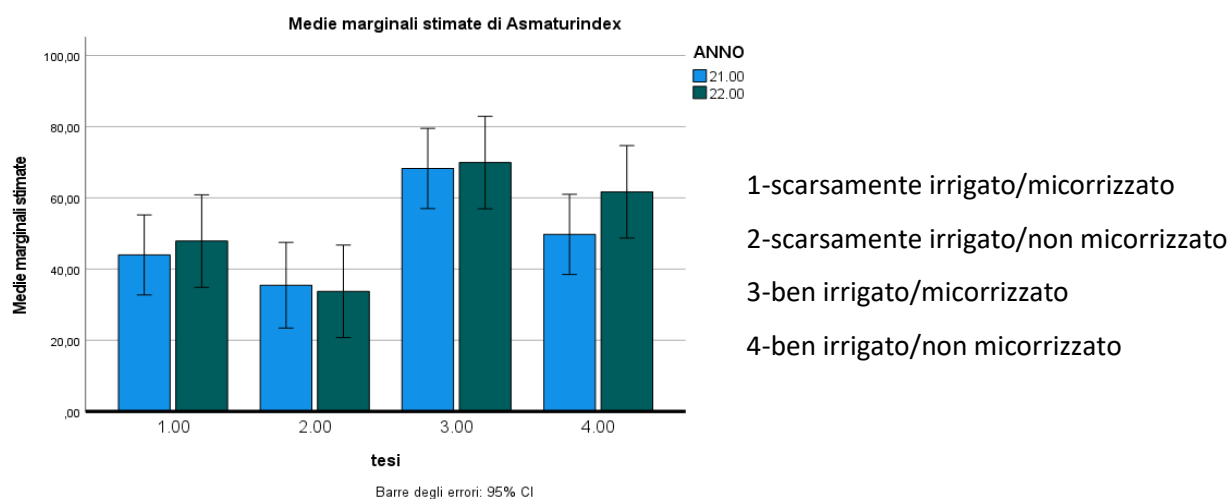
- Maturation index: numero di bacche mature / numero bacche totali della pianta
- Berry index: peso bacche mature / (peso bacche totali + biomassa fusto + biomassa radici)



Variabile	Valore medio 2021	Valore medio 2022	Valore medio anni (2021 & 2022)
Produttività (peso bacche totali (kg)//pianta)	0.9	4.3	2.7 Kg/pianta
Gradi Brix	4.2	4.7	4.45
pH	4.7	4.4	4.55
Alternaria, Peronospora	-	-	-
BER (Blossom-end rot) incidence	0.3%	30.25%	15.26%
BER severity	0.3%	50%	26.5%

Data l'assenza di malattie parassitarie non è stato possibile valutare l'effetto delle micorrize sulle stesse. Il BER è un disordine legato all'assorbimento del calcio, ma pare che le micorrize non abbiano registrato un effetto.

Per quanto riguarda la maturazione, è stata rilevata la significatività del Maturation index, con le micorrize che migliorano la prestazione fisiologica sia nella tesi ben irrigato che scarsamente irrigato. Rimangono però costanti il pH, gradi zuccherini e peso biomassa radicale.



### Test di effetti tra soggetti

Variabile dipendente: Asmatindex

Origine	Somma dei quadrati di tipo III	df	Media quadratica	F	Sig.
Modello corretto	9162,255 <sup>a</sup>	7	1308,894	5,228	,000
Intercetta	142468,468	1	142468,468	569,097	,000
tesi	8611,701	3	2870,567	11,467	,000
ANNO	211,173	1	211,173	,844	,363
tesi * ANNO	340,824	3	113,608	,454	,716
Errore	11766,042	47	250,341		
Totale	165961,102	55			
Totale corretto	20928,298	54			

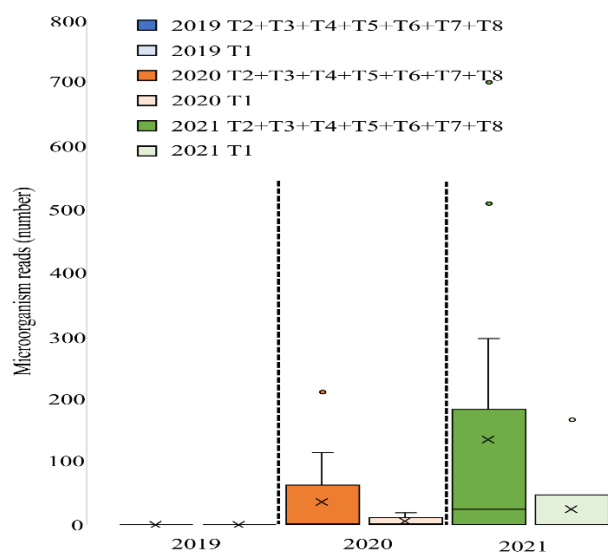
a. R-quadrato = ,438 (R-quadrato adattato = ,354)

Relativamente alle **prove vite**, è stata utilizzata la cultivar 'Malvasia di Candia Aromatica' e sono state testate 8 differenti micorrize commerciali (oltre ad un controllo non inoculato), su 8 filari distinti di lunghezza pari ad almeno 80 m. L'inoculo è stato fatto al trapianto e poi annualmente, alla germinazione e per altri due anni consecutivi, applicando al colletto in accordo alle raccomandazioni di etichetta del produttore.

Le caratteristiche dei prodotti erano le seguenti:

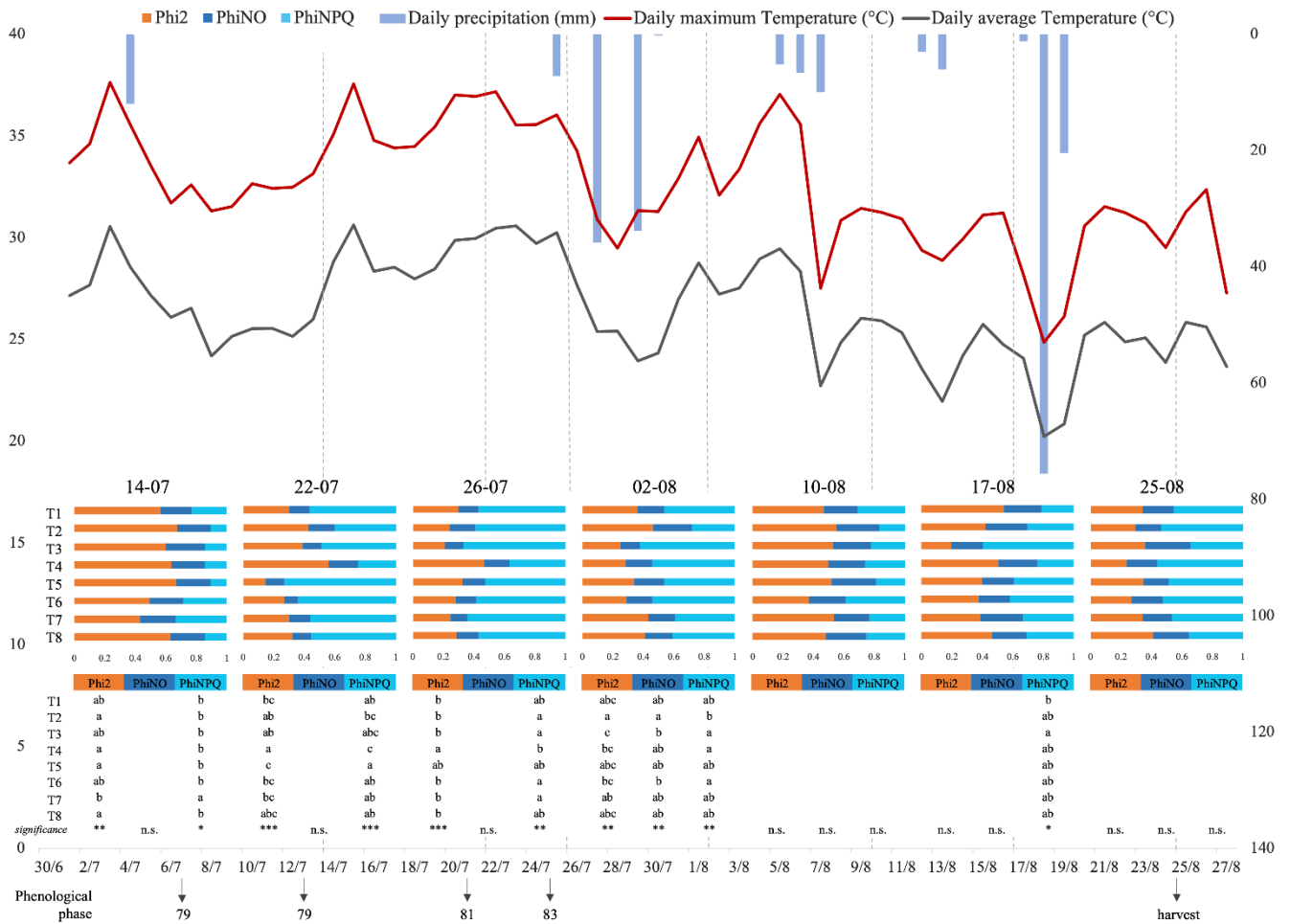
Commercial product	Manufacturer	Code	Mycorrhizal inoculum	
Micoflow	Filnova	T1	<i>Rhizophagus irregularis</i> (labeled as <i>Glomus intraradices</i> )	1%
Radimix advance			<i>Rhizophagus</i> spp. (labeled as <i>Glomus</i> spp.)	0.005%
MycoApply DR	Sumitomo Chemical Italia	T2	<i>R. irregularis</i> <i>Claroideoglomus luteum</i> , <i>Claroideoglomus etunicatum</i> <i>Claroideoglomus claroideum</i>	1%
MycoUp	Biogard®	T3	<i>Rhizophagus iranicus</i> (labeled as <i>Glomus iranicum</i> ) var. <i>tenuihypharum</i>	120 propagules/g
Overground ST-Plus	Overtis	T4	<i>Rhizoglomus</i> spp. (labeled as <i>Glomus</i> spp.)	0.004%
Team mix	Hello Nature®	T5	<i>R. irregularis</i> (labeled as <i>G. intraradices</i> ) <i>Funneliformis mosseae</i> (labeled as <i>Glomus mosseae</i> )	500 spores/g
Tricoveg	Chemia S.p.a.	T6	<i>Rhizophagus</i> spp. (labeled as <i>Glomus</i> spp.)	0.2%
Vici Rhizoteam WG	Koppert	T7	<i>Rhizophagus</i> spp. (labeled as <i>Glomus</i> spp.)	4%

In primis è stato valutato il grado di micorrizzazione, per verificare l'efficacia del trattamento su vite, attraverso NGS sequencing (avvalendoci di outsourcing tramite Microbiome analysis SA) della popolazione rizosferica di tre piante per tesi:



Le analisi si sono poi concentrate al terzo anno, quando si presume che la vite (in quanto specie arborea) abbia stabilizzato la simbiosi con le micorrize applicate. Relativamente alla presenza di fitopatologie, non si sono osservati sintomi né nella tesi controllo né in quelle trattate, in ragione della stagione particolarmente secca. Ciò non ostante, queste condizioni climatiche si sono rivelate idonee per la valutazione della tolleranza allo stress idrico a seguito dei trattamenti.

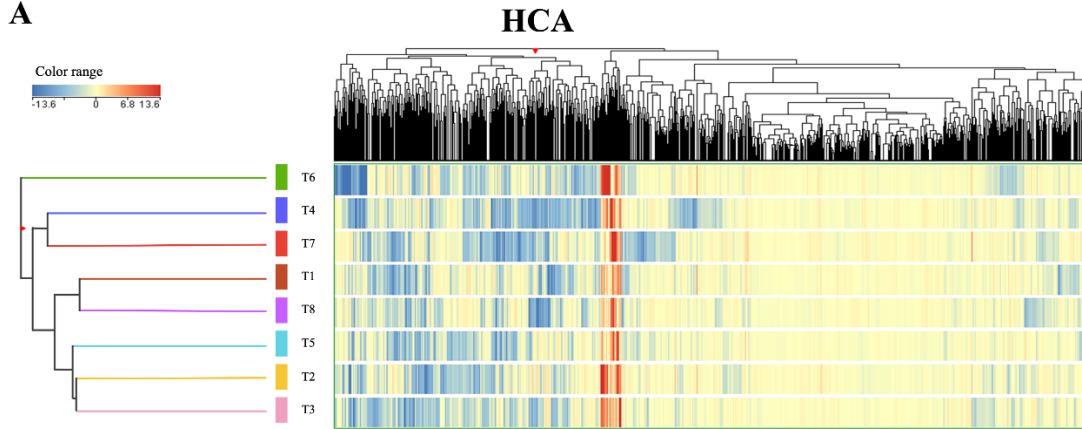
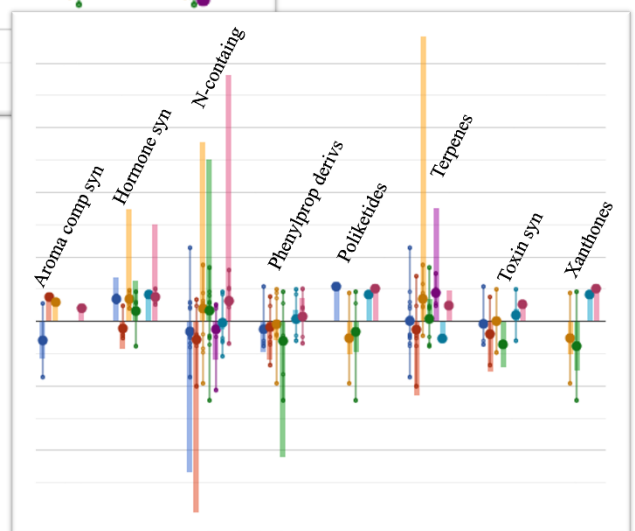
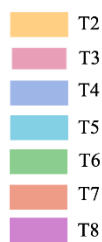
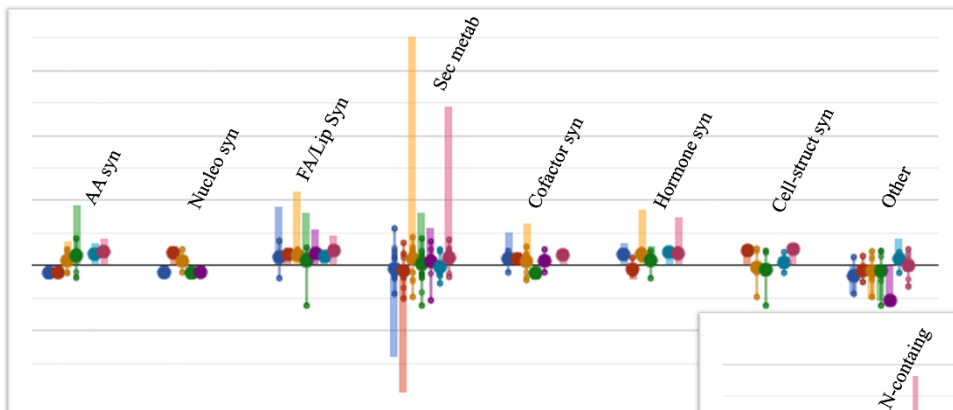
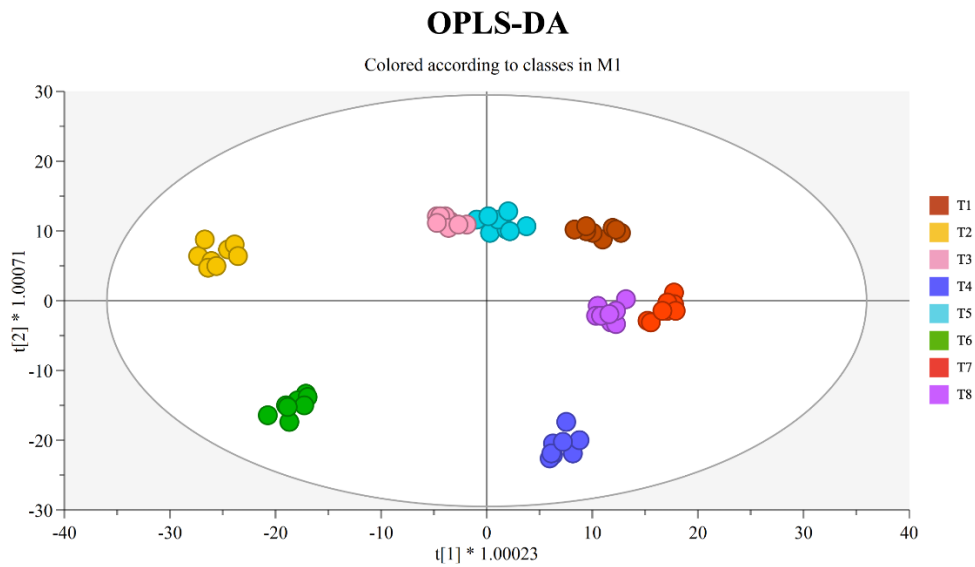
Sono stati valutati in primis i parametri fotosintetici Phi2 (efficienza fotosistema II), l'utilizzo della radiazione in mondo non ossidativo (PhiNO), ed il non-photochemical quenching (PhiNPQ), a 7 tempi lungo la stagione vegetativa della vite. I valori sono di seguito riassunti insieme all'andamento meteo:



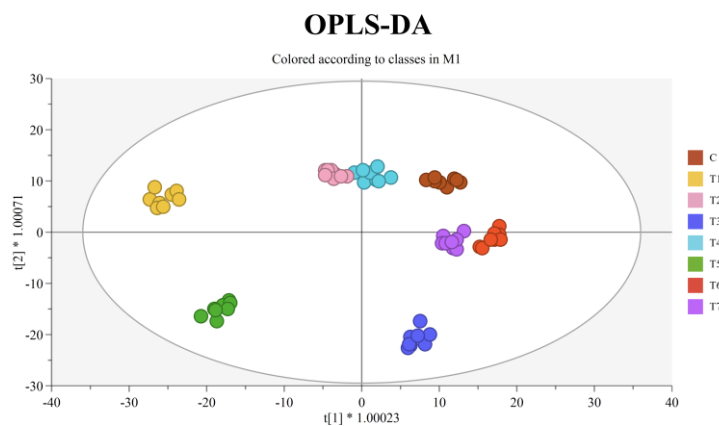
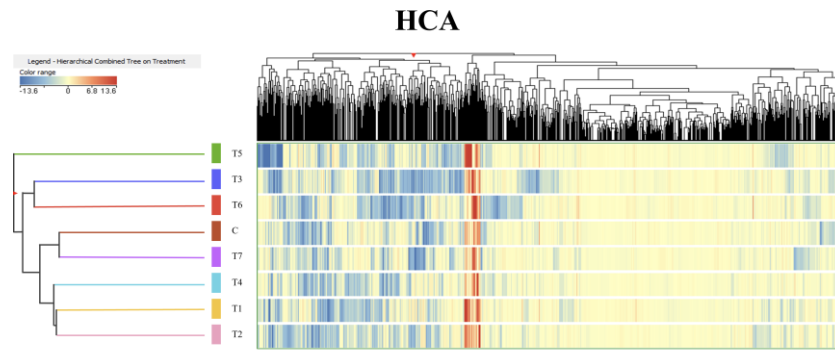
È interessante notare che la maggior parte delle differenze tra i trattamenti è stata osservata alle temperature più alte registrate (14, 22 e 26 luglio e 2 agosto). I dati ottenuti nei giorni più caldi (22 e 26 luglio) hanno mostrato differenze significative nelle prestazioni fotosintetiche. In entrambe le date, i valori di Phi2 registrati con il trattamento T3 ( $0,558 \pm 0,065$  il 22 luglio e  $0,471 \pm 0,141$  il 26 luglio) erano staticamente superiori a quelli del controllo ( $0,299 \pm 0,033$  il 22 luglio e  $0,301 \pm 0,031$  il 26 luglio).

A seguire, è stata condotta una analisi di metabolomica untargeted in cromatografia liquida UHPLC accoppiata a spettrometria di massa ad alta risoluzione quadrupolo-tempo-di-volo (UHPLC-ESI/QTOF-HRMS), sia su foglie per la modulazione del metabolismo legata a micorrizzazione che su bacche per il profilo fenolico. Complessivamente, sono stati annotati più di 2400 composti; le successive analisi statistiche multivariate di tipo cluster HCA (distanze euclidee) ed i modelli supervisionati di tipo OPLS-DA hanno permesso di evidenziare le differenze fra i trattamenti e identificare i composti differenziali, che sono stati interpretati tramite analisi delle vie metaboliche con il software PlantCyc pathway Tool.

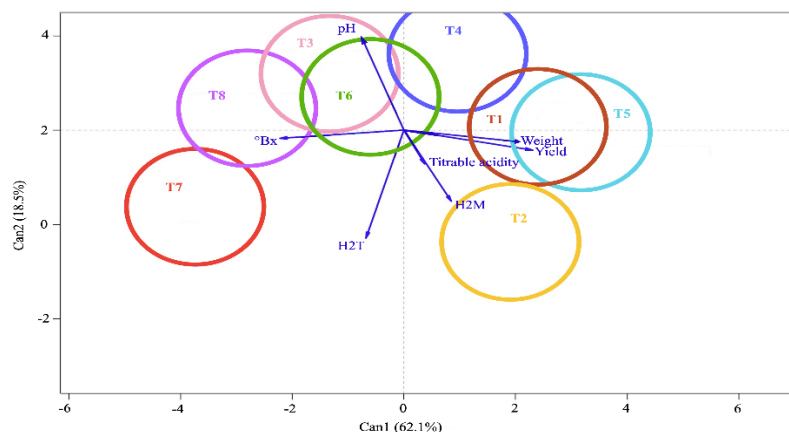
La HCA non supervisionata basata sul fold change ha identificato i cluster sulle caratteristiche metaboliche dei campioni (Figura 2A). Il dendrogramma risultante ha mostrato due cluster principali, il primo dei quali formato da T3 e T6, mentre il secondo da Controllo, T1, T2, T4 e T7. All'interno di questo secondo cluster, sono stati osservati due sottogruppi, formati da Controllo e T7 e da T1, T2 e T4. È interessante notare che i campioni T5 non sono stati uniti a nessuno di questi cluster, evidenziando una diversa modulazione del profilo metabolico rispetto agli altri trattamenti.

**A****B**

La stessa analisi UHPLC-ESI/QTOF-HRMS è stata ripetuta sul profilo fenolico nelle bacche. I polifenoli sono stati quindi quantificati come equivalenti per classe fenolica e i valori risultanti sono stati forniti come mg/g (FW). È stato possibile osservare profili specifici per i trattamenti; sono state osservate differenze significative per tutte le sottoclassi fenoliche equivalenti ( $p$ -value  $\leq 0,05$ ), ad eccezione di flavanoli, flavonoli e lignani. In generale, i fenoli a basso peso molecolare e gli acidi fenolici hanno mostrato le variazioni più elevate.



A riguardo degli altri parametri qualitativi della bacca, si sono osservate differenze non significative ( $p$ -value  $\leq 0,05$ ) per la resa, il pH, l'acidità titolabile, l'acido malico e il °Brix tra i trattamenti. Tuttavia, la MANOVA ha mostrato un effetto significativo del trattamento valutando contemporaneamente più variabili dipendenti (valore  $p = 9,269e-05$ ). Successivamente, è stata eseguita la CDA per esaminare a fondo il potere discriminante delle variabili indipendenti nel distinguere tra i gruppi di trattamento. L'output grafico della CDA ha fornito una visualizzazione a bassa dimensione della variazione tra i gruppi e dei vettori che riflettono i pesi delle variabili quantitative e qualitative della frutta in uno spazio canonico.



In conclusione, la prova vite ha chiarito il ruolo cruciale svolto dall'inoculazione di biostimolanti a base di micorrize nel sostenere le attività fotosintetiche e fisiologiche e nel modulare la qualità dei frutti in vite, in condizioni di crescita non ottimali. È interessante notare che questo è il primo lavoro che confronta gli effetti di diversi trattamenti a base di micorrize sulla risposta della vite sia a livello di pianta che di frutto. Le viti trattate con biostimolanti hanno mostrato livelli più elevati di fotosintesi vegetale e di funzionamento del fotosistema PSII, riflettendo una diminuzione generale della fotoinibizione in seguito alla simbiosi con biostimolanti. Parallelamente, la metabolomica non target seguita da statistiche multivariate ha evidenziato una sostanziale riprogrammazione del metabolismo (soprattutto lipidi, alcaloidi e terpenoidi) nelle piante simbiotiche. Inoltre, l'applicazione di biostimolanti ha mostrato variazioni significative nelle componenti chimiche e di resa, mostrando in generale un migliore contenuto di polifenoli e zuccheri, rispetto alle piante non trattate. Nonostante alcuni effetti già noti, vale la pena menzionare il ruolo specifico svolto dai diversi biostimolanti nel fornire resilienza alle piante e nel modulare il profilo fitochimico delle bacche.

Data

IL RESPONSABILE SCIENTIFICO

20-12-2023