



TIPO DI OPERAZIONE

16.2.01 - SUPPORTO PER PROGETTI PILOTA E PER LO SVILUPPO DI NUOVI PRODOTTI, PRATICHE, PROCESSI E TECNOLOGIE NEL SETTORE AGRICOLO E AGROINDUSTRIALE

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE N. 2286/2021

FOCUS AREA 3A

RELAZIONE TECNICA FINALE

DOMANDA DI SOSTEGNO 5412307

DOMANDA DI PAGAMENTO 5752739

Titolo progetto	Valutazione produttiva e nutrizionale di leguminose foraggere da utilizzare in agricolturabiologica, integrata e in rotazioni colturali sostenibili ai fini della PAC 2023-2027 – FabaForage
Ragione sociale del beneficiario	CONTINENTAL SEMENCES S.p.A. Via Monzato, 9 – 43029 Traversetolo (PR) P.IVA 02098280346

Durata originariamente prevista del progetto (in mesi)	18
Data inizio attività	01/09/2022
Data termine attività (includere eventuali proroghe già concesse)	26/03/2024

Relazione relativa al periodo di attività dal	01/09/2022	al	26/03/2024
Data rilascio relazione	22/05/2024		

Autore della relazione	Giada Guarnieri, Continental Semences e CRPA		
telefono		e-mail	info@continentalsemences.com
pec	CONTINENTALSEMENCES@CERT.RSNET.IT		

RESPONSABILE DEL PROGETTO

PEC	CONTINENTALSEMENCES@CERT.RSNET.IT
Ente di appartenenza	CONTINENTAL SEMENCES S.p.A.

RESPONSABILE SCIENTIFICO DEL PROGETTO

PEC	crpapec@pec.it
Ente di appartenenza	Centro Ricerche Produzioni Animali Soc.Cons.p.A.

Sommario

1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	4
1.1	STATO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PROGETTO	4
2	DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE.....	5
2.1	ATTIVITÀ E RISULTATI	5
2.2	PERSONALE	8
2.3	COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI.....	9
2.4	SPESE PER ATTIVITÀ DI DIVULGAZIONE E DISSEMINAZIONE	10
2.5	SPESE PER MATERIALE DUREVOLE E ATTREZZATURE, INVESTIMENTI IMMATERIALI	10
2.6	MATERIALI E LAVORAZIONI DIRETTAMENTE IMPUTABILI ALLA REALIZZAZIONE DEI PROTOTIPI	11
2.7	LOCAZIONE	11
3	CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ	12
4	ALTRE INFORMAZIONI	12
5	CONSIDERAZIONI FINALI	12
6	RELAZIONE TECNICA.....	13

1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Descrivere brevemente il quadro di insieme relativo alla realizzazione del progetto

L'obiettivo del Piano è stato quello di testare specie di leguminose foraggere per la capacità di affrancarsi e crescere, quindi di produrre (biomassa e principi nutritivi), ai fini del loro impiego, in purezza o in miscugli, nelle rotazioni colturali sostenibili.

L'interesse verso queste specie s'è rinnovato in vista della PAC 2023-27 e delle azioni che l'Italia ha proposto nel proprio Piano strategico inviato alla Commissione con l'eco-schema 4 che premia le leguminose foraggere prodotte senza diserbanti e senza l'uso di fitofarmaci.

Il progetto era articolato in 3 azioni. La prima prevedeva di testare in ambiente controllato 9 specie/varietà di leguminose foraggere da sementi inoculate con batteri azotofissatori. Nello specifico sono state messe a confronto 3 tesi: i) seme inoculato con rizobio e protetto con coating a base di prodotti naturali; ii) seme non inoculato, ma ricoperto con il medesimo coating; iii) seme non inoculato e non protetto. Sono stati effettuati rilievi eco-fisiologici e produttivi. È stata inoltre testata la fertilità chimica e biologica dei suoli. La seconda azione invece prevedeva prove agronomiche in regime biologico per valutare la produttività e la qualità delle biomasse. In questa azione sono state testate le stesse varietà/specie dell'azione precedente ed è stata aggiunta una tesi che sono diventate 4 in totale e sono state: i) seme inoculato con rizobio e protetto con coating a base di prodotti naturali con dose minima, ii) seme non inoculato ma ricoperto con il medesimo coating con dose minima, iii) seme non inoculato e non protetto con dose minima e iv) seme non inoculato e non protetto con dose massima. Lo schema sperimentale era a split-plot con 4 repliche dove il fattore principale era la specie/varietà e il fattore secondario il trattamento del seme. Le colture sono state raccolte quando raggiungevano lo stadio di inizio-piena fioritura e sono stati valutati i parametri produttivi (resa a ettaro) e qualitativi.

La terza azione invece prevedeva una valutazione dei risultati ai fini della formulazione di indicazioni utili all'uso delle leguminose foraggere in rotazioni colturali per la produzione biologica e integrata e ammissibili a contributo per la PAC 2023-2027. È stato costituito un gruppo di lavoro composto da tecnici Continental semences, CRPA, regione Emilia-Romagna, agronomi del settore e Ass.O.Cert.Bio.

La divulgazione ha coinvolto attività sia dimostrative in campo che divulgative tramite pubblicazioni ed eventi pubblici. È stata quindi organizzata una giornata demo il 27 giugno 2023 in cui era previsto anche un seminario tecnico, un incontro tecnico con i portatori d'interessi, nonché il convegno finale il 20 marzo 2024 e la pubblicazione di un articolo su Informa-Bio e di un opuscolo in formato digitale sui risultati del progetto.

1.1 STATO DELLE AZIONI PREVISTE NEL PROGETTO

Azione	Tipologia attività	Mese inizio attività previsto	Mese inizio attività effettivo	Mese termine attività previsto	Mese termine attività effettivo
Esercizio della Cooperazione	cooperazione	1	1	18	18
Azione 1 - Leguminose foraggere da sementi inoculate con batteri azotofissatori: valutazione in ambiente controllato di crescita ed effetti indotti sulla qualità del suolo	Studi necessari alla realizzazione del Piano	1	1	12	12
Azione 2 - Leguminose foraggere da sementi inoculate con batteri azotofissatori: prove agronomiche in regime biologico per valutare la produttività e la qualità delle biomasse	Studi necessari alla realizzazione del Piano	1	1	18	18
Azione 3 - Valutazione dei risultati ai fini della formulazione di indicazioni utili all'uso delle leguminose foraggere in rotazioni colturali per la produzione biologica e integrata e ammissibili a contributo per la PAC 2023-2027	Studi necessari alla realizzazione del Piano	13	12	18	18
Divulgazione	Divulgazione	1	1	18	18

2 DESCRIZIONE PER SINGOLA AZIONE

Compilare una scheda per ciascuna azione

2.1 ATTIVITÀ E RISULTATI

Azione	Esercizio della cooperazione
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>A seguire la comunicazione dell'ammissione in graduatoria utile a ricevere il contributo regionale con delibera della Giunta n.14925 del 01/08/2022 e nostra conferma di interesse a eseguire il Progetto inviata con PEC del 5/8/2022, Continental Semences ha avviato formalmente il Piano sottoscrivendo il contratto di collaborazione con l'Ente di ricerca, organizzando riunioni di pianificazione delle attività con il gruppo di ricerca di CRPA. Le attività, nel rispetto di quanto previsto dall'Avviso pubblico 2286/2021, sono pertanto iniziate in settembre 2022. Con ricezione della PEC del 29/09/2022 dal pertinente Servizio regionale, è stata comunicata la definitiva ammissione a contributo del progetto seguendo l'iter processuale stabilito nell'Avviso e, dunque la concessione di 18 mesi di tempo per l'esecuzione delle attività.</p> <p>Durante lo svolgimento del Progetto, l'esercizio della cooperazione, espressa da Continental Semences in collaborazione con l'Ente di ricerca, è stato attuato mediante riunioni principalmente da remoto con incontri informali al bisogno per lo scambio continuo di informazioni e la condivisione di dati e risorse necessarie alle attività in funzione dei ruoli assegnati. Continental Semences ha provveduto ad organizzare e sviluppare i previsti incontri tecnici sia con giornate dimostrative in campo, sia con tavoli tecnici con la partecipazione di specialisti e istituzioni che hanno costituito importanti momenti di sintesi, raccordo e sviluppo dei risultati con le attività in corso e di quelli ottenuti a fine progetto.</p> <p>Il costante monitoraggio delle attività dei gruppi di lavoro, oltre a permettere di affrontare tempestivamente eventuali criticità e portare a termine le operazioni nel rispetto del Progetto pilota, ha consentito l'ottimale uso delle risorse (eventuali turnover, maternità ecc.). Tale fattiva collaborazione e monitoraggio dei gruppi di lavoro ha, inoltre, permesso di terminare le attività nei 18 mesi concessi data di ricezione della PEC di ammissione a finanziamento.</p> <p>Nel corso dell'attività, Continental Semences mediante il proprio personale tecnico e la consulenza dello staff amministrativo ha provveduto a recepire e a predisporre la documentazione burocratica, tecnica e finanziaria secondo documenti messi a disposizione dalla Regione per consentire la rendicontazione del Progetto nella modalità e tempistica richiesta.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>per la cooperazione, gli obiettivi sono stati raggiunti.</p>

Azione 1	Leguminose foraggere da sementi inoculate con batteri azotofissatori: valutazione in ambiente controllato di crescita ed effetti indotti sulla qualità del suolo
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'obiettivo dell'azione è stato di verificare l'effetto di inoculi di diversi ceppi di batteri azotofissatori (<i>Rhizobium</i> spp) sulla crescita di diverse specie/varietà foraggere, così come sulle caratteristiche chimiche e biologiche indotte nel suolo.</p> <p>Sono state confrontate 3 varietà di erba medica (<i>Dimitra</i>, <i>Emiliana</i> e <i>Gea</i>), 1 varietà di trifoglio pratense (<i>Uno</i>), 1 varietà di trifoglio repens (<i>Simone</i>), 1 varietà di trifoglio ibrido (<i>Tigea</i>), 1 varietà di ginestrino (<i>Giada</i>), 1 varietà di sulla (<i>Corona</i>) e una varietà di lupinella per un totale di 9 varietà/specie. Sono state messe a confronto 3 tesi: 1) seme protetto da coating, 2) seme protetto da coating ed inoculato con rizobio specie-specifico e 3) seme senza coating e senza inoculo.</p> <p>L'attività è stata svolta in ambiente controllato con disegno sperimentale completamente randomizzato e 3 repliche.</p> <p>Le piante sono state raccolte al stadio di inizio-piena fioritura e sono stati rilevati diversi parametri, fra cui peso fresco e secco della biomassa epigea, peso fresco e secco della biomassa ipogea, altezza, lunghezza delle radici, altezza, area fogliare e umidità del terreno. Durante il ciclo di crescita delle piante sono stati valutati anche diversi parametri fisiologici come temperatura della canopy, traspirazione fogliare, NDVI, PRI, SPAD. Nel suolo di ogni tesi e di ogni replica sono stati valutati i parametri chimici e biologici del terreno per apprezzare l'eventuale effetto degli inoculi (attività respiratoria, attività enzimatiche dell'ureasi e della fosfatasi).</p> <p>A fine attività è stato prodotto un report dei risultati ottenuti e mandato a Continental semences.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Tutti gli obiettivi dell'azione sono stati raggiunti</p>

Azione 2	Leguminose foraggere da sementi inoculate con batteri azotofissatori: prove agronomiche in regime biologico per valutare la produttività e la qualità delle biomasse
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'obiettivo dell'azione è stato quello di testare a pieno campo l'adattabilità delle specie/varietà utilizzate nell'azione 1. In questa azione le tesi messe a confronto sono state 4: 1) seme protetto da coating a dose minima, 2) seme protetto da coating ed inoculato con rizobio specie-specifico a dose minima, 3) seme senza coating e senza inoculo a dose minima e 4) seme senza coating e senza inoculo a dose massima.</p> <p>È stato allestito un campo prova con un disegno sperimentale a Split-Plot con quattro repliche dove la specie/varietà era il fattore principale mentre i trattamenti del seme (tesi) erano il fattore secondario nella successiva analisi statistica che è stata fatta utilizzando il software R-Studio. Il campo è stato seminato a settembre 2022 ed è stato monitorato fino a gennaio 2024.</p> <p>Per ogni raccolta sono stati effettuati i seguenti rilievi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • produzione di foraggio verde sfalciato ad inizio-piena fioritura; • contenuto di sostanza secca; • produzione di sostanza secca; • analisi qualitative della biomassa mediante spettroscopia (NIRS) <p>La velocità di emergenza è stata misurata attraverso l'utilizzo del software Canopeo ®.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Da progetto erano previsti 3 trattamenti (seme con coating, seme con coating più inoculo e seme nudo) ma in fase di allestimento del campo sperimentale è stato deciso d'inserire una quarta tesi (seme nudo distribuito con dose massima di semina) e le tesi sono quindi</p>

	<p>passate da 27 a 36 comportando un maggior numero di rilievi e analisi. Questo ci ha consentito di poter valutare l'effetto del coating e dell'inoculo anche rispetto alla dose massima di semina. Al fine di ottimizzare la tempistica dei rilievi si è optato per non fare la conta delle piante vitali dopo il primo ed ultimo sfalcio.</p> <p>Gli obiettivi dell'azione sono stati raggiunti (produzione del foraggio verde, sostanza secca, velocità di emergenza alla semina e parametri compostivi nutrizionali).</p>
--	--

Azione 3	Valutazione dei risultati ai fini della formulazione di indicazioni utili all'uso delle leguminose foraggere in rotazioni colturali per la produzione biologica e integrata e ammissibili a contributo per la PAC 2023-2027
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'obiettivo di questa azione era di formulare indicazioni sull'uso di specie/varietà nell'areale dell'Emilia-Romagna e dell'efficacia dei trattamenti in termini di successo delle colture stesse e del loro utilizzo nella produzione integrata e agricoltura biologica.</p> <p>È stato quindi costituito un gruppo di lavoro composto da tecnici Continental, CRPA, regione Emilia-Romagna, ed esperti del settore come Corradetti di AssoCertBio, il prof. Ronga di UniSalerno e l'agronomo Scozzoli. Sono stati fatti diversi tavoli di discussione fra i tecnici di Continental, CRPA e il prof. Ronga fra ottobre e dicembre. A gennaio 2024 è stato fatto un incontro in regione Emilia-Romagna con tutti gli stakeholders contattati per discutere i risultati delle azioni 1 e 2 e delle possibili ripercussioni sull'applicazione dell'ecoschema 4, agricoltura biologica e i disciplinari di produzione integrata.</p>
Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Tutti gli obiettivi sono stati raggiunti</p>

Azione	Divulgazione
Descrizione delle attività	<p><i>descrizione delle attività svolte per il raggiungimento degli obiettivi previsti dall'azione</i></p> <p>L'attività di divulgazione aveva come obiettivo raggiungere diversi target a cui Continental si rivolge come gli agricoltori e tecnici che assistono le aziende agricole.</p> <p>Il 27 giugno è stata organizzata una giornata dimostrativa presso l'azienda sperimentale del CREA a San Cesario sul Panaro (MO) dove era allestito il campo sperimentale dell'azione 2. Prima della visita in campo è stato organizzato un workshop a cui hanno partecipato tecnici Continental semences, ricercatori e tecnici CRPA, operatori del settore (es. agronomi) e funzionari regionali.</p> <p>Il 20 marzo 2024 è stato organizzato il convegno finale presso il Tecnopolo di Reggio Emilia in cui sono intervenuti diversi stakeholders interessati al progetto come Ass.O.Cert.Bio il prof. Mengoni dell'Università di Firenze e il prof. Ronga dell'Università di Salerno.</p> <p>La divulgazione è stata fatta anche attraverso il sito di Continental semences (https://www.continentalsemences.com/it/) dove è possibile accedere alle informazioni relative alle iniziative svolte e ai risultati del progetto (opuscolo). Il giorno 11 marzo è stato pubblicato un articolo sui risultati del progetto nella rivista online "informabio" specializzata nella divulgazione su agricoltura biologica e sviluppo sostenibile.</p> <p>https://informabio.bio/2024/03/11/le-colture-di-copertura/?utm_source=Aziende+Bioagricoop&utm_campaign=241e6314be-EMAIL_CAMPAIGN_2022_06_17_08_21_COPY_04&utm_medium=email&utm_term=0_c1f418149c-241e6314be-610486154&mc_cid=241e6314be&mc_eid=f085c7adbf</p> <p>Una parte dei risultati ottenuti nell'azione 1 verrà presentata al V convegno AISSA "Le Scienze Agrarie nell'Antropocene: dalla produttività alla tutela del patrimonio materiale e culturale" che si svolgerà a Firenze il 26-27 giugno 2024.</p>

Grado di raggiungimento degli obiettivi, scostamenti rispetto al piano di lavoro, criticità evidenziate	<p><i>descrivere in che misura sono stati raggiunti gli obiettivi previsti, giustificando eventuali scostamenti dal progetto originario. Analizzare eventuali criticità tecnico scientifiche emerse durante l'attività</i></p> <p>Tutti gli obiettivi dell'azione sono stati raggiunti</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.

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta	Costo orario 2022	Ore	Costo totale
	amministrativo per rendicontazione progetto	gestione finanziaria e documentale del Piano, rapporti con referenti regione e verifiche adempimenti in itinere	33,03	33	1.089,99
	perito agrario e addetto laboratorio	tecnico laboratorio, affiancamento attività di studio svolte dall'organismo di ricerca, attività di studio, messa a punto sementi in prova	24,39	132,0	3.219,48
	biologa molecolare e responsabile r & s	Biologa Resp. Ric. Svil., Resp. Laboratorio sementi, Responsabile organizzativa del Piano, supporto Resp.RS, Resp., cooperazione, reportistica, messa a punto prove, verifiche e validazione, disseminazione	39,23	85,0	3.334,55
	biologa molecolare e responsabile qualità	Biologa, Quality manager Laboratorio, Resp. sviluppo prodotti confettatura, supporto Resp.RS, reportistica, messa a punto prove, verifiche e validazione	39,00	104,0	4.056,00
	perito agrario, responsabile certificazioni sementi, resp. di produzione e del settore biologico, valutatore prove parcellari nuove varietà	partecipazione attività di studio, messa a punto sementi in prova, valutazione risultati	43,14	152,0	6.557,28
	agronomo ambientale, comunicazione/divulgazione	partecipazione attività di studio, messa a punto sementi in prova, valutazione risultati, collaborazione alla stesura dei report, supporto tecnico all'attività di divulgazione, sviluppo contenuti	54,38	47	2.555,86
Totale:					20.813,16

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta	Costo orario 2023	Ore	Costo totale
	amministrativo per rendicontazione progetto	gestione finanziaria e documentale del Piano, rapporti con referenti regione e verifiche adempimenti in itinere	35,62	129	4.594,98
	perito agrario e addetto laboratorio	tecnico laboratorio, affiancamento attività di studio svolte dall'organismo di ricerca, attività di studio, messa a punto sementi in prova	25,61	263,0	6.735,43
	biologa molecolare e responsabile r & s	Biologa Resp. Ric. Svil., Resp. Laboratorio sementi, Responsabile organizzativa del Piano, supporto Resp.RS, Resp., cooperazione, reportistica, messa a punto prove, verifiche e validazione, disseminazione	39,28	158,0	6.206,24

	biologa molecolare e responsabile qualità	Biologa, Quality manager Laboratorio, Resp. sviluppo prodotti confetteria, supporto Resp.RS, reportistica, messa a punto prove, verifiche e validazione	38,98	333,0	12.980,34
	perito agrario, responsabile certificazioni sementi, resp. di produzione e del settore biologico, valutatore prove parcellari nuove varietà	partecipazione attività di studio, messa a punto sementi in prova, valutazione risultati	44,44	287,0	12.754,28
	agronomo ambientale, comunicazione/divulgazione	partecipazione attività di studio, messa a punto sementi in prova, valutazione risultati, collaborazione alla stesura dei report, supporto tecnico all'attività di divulgazione, sviluppo contenuti	56,48	122,0	6.890,56
				Totale:	50.161,83

Cognome e nome	Mansione/qualifica	Attività svolta	Costo orario 2024	Ore	Costo totale
	amministrativo per rendicontazione progetto	gestione finanziaria e documentale del Piano, rapporti con referenti regione e verifiche adempimenti in itinere	35,62	25	890,50
	biologa molecolare e responsabile r & s	Biologa Resp.Ric.Svil., Resp. Laboratorio sementi, Responsabile organizzativa del Piano, supporto Resp.RS, Resp., cooperazione, reportistica, messa a punto prove, verifiche e validazione, disseminazione	39,28	46,0	1.806,88
	biologa molecolare e responsabile qualità	Biologa, Quality manager Laboratorio, Resp.sviluppo prodotti confetteria, supporto Resp.RS, reportistica, messa a punto prove, verifiche e validazione	38,98	72,0	2.806,56
	perito agrario, responsabile certificazioni sementi, resp. di produzione e del settore biologico, valutatore prove parcellari nuove varietà	partecipazione attività di studio, messa a punto sementi in prova, valutazione risultati	44,44	50,0	2.222,00
	agronomo ambientale, comunicazione/divulgazione	partecipazione attività di studio, messa a punto sementi in prova, valutazione risultati, collaborazione alla stesura dei report, supporto tecnico all'attività di divulgazione, sviluppo contenuti	56,48	32,0	1.807,36
				Totale:	9.533,30

2.3 COLLABORAZIONI, CONSULENZE ESTERNE, ALTRI SERVIZI

CONSULENZE ESTERNE - PERSONE FISICHE

Nominativo del consulente	Importo previsto	Attività realizzate / ruolo nel progetto	Costo

3 CRITICITÀ INCONTRATE DURANTE LA REALIZZAZIONE DELL'ATTIVITÀ

Lunghezza max 1 pagina

Criticità tecnico scientifiche	
Criticità gestionali (ad es. difficoltà con i fornitori, nel reperimento delle risorse umane, ecc.)	
Criticità finanziarie	

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

--

6 RELAZIONE TECNICA

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

Azione 2.1 – Leguminose foraggere da sementi inoculate con batteri azotofissatori: valutazione in ambiente controllato di crescita ed effetti indotti sulla qualità del suolo

L'obiettivo dell'azione è stato quello di verificare l'effetto di inoculi di diversi ceppi di batteri azotofissatori (*Rhizobium* spp.) sulla crescita di diverse specie/varietà foraggere, così come sulle caratteristiche chimiche e biologiche indotte nel suolo. I rizobi (aerobi e autotrofi facoltativi per l'azoto) entrano in simbiosi con specie vegetali a rapido accrescimento, in particolare con le leguminose erbacee. In condizioni ambientali favorevoli, questi possono penetrare i tessuti radicali e dare inizio all'insediamento che porta alla formazione dei noduli, composti da cellule ingrossate di batteroidi azotofissatori e da amiloplasti accumulati tra le cellule meristematiche della radice. Con l'inizio del rapporto simbiotico la pianta ha a disposizione azoto ammoniacale prodotto dai batteri dall'azoto atmosferico. L'elemento di criticità nel processo è la presenza nel suolo di batteri specifici per la coltura e la loro quantità, che influenza l'entità dello sviluppo dei noduli.

L'interazione tra coltura e rizobio è stata studiata in ambiente controllato, protetto da fattori esterni, mediante una prova con disegno sperimentale completamente randomizzato che ha utilizzato:

- n. 9 piante foraggere: 3 varietà di erba medica (erba medica cv. Dimitra, erba medica cv. Emiliana ed erba medica cv. Gea); 3 trifogli (trifoglio ibrido cv. Tigea, trifoglio Repens cv. Simone e trifoglio Pratense cv. Uno); 1 ginestrino cv. Giada; 1 sulla cv. Corona; 1 lupinella.
- n. 3 tesi a confronto: i) seme inoculato con rizobio e protetto con coating a base di prodotti naturali; ii) seme non inoculato ma ricoperto con il medesimo coating; iii) seme non inoculato e non protetto.

La semina è stata eseguita il giorno 15-03-2023, per ciascuna combinazione pianta-trattamento sono state realizzate 3 repliche biologiche in vaso da 12 litri, per un totale di 81 campioni elementari. È stato utilizzato un terreno di medio impasto proveniente da agricoltura biologica, le piante sono state allevate rispettando le esigenze climatiche e irrigate somministrando in ogni vaso 400 mL di acqua (per tre giorni a settimana). A tempi regolari sono stati valutati diversi parametri agronomici e fisiologici quali:

- altezza delle piante (cm)
- contenuto idrico del suolo
- temperatura della canopy (C°)
- traspirazione fogliare ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- indice SPAD
- NDVI e PRI

Alla raccolta sono stati valutati:

- biomassa epigea ed ipogea sia in termini di peso fresco che secco
- altezza delle piante
- lunghezza delle radici
- contenuto idrico del suolo
- temperatura della canopy
- area fogliare
- traspirazione fogliare
- indice SPAD
- NDVI e PRI

La raccolta è stata effettuata ad inizio fioritura per le mediche (indicativamente 20-30% dei fiori aperti) mentre a fioritura piena per le altre foraggere nelle seguenti date:

- Trifoglio pratense cv. Uno 17-05-2023
- Erba medica cv. Gea 17-05-2023
- Erba medica cv. Emiliana 23-05-2023
- Erba medica cv. Dimitra 01-06-2023
- Trifoglio ibrido cv. Tigea 12-06-2023
- Sulla cv. Corona 16-06-2023
- Lupinella 16-06-2023
- Ginestrino cv. Giada 16-06-2023
- Trifoglio repens cv. Simone 27-06-2023

Tabella 1: parametri rilevati durante la raccolta dell'azione 2.1 nelle diverse specie/varietà.

specie	varietà	Peso Fresco Vaso (g)	Peso Secco vaso (g)	Peso Fresco Radici (g)	Peso secco radici (g)	Lung radici (cm)	Area Fogliare (cm ²)
trif. Ibrido	Tigea	30,88	7,50	68,63	32,18	31,44	690,00
trif.pratense	Uno	30,62	5,45	34,97	6,21	25,67	774,83
trif.repens	Simone	22,58	4,47	38,22	10,66	26,56	618,94
ginestrino	Giada	18,67	4,40	84,41	17,73	32,78	415,94
sulla	Corona	17,88	2,84	36,40	19,06	30,11	344,06
erba medica	Dimitra	14,35	3,46	54,48	35,87	28,67	363,00
erba medica	Emiliana	13,93	3,13	33,31	26,32	28,44	378,33
erba medica	Gea	13,77	3,78	24,87	7,62	29,11	393,00
Lupinella	Lupinella	12,83	3,33	103,00	31,58	31,67	342,39
	media	19,50	4,26	53,15	20,80	29,38	480,06
	P > 0.05	***	***	***	***	***	***
	CV (%)	18,70	11,00	14,90	12,08	6,60	7,20
	LSD	3,64	0,47	7,90	2,67	1,94	34,58

Dai risultati (tabella 1) è emerso come le specie/varietà si sono comportate in maniera differente per tutti i parametri presi in considerazione. I trifogli hanno prodotto maggiore biomassa epigea e area fogliare, mentre l'apparato radicale, in termini di lunghezza, è stato maggiore in lupinella, ginestrino, trifoglio ibrido e sulla. La biomassa radicale è stata superiore nella varietà di erba medica Dimitra seguita dal trifoglio ibrido Tigea e dalla lupinella.

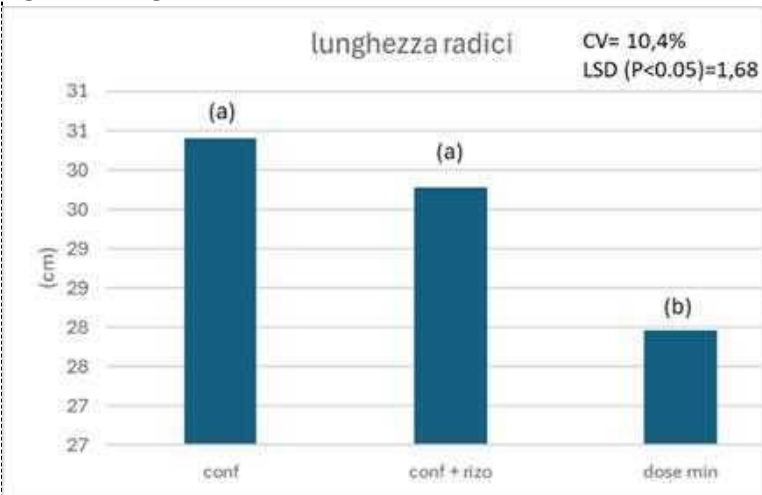
Tabella 2: parametri rilevati durante la raccolta nelle 3 tesi di trattamento del seme

TESI	Peso Fresco Vaso (g)	Peso Secco vaso (g)	Area Fogliare (cm ²)	Peso Fresco Radici (g)	Peso secco radici (g)	Lung radici (cm)
confettato	18,82	4,33	505,48	52,40	20,75	30,41
confettato + rizobio	18,89	4,14	474,81	52,58	20,77	29,78
Seme nudo	20,79	4,32	459,87	54,45	20,88	27,96
media	19,50	4,26	480,06	53,15	20,80	29,38
	NS	NS	**	NS	NS	*
CV (%)	16,70	17,20	9,40	12,80	11,20	10,40
LSD			24,95			1,68

Il trattamento del seme (tabella 2) ha influenzato sia l'area fogliare che la lunghezza delle radici (figura 1) mentre per gli altri parametri analizzati non sono state riscontrate differenze minime significative.

Nello specifico, dalla figura 1 si può vedere come il trattamento del seme con confettatura (confettato) e confettatura più rizobio (confettato + rizobio) abbia favorito lo sviluppo dell'apparato radicale.

Figura 1: lunghezza delle radici in vaso in base ai trattamenti del seme



Nella figura 2 vengono riportati i parametri fisiologici misurati prima delle rispettive raccolte.

Per quel che riguarda la **conduttanza stomatica** si può notare come cambi sensibilmente fra le diverse specie/varietà, dove risulta decisamente superiore nel trifoglio pratense Uno (in media $387,8 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) mentre la Lupinella ha fatto registrare il valore più basso (in media $20,08 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Nel trifoglio ibrido il seme confettato ($483,3 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e confettato+rizobio ($450,0 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) hanno fatto registrare valori superiori rispetto al seme non trattato ($230,0 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Anche nella varietà Corona di sulla il seme confettato ($195 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e confettato+rizobio e ($151,8 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ha mostrato valori decisamente superiori rispetto al seme non trattato ($31,8 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Anche il trifoglio ibrido Tigea ha fatto registrare valore decisamente superiori nel seme confettato+rizobio ($144,0 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) rispetto al non trattato ($28,4 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Nell'erba medica, sebbene ci sia una tendenza nelle varietà Emiliana e Gea non sono stati registrati valori significativamente differenti fra i trattamenti.

Il parametro **PRI** (photochemical reflectance index), che viene utilizzato per misurare l'efficienza fotosintetica, ha mostrato differenti fra le diverse specie. La varietà Uno (trif. Pratense) ha mostrato il valore più alto (0,83), mentre la lupinella il valore più basso (0,53). Fra le varietà di erba medica Gea è stata quella con l'indice maggiore (in media 0,75) e che ha mostrato valori differenti in base al trattamento del seme. In particolare, il seme confettato (0,87) e il seme confettato+rizobio (0,80) hanno dato valori decisamente superiori rispetto al seme non trattato (0,58). L'altra specie che sembra abbia risposto in maniera positiva è la lupinella, dove il seme trattato+rizobio (0,74) ha mostrato un indice superiore del 58% rispetto al seme non trattato.

L'indice **SPAD**, che misura il contenuto di clorofilla dell'apparato fogliare, è stato in media superiore in erba medica (in media 57,9 fra le tre varietà), mentre la lupinella (29,1) è stata la specie che ha mostrato il valore più basso. Differenze significative fra i diversi trattamenti del seme sono stati riscontrati in Emiliana (+21% nel seme confettato+rizobio rispetto al seme non trattato) e ginestrino var. Giada dove il seme confettato ha quasi raddoppiato il valore (+95%) e quello confettato+rizobio ha fatto registrare un +83%.

Il parametro di **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index), che si utilizza per valutare il livello di vigoria delle piante, è stato maggiore nel trifoglio pratense Uno (0,85) seguito dalla varietà di erba medica Dimitra (0,81) e trifoglio ibrido Tigea (0,79). Viceversa, la varietà di ginestrino Giada ha fatto registrare il valore più basso (0,57). Da sottolineare come il trattamento del seme non abbia influenzato il parametro di NDVI nelle diverse specie ad eccezione proprio del ginestrino dove il seme confettato+rizobio ha registrato un valore 65% superiore al seme non trattato.

La **temperatura fogliare** varia fra le specie/varietà fra $21,6^\circ\text{C}$ dell'erba medica Emiliana e $28,1^\circ\text{C}$ della lupinella, mentre non sembra influenzata dal trattamento del seme ad eccezione della lupinella in cui il seme confettato è arrivato a $31,7^\circ\text{C}$.

Figura 2: parametri fisiologici misurati prima della raccolta di ogni rispettiva specie/varietà



In questa azione + stata anche svolta l'analisi della fertilità dei suoli sui campioni di suolo. In particolare, è stata valutata la fertilità chimica per: tessitura, solidi totali, carbonio organico ed estraibile, azoto totale, conducibilità, capacità di scambio cationico, pH, fosforo assimilabile e potassio scambiabile.

Il terreno utilizzato era franco-sabbioso (9,9% di argilla, 33,5% di limo e 56,6 % di sabbia) con pH di 7,79 e capacità di scambio cationica di 22,94 meq/100g. Il carbonio organico era di 25,51 g/kg mentre l'azoto totale era in media 2.214 mg/kg.

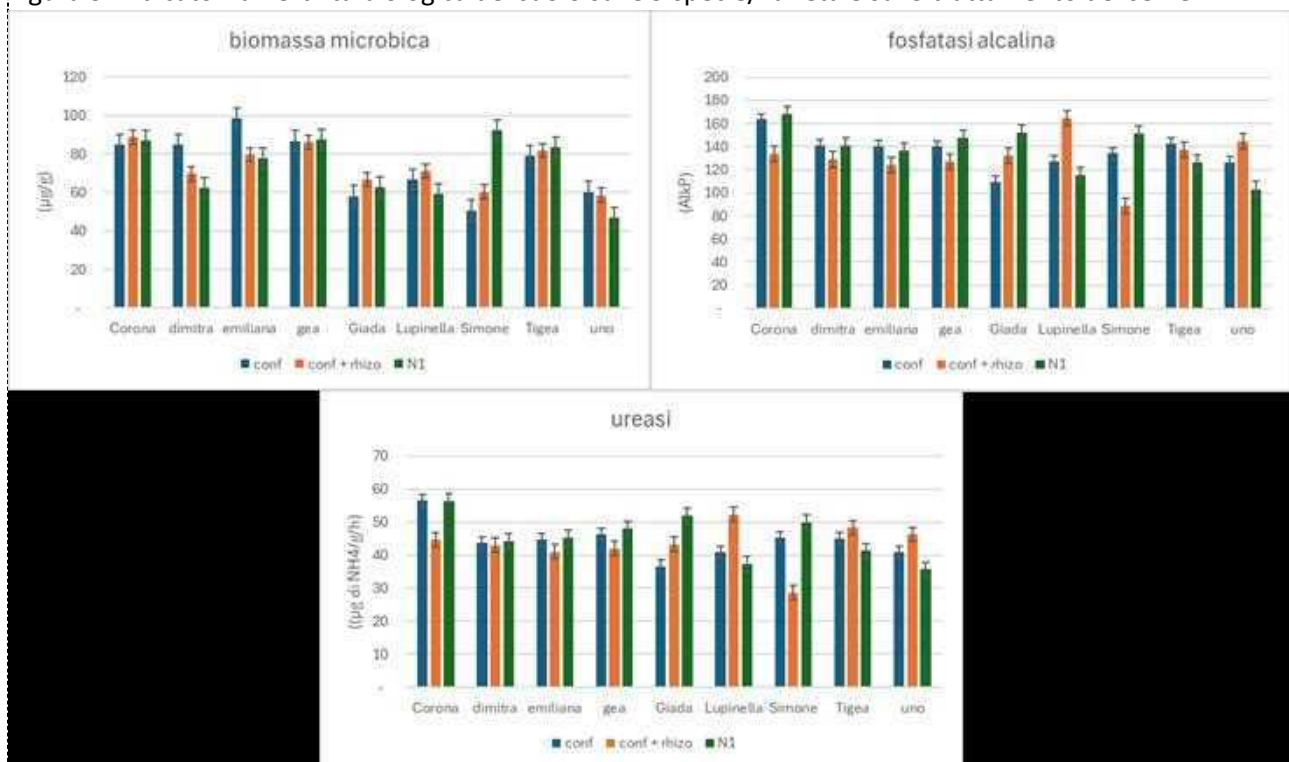
Per gli stessi campioni è stata valutata la fertilità biologica mediante gli indicatori come attività respiratoria, attività enzimatiche dell'ureasi e della fosfatasi.

La biomassa microbica (espressa come µgrammi di dsDNA per g di suolo secco) è risultata differente nelle diverse specie. In particolare, la varietà di sulla Corona (86,87) e la varietà di erba medica Gea (86, 80) sono state quelle con biomassa microbica maggiore, mentre la varietà di trifoglio pratense Uno (55,31) quella con biomassa microbica minore. Il trattamento del seme ha influenzato il parametro solo in alcune specie/varietà. In erba medica varietà Emiliana dove è stata raggiunto il massimo valore in assoluto con la tesi confettata (98,6) e sempre nell'erba medica, varietà Dimitra dove sempre la tesi con seme confettato ha registrato un valore superiore del 36% rispetto alla tesi con seme nudo. Anche nel trifoglio pratense si registra una tendenza ad aumentare della biomassa microbica nelle tesi confettato (+29%) e confettato+rizobio (+25%) così come la lupinella (+13% nel seme confettato e +20% nel seme confettato+rizobio).

La **fosfatasi alcalina** (espressa come nanomoli di 4-metilumbelliferone per g di suolo secco e per ora) è risultata più elevata su sulla varietà Corona (155,08) mentre il valore più basso è stato registrato su trifoglio pratense Uno (124,64) e trifoglio repens Simone (124,72). L'erba medica in media ha fatto registrare un valore di 136,26, simile a lupinella (135,62), ginetrino (131,27) e trifoglio ibrido (135,28). Il trattamento del seme ha influenzato in maniera significativa questo parametro solo in alcune specie/varietà come la lupinella (dove la tesi confettato+rizobio (+43%) ha fatto registrare valori decisamente superiori rispetto alla tesi con seme non trattato), il trifoglio pratense (dove la tesi confettato (+23%) e confettato+rizobio (+40%) hanno fatto registrare valori superiori rispetto alla tesi con seme non trattato) e il trifoglio ibrido (+9% nel confettato e +17% nel confettato+rizobio rispetto al seme non trattato).

L'**ureasi** (espressa come microgrammi di NH₄⁺ per g di suolo secco e per ora) è risultata in media 44,46 con il valore più alto sempre su sulla (52,56) ed il valore più basso sul trifoglio pratense (41) e trifoglio repens (41,33). Anche in questo caso la medica (in media 44,26), lupinella (43,56), ginestrino (44) e trifoglio ibrido (44,89) hanno fatto registrare valori intermedi. Anche per questo parametro il trattamento del seme ha avuto un effetto solo su alcune specie/varietà. Sia su lupinella (+40% nel seme confettato+rizobio rispetto a seme non trattato) che su trifoglio pratense (+15% per confettato e +30% per confettato+rizobio) e trifoglio ibrido (+9% seme confettato e +17% seme confettato+rizobio rispetto al seme non trattato).

Figura 3: indicatori di fertilità biologica del suolo sulle 9 specie/varietà e sui 3 trattamento del seme



Dalla figura 3 emerge come il trattamento del seme abbia influenzato solo alcune specie/varietà sui parametri di fertilità del suolo. In particolare, lupinella e trifoglio pratense (varietà uno) hanno fatto registrare incrementi su biomassa microbica, fosfatasi alcalina e ureasi, mentre le varietà di erba medica Dimitra ed Emiliana solo sulla biomassa microbica. Viceversa, il trifoglio ibrido Tigea ha fatto registrare incrementi solo nella fosfatasi alcalina e ureasi.

Azione 2.2 - Leguminose foraggere da sementi inoculate con batteri azotofissatori: prove agronomiche in regime biologico per valutare la produttività e la qualità delle biomasse

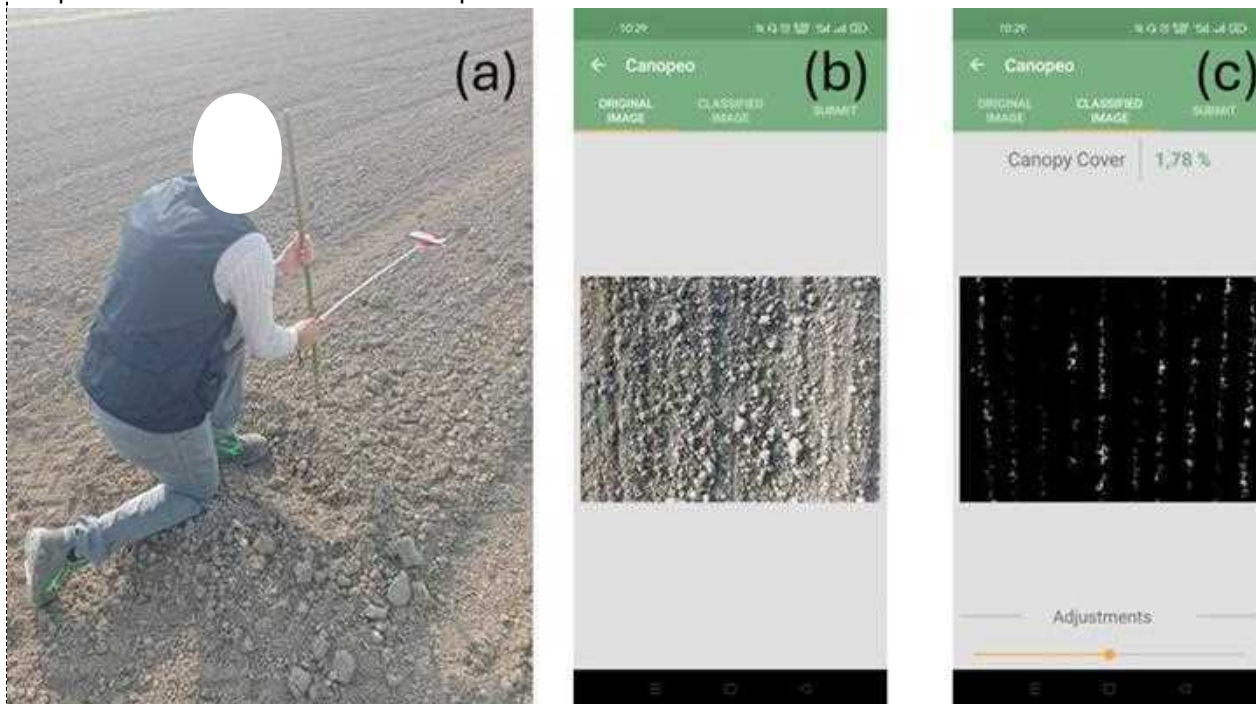
L'azione è stata svolta presso i campi del CREA di San Cesario sul Panaro (MO), sono state confrontate le stesse specie/varietà foraggere utilizzate nell'azione 1, ossia 3 varietà di erba medica (Emiliana, Gea e Dimitra), 3 trifogli (ibrido, repens e pratense), 1 ginestrino, 1 sulla, 1 lupinella).

Sono state confrontate 4 tesi: i) seme inoculato con rizobio e protetto con coating a base di prodotti naturali con dose minima, ii) seme non inoculato ma ricoperto con il medesimo coating con dose minima, iii) seme non inoculato e non protetto con dose minima e iv) seme non inoculato e non protetto con dose massima.

Lo schema sperimentale era a split plot con 4 repliche dove il fattore principale era la specie/varietà ed il fattore secondario il trattamento del seme. La semina è stata effettuata il 29 settembre 2022.

La velocità di affrancamento delle colture è stata misurata con il software Canopeo sviluppato con il linguaggio MatLab (Mathworks, Inc., Natick, MA), che utilizza i valori di colore del sistema rosso-verde-blu (RGB). La metodologia consiste nell'acquisire l'immagine della parcella ad una distanza di circa 60 cm dal suolo che viene poi processata dal software che discrimina la componente vegetale dal terreno ed esprime la copertura vegetale, o canopy cover, in percentuale (figura 4).

Figura 4: acquisizione dell'immagine in campo (a); porzione di campo prima dell'elaborazione (b); porzione di campo elaborata con il software Canopeo®.



Per ogni parcella elementare e per ogni sfalcio è stato prelevato un campione di biomassa, essiccato a 65°C sino a peso costante sui cui sono stati valutati i parametri compositivi mediante spettroscopia (NIRS).

La semina è stata effettuata il 29 settembre 2022 ma l'assenza di precipitazioni per tutto il mese di settembre, ottobre e novembre (figura 5) non hanno favorito un'emergenza omogenea che è avvenuta solo dopo le piogge di dicembre 2022. Le basse temperatura di febbraio e le ridotte piogge primaverili hanno consentito una lenta copertura del suolo da parte delle colture che è stata raggiunta solo a metà maggio dell'anno successivo (figura 6).

Dalla figura 6 si vede come lupinella e sulla siano state le due specie che per prime sono uscite dal risveglio vegetativo riuscendo a sviluppare biomassa epigea anche in condizioni non ottimali di disponibilità idrica. Questo è probabilmente dovuto alla loro intrinseca capacità di sviluppo in ambienti aridi tipici del centro-sud Italia dove vengono generalmente coltivate. Occorre sottolineare che queste due specie tendenzialmente

soffrono le basse temperature ma la loro sopravvivenza è stata favorita da un inverno tendenzialmente mite (raramente le temperature sono scese sotto lo zero ad eccezione di alcuni giorni di febbraio).
Le specie che hanno mostrato un affrancamento più lento sono state il trifoglio repens, trifoglio ibrido e il ginestrino.

Figura 5: andamento meteorologico dalla data di semina fino alle prime raccolte. I dati sono stati ottenuti dalla stazione di Castelfranco Emilia attraverso il portale Dexter della regione Emilia-Romagna (<https://simc.arpae.it/dext3r/>).

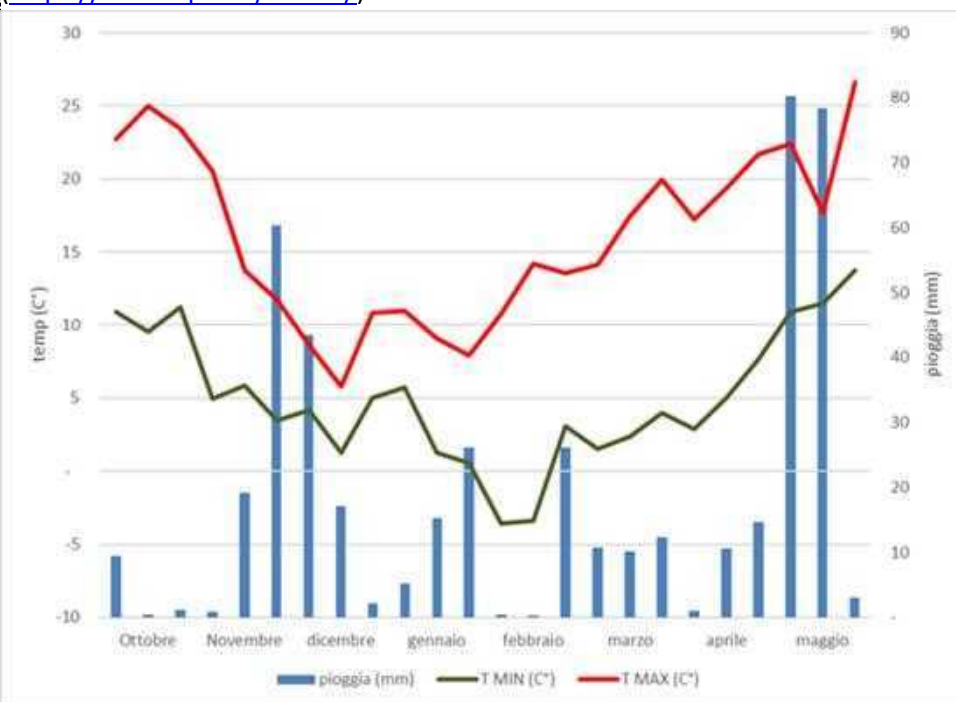
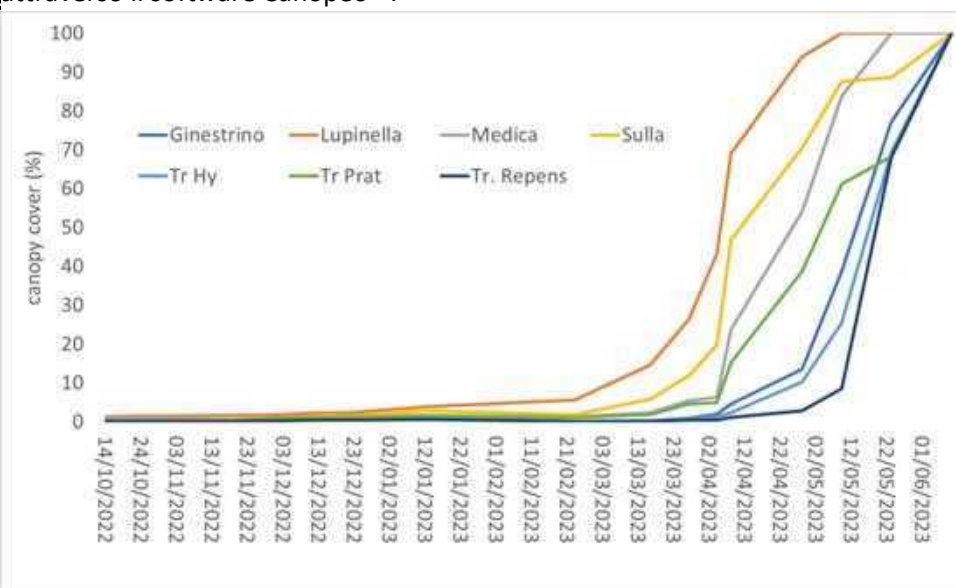


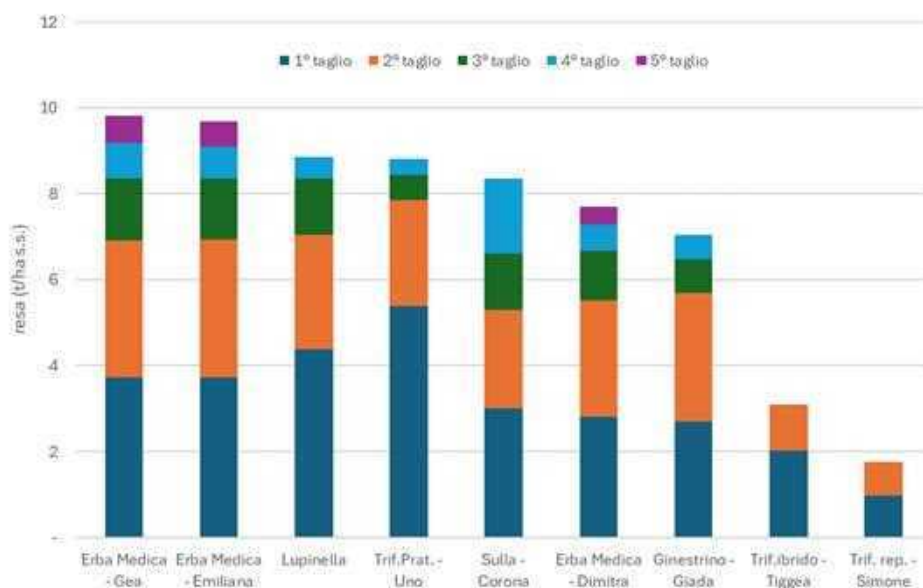
Figura 6: copertura del terreno da parte della coltura (canopy cover) espressa in percentuale e ottenuta attraverso il software Canopeo®.



Anche per le prove a pieno campo le specie/varietà sono state raccolte durante la fase di inizio-piena fioritura. I primi tagli sono cominciati il 9 maggio con sulla e lupinella, mentre l'ultimo taglio è stato fatto sulle tre varietà di medica il 9 novembre 2023. In totale sono stati fatti 5 tagli su medica, 4 tagli su ginestrino, lupinella e

trifoglio pratense, 2 tagli su trifoglio ibrido e trifoglio repens.

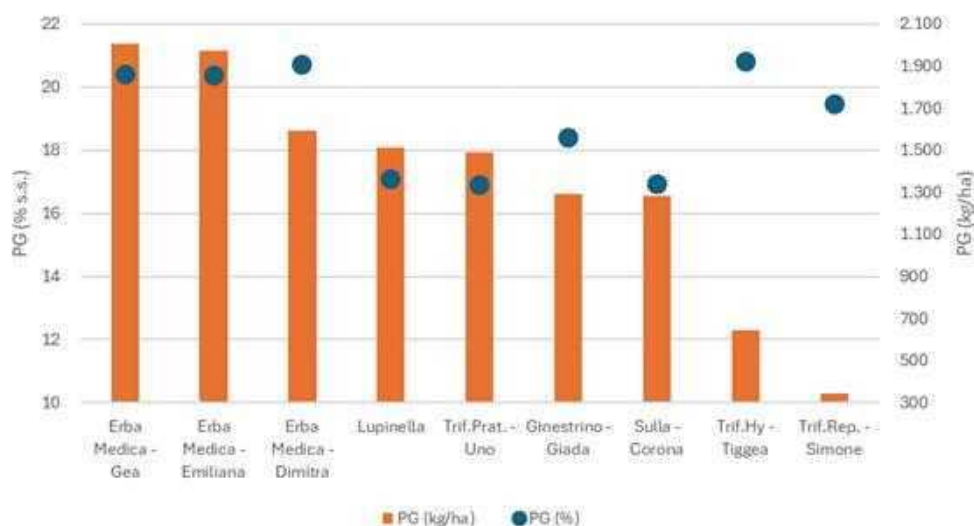
Figura 7: produzione di sostanza secca (t/ha) delle varietà testate presso l'azienda CREA di San Cesario sul Panaro (MO).



Nella figura 7 viene riportata la produzione annuale delle specie/varietà messe a confronto. Le varietà di erba medica Gea (9,83 t/ha) e Emiliana (9,68 t/ha) sono state le più produttive confermando l'ottima adattabilità della coltura all'areale. Molto interessanti sono state le rese di lupinella (8,85 t/ha), trifoglio pratense (8,82 t/ha) e sulla (8,34 t/ha). Anche il ginestrino, che da letteratura dovrebbe produrre 3-5 t/ha il primo anno, ha mostrato una buona adattabilità all'areale con una produzione di circa 7 t/ha di sostanza secca.

Come prevedibile il trifoglio ibrido e repens sono stati i meno performanti, anche a causa del loro lento affrancamento.

Figura 8: contenuto proteico (% s.s.) produzione totale di proteine gregge (kg/ha su s.s.) nelle varietà messe a confronto.



La biomassa prodotta è stata caratterizzata anche dal punto di vista qualitativo, in particolare per il contenuto proteico (figura 8). È emerso che la specie con il maggior contenuto proteico è stata il trifoglio ibrido (20,8%) seguita dalla medica (in media 20,5%) e dal trifoglio repens (19,5%). Anche il ginestrino ha mostrato una buona qualità (18,4%), mentre lupinella (17,1%) e sulla (16,9%) sono state le specie con il minor contenuto proteico.

La buona qualità della varietà di erba medica Dimitra (20,71% di PG) le ha permesso di superare la lupinella in termini di proteine totali prodotte (+5,2%) così come il ginestrino, nonostante abbia prodotto meno biomassa ha praticamente prodotto le stesse proteine della sulla (1.290 kg/ha).

Nel complesso specie storicamente non coltivate nell'areale modenese come sulla, lupinella hanno mostrato una buona adattabilità con buone produzioni di biomassa e una discreta qualità. La medica s'è confermata un'ottima specie per la produzione di foraggio di qualità, così come il ginestrino che ha associato buone produzioni con una buona qualità.

Tabella 3: resa di biomassa, contenuto e produzione di proteina grezza (PG) in base alle tesi messe a confronto

Tesi	resa (t/ha s.s.)	PG (% s.s.)	PG (kg/ha)
Confettato	7,07	19,05	1.337,87
Confettato+rizobio	7,14	19,06	1.343,24
Dose minima	7,01	18,94	1.326,84
Dose massima	7,39	18,95	1.381,96
media	7,15	19,00	1.347,48
CV (%)	8,60	2,70	8,60
LSD (P<0,05)	ns	ns	ns

Dalla tabella 3 emerge che il trattamento del seme, in media, non sembra aver influenzato né la resa di biomassa (t/ha di s.s.) né la produzione di proteine, sia in termini assoluti (kg/ha) che di contenuto (%). Per quel che riguarda la resa in biomassa occorre però evidenziare che la tesi con dose massima tendenzialmente ha prodotto più delle altre tesi. Questa tendenza era prevedibile perché le parcelle presentavano un numero maggiore di piante e che tale vantaggio sia stato probabilmente accentuato dalle non ottimali condizioni di semina (terreno grossolano e assenza di precipitazioni). Interessante è però notare che a parità di densità di semina la tesi con seme confettato e la tesi con confettato+rizobio abbiano prodotto di più rispetto al seme non trattato.

tabella 4: composizione qualitative delle biomasse

Specie	Produzione (t. SS/ha)	Tenore medio Proteina (% SS)	Produzione Proteina (kg/ha)	aNDFom (%)	ADF (%)	uNDF (%)	Zuccheri (%)	Energia Netta Latte (kcal/kg SS)
Erba medica	9,07	20,49	1885,90	39,04	35,57	21,62	6,13	1349
Trifoglio ibrido	3,10	20,82	645,74	31,92	28,68	8,64	8,73	1480
Trifoglio pratense	8,82	16,88	1487,59	39,20	36,17	19,25	7,86	1315
Trifoglio repens	1,76	19,46	341,91	31,56	28,20	7,74	9,08	1430
Ginestrino	7,04	18,39	1291,03	35,64	33,73	13,26	7,64	1434
Lupinella	8,85	17,09	1511,39	39,65	33,78	11,72	11,12	1410
Sulla	7,60	16,92	1281,95	33,25	29,41	7,95	13,56	1430

L'erba medica, come già detto, è la coltura più produttiva e con il maggior contenuto proteico dopo il trifoglio ibrido. La parte fibrosa, fibra neutro detersa (aNDFom), è decisamente elevata (39.04% SS), che equivale ad una quantità di fibra non digerita a livello ruminale (uNDF = 21.62% SS). Tutti questi fattori si vanno a sommare al basso contenuto di zuccheri (6.13% SS) che determinano una Energia Netta Latte discreta pari a 1349 kcal/kg SS.

Il trifoglio pratense, come detto precedentemente, ha una discreta produzione in sostanza secca anno (8.82t SS/ha) con la quota proteica più bassa se confrontata con tutte le altre leguminose oggetto della prova. La parte fibrosa, fibra neutro detersa (aNDFom), è decisamente elevata (39.20% SS), il che si ripercuote anche su una significativa quantità di fibra non digerita a livello ruminale da parte delle bovine, uNDF (19.25% SS).

Tutti questi fattori insieme allo scarso apporto di zuccheri (7.86% SS) determinano una Energia Netta Latte non ottimale pari a 1315 kcal/kg SS.

Il trifoglio bianco è in assoluto la specie quantitativamente meno produttiva (1.76t. SS/ha), questo dovuto probabilmente al fatto che il tempo di affrancamento della coltura richiede più anni e per esprimere al meglio il proprio potenziale produttivo richiede maggiori quantitativi di acqua. Nella prova è la terza coltura per contenuto in proteina espresse sulla sostanza secca (19.46%). Il trifoglio repens dimostra di avere una frazione fibrosa ben bilanciata in quanto ha NDF pari a 31.56 % SS e un ADF pari a 28.20% SS. Entrambi i fattori portano ad avere la frazione di fibra indegradata (7.74% SS) più bassa rispetto a tutte le leguminose in prova. La buona quantità di fibra, addizionata ad una discreta quantità di zuccheri (9.08% SS) determina un ENL pari a 1430kcal/kg SS, che deve essere rapportato alle scarse attitudini produttive della coltura del primo anno.

Il trifoglio ibrido ha un potenziale produttivo abbastanza limitato (3.10t. SS/ha) nel primo anno ma risulta essere la leguminosa maggiormente produttiva a livello proteico (20.82% SS). Anche in questo caso la frazione fibrosa è ottimale per la produzione di alimenti per ruminanti in quanto si ha aNDFom pari 31.92% SS e ADF di 28.68% SS. La quota di fibra non digerita dagli animali uNDF è pari a 8.64% SS, determinando una grande efficienza a livello digestivo. Gli zuccheri sono ben rappresentati (8.73% SS) e anch'essi contribuiscono ad ottenere un ENL pari a 1480kcal/kg SS, il valore più elevato tra tutte le specie oggetto di studio.

Il ginestrino ha buone performance produttive (7.04t. SS/ha), unitamente ad un buon contenuto proteico (18.39 % SS). I due fattori precedentemente elencati consentono di ottenere una forte produzione di proteina grezza ad ettaro (1291.03t. SS/ha). La frazione fibrosa NDF è pari a 35.64% SS di cui la maggior parte è rappresentata da ADF (33.73% SS), lignina e cellulosa. Questo però non causa aumenti maggiori rispetto alle altre leguminose, dato che il valore di uNDF è pari a 13.26% SS. Nonostante il contenuto di zuccheri non sia tra i più elevati delle colture in prova (7.64% SS), si osserva come ENL (1433kcal/kg SS) sia il secondo valore più elevato.

La lupinella ha una produzione pari a 8.85t. SS/ha, con un grande apporto di proteina nel foraggio prodotto (17.09% SS), determinando così un alto livello di produzione di proteina per ettaro (1511.39kg ha). La coltura, nonostante sia una leguminosa, ha un elevato contenuto di fibra aNDFom (39.65% SS) ed anche in questo caso la quantità di lignina e cellulosa (ADF) sono la parte preponderante (33.78 % SS). La quota di fibra non digerita dall'animale, uNDF, è pari a (11.72% SS). La O. viciifolia è in grado di apportare grandi quantitativi di zuccheri (11.12% SS). Il contenuto di ENL è discreto 1410 kcal/kg SS.

La sulla ha una discreta produttività in termini di biomassa secca (7.60t. SS/ha), a cui associa un contenuto proteico non eccelso (16.92% SS), in cui la cultivar in prova ha dimostrato di produrre al primo anno 1281 kg proteine/ha. La frazione fibrosa NDF è pari al 33.25% SS che è composto al 29.41% SS da lignina e cellulosa (ADF). Gli animali sono in grado di sfruttare questa frazione fibrosa, in quanto la fibra indigerita è pari a 7.95% SS. Questa coltura risulta essere quella in grado di apportare la maggiore quota di zuccheri alle bovine (13.56% SS). L'energia netta latte è pari a 1430kcal/kg SS.

I bovini sono ruminanti e come tali necessitano di fibra per il buon funzionamento dell'apparato gastro-intestinale. È consigliabile non scendere sotto il 30% di fibra neutro detersa (NDF % s.s.) nella razione e almeno 3/4 di questa dovrebbe essere fibra effettiva (peNDF>1,18 mm).

La frazione fibrosa del foraggio, NDF, è sensibilmente più elevata in lupinella (39.65% SS), trifoglio pratense (39.32% SS) ed erba medica (39.04% SS). Per le restanti leguminose si nota come il valore di NDF sia inferiore, con i valori minimi ottenuti dal trifoglio repens (31.56% SS) e trifoglio ibrido (31.92% SS). Tutte le colture sono in grado di apportare un quantitativo sufficiente di NDF al fine di evitare potenziali dismetabolie agli animali allevati.

Il foraggio che risulta essere meno digeribile dalle bovine, uNDF, è quello ottenuto dall'erba medica (21.62% SS) e trifoglio pratense (19.25% SS). Di converso, la frazione fibrosa del foraggio ottenuto da trifoglio repens (7.74% SS) e sulla (7.95% SS) risulta essere maggiormente utilizzata nell'ambiente ruminale. La sulla ha anche la capacità di apportare notevoli quantità di zuccheri (13.56%) così come la lupinella (11.12% SS), mentre sono scarsamente rappresentati in erba medica (6.13% SS) e ginestrino (7.64% SS).

L'energia netta latte (ENL) riporta qual è l'energia, apportata con l'alimento, disponibile per la produzione di latte. Il foraggio che permette le migliori conversioni in latte è trifoglio ibrido (1480kcal/kg SS), seguito dal ginestrino (1435kcal/kg SS), trifoglio repens (1430kcal/kg SS). Mentre i foraggi che riportano la minore quota

di energia destinata alla produzione di latte sono il trifoglio pratense (1315kcal/kg SS) ed erba medica (1349kcal/kg SS). Si devono considerare le attitudini produttive di questi due ultimi foraggi in quanto sono tra i più produttivi in termini di t. SS/ha e kg proteine/ha.

Azione 2.3 – Valutazione dei risultati ai fini della formulazione di indicazioni utili all’uso delle leguminose foraggere in rotazioni colturali per la produzione biologica e integrata e ammissibili a contributo per la PAC 2023-2027.

Nell’azione 3 è stato costituito un gruppo di lavoro e consultazione composto da tecnici di Continental (Giada Guarnieri, Massimo Cinquanta, Marco Galloni e Roberto Scozzoli) e CRPA (Alessandro Zatta, Fabrizio Ruozzi e Maria Teresa Pacchioli), esperti del settore (Prof. Domenico Ronga) e funzionari delle istituzioni pubbliche (Carlo Malavolta, Luca Rizzi e Chiara Ferronato, tutti della regione Emilia-Romagna) e private coinvolte nella produzione biologica e integrata (Domenico Corradetti di Ass.O.Cert.Bio).

Un primo gruppo, costituito dai tecnici di Continental e CRPA s’è riunito online martedì 9 novembre per analizzare in prima battuta i risultati dell’azione 1 e 2. Obiettivo principale è stato di capire come i diversi trattamenti del seme abbiano influenzato sia le rese che la qualità delle diverse varietà/specie messe a confronto. In particolare, è emerso come nell’azione 1 il seme confettato e confettato+rizobio abbia favorito lo sviluppo radicale e che tale tendenza potrebbe essere collegata alle produzioni di pieno campo in cui è stata notata una tendenza delle tesi con seme trattato a produrre di più rispetto alle tesi con seme non trattato.

Il 17 gennaio 2024 è stato organizzato un tavolo tecnico presso la regione Emilia-Romagna dove erano presenti i tecnici Continental e CRPA, funzionari della regione, esperti del settore e istituzioni private operanti nel settore del biologico (Ass.O.Cert.Bio). In quella sede sono stati discussi i risultati dell’azione 1 e azione 2 e dei possibili spunti che questi potrebbero avere per la stesura dei nuovi disciplinari di produzione integrata sia dell’erba medica che delle altre leguminose da foraggio. I risultati sono stati riassunti in report apposito.

Un’ulteriore riunione è stata fatta a febbraio fra i tecnici CRPA (Zatta e Ruozzi), Domenico Ronga (esperto in colture da foraggio) e tecnici Continental (Gea Guarnieri e Marco Galloni).

Alla fine dell’attività è stato fatto un report con tutti i membri del gruppo di lavoro in cui sono stati riassunti i risultati principali delle azioni 1 e 2 e delle possibili ripercussioni sui disciplinari di produzione integrata soprattutto delle leguminose minori. La regione, infatti, ha manifestato un forte interesse sulle prove portate avanti, sia quelle in vaso che quelle a pieno campo. La regione aveva infatti cominciato a predisporre i disciplinari di leguminose minori quali sulla, ginestrino, trifogli e lupinella già nel 2022 in ottica della PAC 2023-2027 per quello che è poi divenuto l’eco schema 4.

I disciplinari delle leguminose “minori” attualmente sono completi solo per la parte agronomica e di coltivazioni basati sulla bibliografia ed esperienza del CRPA. La confettatura con inoculo ha riscontrato interesse e si potrebbe valutare la possibilità d’inserire la rizobiatrice del seme come suggerimento all’interno delle tecniche agronomiche dei nuovi disciplinari. Sarebbe interessante integrarli anche con un elenco varietale in seguito a prove di adattabilità come quelle appena esposte.

Data 22 maggio 2024.

Firme del Responsabile scientifico

Per Centro Ricerche Produzioni Animali Soc.Cons.p.A.
Viale Timavo, 43/2 – 42121 Reggio Emilia
C.F 80010710350 P.IVA 01253030355

Firma del legale rapp.te

Per CONTINENTAL SEMENCES S.p.A.
Via Monzato, 9 – 43029 Traversetolo (PR)
P.IVA 02098280346
Guarnieri Roberto

.....
Firma autografa () Firma digitale (**)*

(*) In caso di firma autografa allegare copia del documento di identità in corso di validità

(**) Ai sensi dell’art. 24 del D.Lgs. 82/2005



PSR 2014-2020 – Misura 16.2.01 – “Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale.

Focus Area 3A - “Migliorare la competitività dei produttori primari integrandoli meglio nella filiera agroalimentare attraverso i regimi di qualità, la creazione di un valore aggiunto per i prodotti agricoli, la promozione dei prodotti nei mercati locali, le filiere corte, le associazioni e organizzazioni di produttori e le organizzazioni interprofessionali”.

Piano di innovazione

Seminativi, Sementiero, Oleoproteaginoso, Foraggiere

Progetto “FaBaForage”

Valutazione produttiva e nutrizionale di leguminose foraggiere da utilizzare in agricoltura biologica, integrata e in rotazioni colturali sostenibili ai fini della PAC 2023-2027

Relazione azione 2.1

Reggio Emilia, il 21/09/2023

Continental semences
Via Monzato, 9 43029 Traversetolo (PR) ITALY
Beneficiario della Misura

Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. p. A.
Responsabile scientifico

SOMMARIO

AZIONE 2.1 - LEGUMINOSE FORAGGERE DA SEMENTI INOCULATE CON BATTERI AZOTOFISSATORI: VALUTAZIONE IN AMBIENTE CONTROLLATO DI CRESCITA ED EFFETTI INDOTTI SULLA QUALITÀ DEL SUOLO	3
RISULTATI.....	8
CONCLUSIONI.....	20

AZIONE 2.1 - LEGUMINOSE FORAGGERE DA SEMENTI INOCULATE CON BATTERI AZOTOFISSATORI: VALUTAZIONE IN AMBIENTE CONTROLLATO DI CRESCITA ED EFFETTI INDOTTI SULLA QUALITÀ DEL SUOLO

L'obiettivo dell'azione è stato quello di verificare l'effetto di inoculi di diversi ceppi di batteri azotofissatori (*Rhizobium* spp.) sulla crescita di diverse specie/varietà foraggere, così come sulle caratteristiche chimiche e biologiche indotte nel suolo. I rizobi (aerobi e autotrofi facoltativi per l'azoto) entrano in simbiosi con specie vegetali a rapido accrescimento, in particolare con le leguminose erbacee. In condizioni ambientali favorevoli, questi possono penetrare i tessuti radicali e dare inizio all'insediamento che porta alla formazione dei noduli, composti da cellule ingrossate di batteroidi azotofissatori e da amiloplasti accumulati tra le cellule meristematiche della radice. Con l'inizio del rapporto simbiotico la pianta ha a disposizione azoto ammoniacale prodotto dai batteri dall'azoto atmosferico. L'elemento di criticità nel processo è la presenza nel suolo di batteri specifici per la coltura e la loro quantità, che influenza l'entità dello sviluppo dei noduli.

L'interazione tra coltura e rizobio è stata studiata in ambiente controllato, protetto da fattori esterni, mediante una prova con disegno sperimentale completamente randomizzato che ha utilizzato:

- n. 9 piante foraggere: 3 varietà di erba medica (erba medica cv. Dimitra, erba medica cv. Emiliana ed erba medica cv. Gea); 3 trifogli (trifoglio ibrido cv. Tigea, trifoglio Repens cv. Simone e trifoglio Pratense cv. Uno); 1 ginestrino cv. Giada; 1 sulla cv. Corona; 1 lupinella.
- n. 3 tesi a confronto: i) seme inoculato con rizobio e protetto con coating a base di prodotti naturali; ii) seme non inoculato ma ricoperto con il medesimo coating; iii) seme non inoculato e non protetto.

Per ciascuna combinazione pianta-trattamento sono state realizzate 3 repliche biologiche in vaso da 12 litri, per un totale di 81 campioni elementari. È stato utilizzato un terreno di medio impasto proveniente da agricoltura biologica, le piante sono state allevate rispettando le esigenze climatiche e irrigate somministrando in ogni vaso 400 mL di acqua (per tre giorni a settimana). A tempi regolari sono stati valutati diversi parametri agronomici e fisiologici quali:

- altezza delle piante
- contenuto idrico del suolo
- temperatura della canopy
- traspirazione fogliare
- indice SPAD
- NDVI e PRI

Alla raccolta sono stati valutati:

- biomassa epigea ed ipogea sia in termini di peso fresco che secco
- altezza delle piante
- lunghezza delle radici
- contenuto idrico del suolo
- temperatura della canopy
- area fogliare
- traspirazione fogliare
- indice SPAD
- NDVI e PRI

La semina è stata eseguita il giorno 15-03-2023 (tabella 1) rispettando le quantità consigliate dal CRPA (tabella 2).

Tabella 1: Numero semi in ogni vaso

Varietà	Numero semi per vaso		
	Nudo	Rizobi	Confettato
Medica cv. Gea	47	47	47
Medica cv. Emiliana	47	47	35
Medica cv. Dimitra	47	47	47
Trifoglio ibrido cv. Tigea	47	31	47
Trifoglio Repens cv. Simone	31	31	31
Trifoglio Pratense cv. Uno	39	31	39
Ginestrino cv. Giada	47	24	47
Lupinella	13	8	8
Sulla cv. Corona	13	3	9

Durante la semina dei vasi, è stata riscontrata una anomalia (semi attaccati) sia nei semi confettati che in quelli confettati più rizobi di Trifoglio Ibrido cv. Tigea e Trifoglio Repens cv. Simone.



Foto 1: Anomalia semi Trifoglio Ibrido cv. Tigea confettati confettati



Foto 1.1: Anomalia semi Trifoglio Ibrido cv. Tigea



Foto 2: Anomalia semi Trifoglio Repen cv. Simone confettati+rizo confettati+rizo



Foto 2.2: Anomalia semi Trifoglio Repen cv. Simone

In particolare, i semi si mostravano attaccati e agglomerati, comportando problemi durante la germinazione dei semi e l'emergenza delle piante. Ovviamente i semi confettati e con microrganismi, durante la semina, non sono stati separati per evitare la rottura del rivestimento. Dopo circa 10 giorni dalla semina, le piantine emerse si presentavano, come atteso, a cespuglio.



Foto 3: Anomalia crescita Trifoglio Ibrido cv. Tigea confettati



Foto 3.1: Anomalia crescita Trifoglio Ibrido cv. Tigea

Ogni giorno fino al completo sviluppo di ogni pianta, è stato annotato il numero di piante nate in ogni vaso presenti in Tabella 3.

Tabella 3: numero di piante nate in ogni vaso

		Numero piante (°n)									
		5 giorni dalla semina		10 giorni dalla semina		15 giorni dalla semina		20 giorni dalla semina		25 giorni dalla semina	
G. N.	T1	20,33	bcdef	32,67	bcd	32,67	bcd	32,67	bcde	36,33	bcde
G. C	T2	24,33	abcd	31,67	bcd	31,67	bc	32,33	bcde	32,33	bcde
G. C+R.	T3	30,33	abc	35,67	abc	35,67	bc	36,67	bcd	36,67	bcde
T. P. N.	T4	33,50	ab	37,00	abc	37,33	bc	43,00	ab	43,00	ab
T. P. C.	T5	27,00	abcd	34,33	bc	34,67	bc	34,67	bcde	35,00	bcde
T. P. C+R.	T6	33,50	ab	39,33	ab	39,67	b	42,33	abc	42,33	abc
L. N.	T7	5,67	gh	9,00	e	9,67	e	10,00	f	10,00	fg
L. C.	T8	5,33	gh	6,67	e	6,67	e	7,00	f	7,33	g
L. C+R.	T9	6,00	efgh	7,33	e	7,33	e	7,33	f	7,33	g
T. I. N.	T10	24,67	abcd	38,67	abc	39,33	ab	39,33	abcd	39,33	abcd
T. I. C.	T11	33,67	ab	49,67	a	51,33	a	51,33	a	51,33	a
T. I. C+R.	T12	18,67	cdefg	29,67	bcd	32,67	bcd	32,67	bcde	32,67	bcde
T. R. N.	T13	20,00	bcdef	29,00	bcd	31,33	bcd	32,00	bcde	32,00	bcde
T. R. C.	T14	20,00	bcdef	23,33	cd	25,00	cd	25,33	de	25,33	de
T. R. C+R.	T15	19,67	bcdef	30,00	bcd	31,33	bcd	33,67	bcde	33,67	bcde
E. M. D. N.	T16	25,33	abcd	27,67	bcd	30,00	bcd	30,33	bcde	30,33	bcde
E. M. D. C.	T17	32,67	a	32,67	bcd	32,67	bcd	33,00	bcde	33,00	bcde
E. M. D. C+R.	T18	16,00	cdefgh	26,00	bcd	28,33	bcd	28,33	bcde	28,33	bcde
E. M. E. N.	T19	28,00	abcd	24,00	bcd	24,33	cd	25,00	de	25,00	de
E. M. E. C.	T20	22,00	bcde	31,00	bcd	31,00	bcd	31,00	bcde	31,00	bcde
E. M. E. C+R.	T21	25,00	abcd	26,33	bcd	26,33	bcd	27,00	cde	27,00	cde
E. M. G. N.	T22	21,67	bcde	26,67	bcd	26,67	bcd	27,33	cde	28,00	bcde
E. M. G. C.	T23	14,00	defgh	25,00	bcd	25,00	cd	26,00	de	26,00	de
E. M. G. C+R.	T24	13,67	defgh	19,00	e	19,00	de	20,67	ef	22,33	ef
S. C. N.	T25	8,33	efgh	8,33	de	9,67	e	9,67	f	9,67	fg
S. C. C.	T26	6,33	fgh	7,67	e	7,67	e	7,67	f	7,67	g
S. C. C+R.	T27	4,00	h	4,50	e	6,00	e	6,00	f	6,00	g

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Come mostra la Tabella 3 sovrastante, per quanto concerne il Ginestrino cv. Giada, non si sono verificate differenze statisticamente significative riguardo il numero di piante. Per il Trifoglio Pratense cv. Uno i semi nudi e quelli confettati e inoculati hanno favorito un aumento statisticamente significativo del numero di piante nate. Anche i semi nudi e quelli confettati di Trifoglio Ibrido cv. Tigea hanno favorito la nascita di un maggior numero di piante. A seguire anche l'erba medica cv. Emiliana confettata e inculata ha presentato un numero maggiore di piante.



Foto 5: Numero di piante nate dopo 5 giorni dalla semina



Foto 5.1: Numero di piante nate dopo 10 giorni dalla



Foto 5.2: Numero di piante nate dopo 15 giorni dalla semina



Foto 5.2: Numero di piante nate dopo 20 giorni dalla semina



Foto 5.2: Numero di piante nate dopo 25 giorni dalla semina

Durante i primi rilievi agronomici e fisiologici effettuati il giorno 18/04/2023 è emerso che le piante di Trifoglio Ibrido cv. Tigea, Trifoglio Repens cv. Simone ed Erba Medica cv. Dimitra presentavano anomalie (come mostrano le foto sottostanti) di crescita e di colore delle foglie.



Foto 6: Anomalie crescita e colore di Trifoglio Ibrido cv. Tigea, Trifoglio Repens cv. Simone ed Erba Medica cv. Dimitra

La raccolta è stata effettuata ad inizio fioritura per le mediche (indicativamente 20-30% dei fiori aperti) mentre a fioritura piena per le altre foraggere nelle seguenti date:

- Trifoglio pratense cv. Uno 17-05-2023
- Erba medica cv. Gea 17-05-2023
- Erba medica cv. Emiliana 23-05-2023
- Erba medica cv. Dimitra 01-06-2023
- Trifoglio ibrido cv. Tigea 12-06-2023
- Sulla cv. Corona 16-06-2023
- Lupinella 16-06-2023
- Ginestrino cv. Giada 16-06-2023
- Trifoglio repens cv. Simone 27-06-2023

RISULTATI

Tabella 4: Risultati rilievi agronomici del 18/04/2023

	TESI	TDR (% umidità del suolo)	Altezza (cm)	Temperatura fogliare (°C)
G. N.	T1	3,43 bcde	7,67 efgh	18,40 abcdefgh
G. C	T2	2,70 cdefg	7,67 efghi	20,13 a
G. C+R.	T3	2,95 cdef	9,00 defg	19,57 ab
T. P. N.	T4	1,50 g	9,13 def	19,23 abcd
T. P. C.	T5	3,85 bcd	8,67 defg	19,47 ab
T. P. C+R.	T6	2,20 efg	8,67 defg	19,40 abc
L. N.	T7	2,60 defg	16,00 abc	18,80 abcdefg
L. C.	T8	1,87 fg	15,33 abc	19,10 abcde
L. C+R.	T9	4,55 b	17,00 ab	19,47 ab
T. I. N.	T10	3,30 bcdef	4,17 ghij	18,87 abcdefg
T. I. C.	T11	2,60 defg	4,33 fghij	18,87 abcdefg
T. I. C+R.	T12	2,95 cdef	2,70 j	19,00 abcdef

T. R. N.	T13	6,55 a	3,30 hij	18,43 abcdefgh
T. R. C.	T14	6,35 a	3,00 hj	17,93 bcdefgh
T. R. C+R.	T15	2,75 cdefg	2,33 j	18,03 bcdefgh
E. M. D. N.	T16	3,90 bcd	8,83 defg	17,97 bcdefgh
E. M. D. C.	T17	3,43 bcde	7,67 efghi	17,87 bcdefgh
E. M. D. C+R.	T18	3,43 bcde	10,67 de	17,80 bcdefgh
E. M. E. N.	T19	3,85 bcd	13,33 abcd	17,87 bcdefgh
E. M. E. C.	T20	3,30 bcdef	16,67 abc	17,47 defgh
E. M. E. C+R.	T21	4,17 bc	16,00 abc	17,17 gh
E. M. G. N.	T22	3,20 bcdef	12,17 acde	17,43 defgh
E. M. G. C.	T23	3,50 bcde	17,00 a	16,87 h
E. M. G. C+R.	T24	2,97 cdef	15,67 abc	17,60 cdefgh
S. C. N.	T25	3,53 bcde	13,00 abcd	17,47 defgh
S. C. C.	T26	3,80 bcd	9,00 defg	17,33 efgh
S. C. C+R.	T27	2,95 cdef	8,67 defg	17,23 fgh

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Come mostra la tabella 4 sovrastante, differenze statisticamente significative riguardo la percentuale di umidità del suolo, le quali hanno interessato la maggior parte dei semi nudi e confettati mentre solo l'erba medica cv. Emiliana ha riportato una differenza statisticamente significativa rispetto alle altre foraggere nate da semi confettati e inoculati. Tutte le varietà di erba medica hanno riportato differenze statisticamente significative riguardo l'altezza delle piante insieme alla lupinella. Differenze statisticamente significative si sono verificate anche per la temperatura fogliare, in particolare, sia le piante nate da semi nudi, semi confettati e semi confettati più inoculati di ginestrino cv. Giada, trifoglio pratense cv. Uno, lupinella, trifoglio ibrido cv. Tigea e trifoglio repens cv. Simone (solo seme nudo) hanno mostrato temperature fogliari superiori rispetto alle altre foraggere analizzate.

Tabella 5: Risultati rilievi fisiologici del 18/04/2023

	TESI	SPAD	Conduttanza stomatica ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	NDVI	PRI
G. N.	T1	42,57 bcdef	100,80 bcdef	0,745	0,655
G. C	T2	42,57 bcdef	100,80 bcdef	0,701	0,597
G. C+R.	T3	42,57 bcdef	100,80 bcdef	0,664	0,631
T. P. N.	T4	35,67 def	118,30 bcd	0,852	0,593
T. P. C.	T5	34,30 def	134,00 ab	0,720	0,580
T. P. C+R.	T6	36,60 cdef	166,50 a	0,738	0,602
L. N.	T7	55,13 a	68,00 fgh	0,626	0,544
L. C.	T8	50,73 ab	66,00 fgh	0,609	0,690
L. C+R.	T9	51,87 ab	40,90 h	0,678	0,638
T. I. N.	T10	36,72 cdef	71,00 efgh	0,582	0,703
T. I. C.	T11	39,51 bcdef	89,00 cdef	0,661	0,702

T. I. C+R.	T12	42,57 bcdef	100,80 bcdef	0,501	0,727
T. R. N.	T13	32,53 f	100,00 bcdef	0,843	0,438
T. R. C.	T14	42,57 bcdef	100,80 bcdef	0,448	0,352
T. R. C+R.	T15	42,57 bcdef	100,80 bcdef	0,830	0,641
E. M. D. N.	T16	32,93 ef	95,00 cdef	0,674	0,546
E. M. D. C.	T17	33,60 def	100,80 bcdef	0,722	0,364
E. M. D. C+R.	T18	45,10 abcdef	78,00 efg	0,721	0,584
E. M. E. N.	T19	41,77 bcdef	120,50 bc	0,740	0,527
E. M. E. C.	T20	49,53 ab	123,70 bc	0,652	0,521
E. M. E. C+R.	T21	40,83 bcdef	101,00 bcdef	0,794	0,709
E. M. G. N.	T22	48,27 abc	134,30 ab	0,577	0,753
E. M. G. C.	T23	46,00 abcd	51,50 gh	0,741	0,651
E. M. G. C+R.	T24	49,10 abc	81,50 defg	0,690	0,560
S. C. N.	T25	45,23 abcde	108,00 bcde	0,723	0,617
S. C. C.	T26	44,40 abcdef	161,90 a	0,724	0,695
S. C. C+R.	T27	44,03 abcdef	105,70 bcde	0,565	0,532

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Riguardo i rilievi fisiologici, l'indice di clorofilla spad è risultato statisticamente maggiore in quasi tutte le foraggere nate sia da seme nudo, sia da seme confettato e sia da seme confettato e inoculato tranne per il ginestrino cv. Giada e per il trifoglio pratense cv. Uno. I rizobi hanno influenzato la conduttanza stomatica solo delle piante di trifoglio pratense cv. Uno, trifoglio ibrido cv. Tigea e erba medica cv. Gea.

Tabella 6: Risultati rilievi agronomici del 04/05/2023

	TESI	TDR (% umidità del suolo)	Altezza (cm)	Temperatura fogliare (°C)
G. N.	T1	4,87 ij	19,00 cdefg	25,83 abcde
G. C.	T2	6,20 fghij	15,67 efgh	24,70 de
G. C+R.	T3	5,75 ghij	21,00 bcdef	24,83 cde
T. P. N.	T4	6,50 efghij	23,00 abcde	25,80 abcde
T. P. C.	T5	9,20 c	23,67 abcd	25,47 bcde
T. P. C+R.	T6	5,93 ghij	19,33 cdefg	25,50 bcde
L. N.	T7	5,40 hij	22,33 bcde	26,70 abcde
L. C.	T8	7,10 cdefghi	25,33 abc	28,13 ab
L. C+R.	T9	6,77 efghi	23,33 abcd	27,47 abcd

T. I. N.	T10	13,60 a	14,00 fghi	26,33 abcde
T. I. C.	T11	14,37 a	13,33 ghi	25,67 bcde
T. I. C+R.	T12	8,55 cde	9,00 hij	27,07 abcde
T. R. N.	T13	12,90 ab	8,33 ij	24,00 e
T. R. C.	T14	11,45 b	5,67 j	25,07 bcde
T. R. C+R.	T15	7,80 cdefg	8,33 ij	25,33 bcde
E. M. D. N.	T16	9,10 cd	18,33 cdefg	27,57 abcd
E. M. D. C.	T17	8,33 cdef	24,33 abcd	27,67 abcd
E. M. D. C+R.	T18	7,87 cdefg	27,00 ab	26,80 abcde
E. M. E. N.	T19	6,90 defghi	24,33 abcd	26,40 abcde
E. M. E. C.	T20	7,40 cdefgh	30,00 a	28,00 abc
E. M. E. C+R.	T21	6,85 defghi	30,00 a	28,90 a
E. M. G. N.	T22	4,40 j	28,33 ab	27,87 abcd
E. M. G. C.	T23	4,40 j	27,33 ab	29,00 a
E. M. G. C+R.	T24	4,80 ij	27,33 ab	28,93 a
S. C. N.	T25	7,20 cdefgh	21,33 bcdef	26,67 abcde
S. C. C.	T26	7,50 cdefgh	18,00 cdefg	26,33 abcde
S. C. C+R.	T27	6,00 ghij	17,33 defg	25,37 bcde

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

La tabella 6 sovrastante mostra come i tre tipi di semi hanno influenzato la temperatura fogliare di tutte le foraggere e come la maggior parte delle piante nate da semi confettati e confettati con inoculo presentino un'altezza maggiore.

Tabella 7: Risultati rilievi fisiologici del 04/05/2023

	TESI	SPAD	Conduttanza stomatica ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	NDVI	PRI
G. N.	T1	39,60 fghi	171,50 efg	0,396 j	0,520 fg
G. C	T2	38,70 fghi	182,00 e	0,802 bcdef	0,355 hi
G. C+R.	T3	40,90 efg	178,00 e	0,878 abc	0,572 efg
T. P. N.	T4	40,90 efg	278,00 bc	0,936 a	0,549 efg
T. P. C.	T5	35,40 hi	227,00 d	0,859 abc	0,600 defg
T. P. C+R.	T6	44,30 defgh	293,50 ab	0,854 abc	0,638 cdef
L. N.	T7	50,60 abcde	30,00 n	0,679 ghi	0,669 bcdef
L. C.	T8	29,90 i	22,10 n	0,732 efghi	0,616 cdefg

L. C+R.	T9	51,20 abcde	41,20 mn	0,724 fg	0,607 defg
T. I. N.	T10	38,80 fghi	95,00 kl	0,847 abcd	0,740 abcd
T. I. C.	T11	37,40 ghi	124,50 hijk	0,453 j	0,763 abc
T. I. C+R.	T12	38,60 fghi	106,00 ijk	0,787 bcdef	0,646 cdef
T. R. N.	T13	40,90 efgh	175,50 ef	0,743 defgh	0,591 defg
T. R. C.	T14	41,75 efgh	121,10 ijk	0,855 abc	0,606 defg
T. R. C+R.	T15	45,06 cdefgh	160,40 efgh	0,643 hi	0,730 abcd
E. M. D. N.	T16	46,07 cdefg	280,00 bc	0,858 abc	0,675 bcde
E. M. D. C.	T17	45,85 cdefg	68,00 lm	0,817 bcdef	0,799 ab
E. M. D. C+R.	T18	50,50 abcde	97,00 jkl	0,792 bcdef	0,275 i
E. M. E. N.	T19	48,30 abcdef	162,00 efgh	0,833 abcde	0,638 cdef
E. M. E. C.	T20	57,75 a	134,50 ghij	0,857 abc	0,648 cdef
E. M. E. C+R.	T21	51,15 abcde	159,50 efgh	0,893 ab	0,665 bcdef
E. M. G. N.	T22	57,00 ab	160,00 efgh	0,867 abc	0,823 a
E. M. G. C.	T23	52,10 abcd	325,00 a	0,820 bcdef	0,574 efg
E. M. G. C+R.	T24	55,03 abc	252,00 cd	0,891 ab	0,544 efg
S. C. N.	T25	50,17 abcde	179,00 e	0,815 bcdef	0,824 a
S. C. C.	T26	47,13 bcdefg	136,00 fghi	0,638 i	0,269 i
S. C. C+R.	T27	41,60 efgh	171,50 efg	0,769 cdefg	0,465 gh

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

L'indice di clorofilla spad in questo rilievo è risultato statisticamente significativo in tutte le piantine nate sia da seme confettato che da seme confettato con inoculo tranne per la Sulla cv. Corona in cui le piante nate da seme trattato hanno mostrato un indice di clorofilla statisticamente inferiore, risultato verificatosi anche per la conduttanza stomatica.

Tabella 8: Risultati rilievi agronomici del 16/05/2023

	TESI	TDR (% umidità del suolo)	Altezza (cm)	Temperatura fogliare (°C)
G. N.	T1	17,80 de	21,33 efgh	21,47 efg
G. C.	T2	23,15 c	22,67 defgh	22,07 bcde
G. C+R.	T3	28,29 b	25,00 defg	21,50 efg
T. P. N.	T4	32,59 a	29,33 abcde	22,80 ab
T. P. C.	T5	8,00 jk	30,67 abcd	22,83 a
T. P. C+R.	T6	10,05 ijk	29,67 abcd	23,03 a
L. N.	T7	16,03 def	24,33 defgh	22,50 abc
L. C.	T8	17,70 de	27,33 cde	22,40 abcd

L. C+R.	T9	18,45 d	29,67 abcd	22,80 ab
T. I. N.	T10	18,00 de	22,67 defgh	21,93 cdef
T. I. C.	T11	11,27 hij	19,00 fghi	22,00 cde
T. I. C+R.	T12	14,05 fgh	17,67 ghi	21,70 def
T. R. N.	T13	14,50 efgh	16,67 hi	21,13 fg
T. R. C.	T14	22,45 c	13,00 i	21,27 efg
T. R. C+R.	T15	24,85 c	5,67 j	21,17 fg
E. M. D. N.	T16	17,35 def	28,33 bcde	21,73 cdef
E. M. D. C.	T17	14,85 efg	25,00 defg	21,53 efg
E. M. D. C+R.	T18	10,20 ijk	24,67 defg	21,63 defg
E. M. E. N.	T19	17,35 def	35,67 ab	21,57 efg
E. M. E. C.	T20	16,00 def	34,00 abc	21,60 defg
E. M. E. C+R.	T21	15,20 defg	34,00 abc	21,57 efg
E. M. G. N.	T22	7,65 k	33,67 abc	21,73 cdef
E. M. G. C.	T23	9,90 ijk	33,67 abc	21,50 efg
E. M. G. C+R.	T24	9,25 ijk	36,67 a	21,80 cdef
S. C. N.	T25	6,75 k	26,67 cdef	21,37 efg
S. C. C.	T26	6,90 k	26,67 cdef	21,63 defg
S. C. C+R.	T27	12,15 ghi	25,33 defg	20,87 g

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Dai risultati dei rilievi agronomici non distruttivi effettuati il giorno 16/05/2023, emerge che le piante nate da seme confettato e inoculato di ginestrino cv. Giada, sulla cv. Corona, trifoglio repens cv. Simone e lupinella hanno mantenuto una percentuale di umidità del suolo maggiore come anche la temperatura fogliare della lupinella e del trifoglio partense cv. Uno.

Tabella 9: Risultati rilievi fisiologici del 16/05/2023

	TESI	SPAD	Conduttanza stomatica	($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) NDVI	PRI
G. N.	T1	39,00 hij	352,50 b	0,856	0,778 abcdef
G. C	T2	36,85 jk	359,90 b	0,884	0,702 bcdefgh
G. C+R.	T3	34,20 k	138,00 def	0,899	0,786 abcde
T. P. N.	T4	45,20 def	230,00 c	0,796	0,884 abc
T. P. C.	T5	43,47 efgh	484,90 a	0,913	0,679 cdefghi
T. P. C+R.	T6	46,25 de	450,00 a	0,850	0,934 a
L. N.	T7	45,45 def	38,20 jk	0,793	0,886 abc

L. C.	T8	40,40 ghij	30,50 k	0,846 0,908 ab
L. C+R.	T9	39,80 hij	34,00 jk	0,761 0,680 cdefghi
T. I. N.	T10	46,20 de	49,00 ijk	0,8480,477 ijk
T. I. C.	T11	40,60 ghij	88,00 ghi	0,836 0,734 abcdefg
T. I. C+R.	T12	41,70 fghi	85,00 ghi	0,8530,565 ghij
T. R. N.	T13	46,47 de	119,70 defg	0,7550,588 efghij
T. R. C.	T14	42,10 efghi	160,00 d	0,6750,689 cdefgh
T. R. C+R.	T15	44,60 efg	102,50 efgh	0,6710,633 defghij
E. M. D. N.	T16	57,05 c	96,00 fgh	0,454 0,875 abc
E. M. D. C.	T17	42,70 efghi	116,00 defg	0,5620,654 defghij
E. M. D. C+R.	T18	42,35 efghi	105,00 efgh	0,7590,704 bcdefgh
E. M. E. N.	T19	55,35 c	96,50 fgh	0,5750,701 bcdefgh
E. M. E. C.	T20	56,97 c	117,00 defg	0,6260,473 jk
E. M. E. C+R.	T21	67,00 b	144,50 de	0,5820,499 hij
E. M. G. N.	T22	73,95 a	159,50 d	0,6780,575 fghij
E. M. G. C.	T23	57,70 c	216,50 c	0,640 0,865 abc
E. M. G. C+R.	T24	56,23 c	220,00 c	0,743 0,801 abcd
S. C. N.	T25	38,43 ij	75,50 ghij	0,7140,299 kl
S. C. C.	T26	43,37 efgh	75,00 ghij	0,5580,238 lm
S. C. C+R.	T27	49,45 d	65,00 hijk	0,7110,106 m

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Dalla tabella 9 è possibile evincere che l'indice di clorofilla spad è risultato statisticamente maggiore solo nelle piante nate da seme confettato e con inoculo di erba medica cv. Emiliana e sulla cv. Corona, mentre la conduttanza stomatica è risultata maggiore solo per le piante nate da seme confettato e con inoculo di trifoglio pratense cv. Uno, trifoglio ibrido cv. Tigea, erba medica cv. Emiliana, cv. Dimitra e cv. Gea, sulla cv. Corona. Durante questo rilievo anche l'indice PRI è risultato maggiore per l'erba medica cv. Gea nate da seme confettato e confettato con inoculo.

Tabella 10: risultati rilievi distruttivi Trifoglio Pratense cv. Uno ed Erba Medica cv. Gea 17/05/2023

TESI		Peso fresco foglie (g)	Peso secco foglie (g)	Peso fresco radici (g)	Peso secco radici (g)	Lunghezza radici (cm)	Area fogliare (cm ²)
T. P. N.	T4	31,88 a	4,41 bc	31,61 ab	8,46 ab	23,00	712,5 a
T. P. C.	T5	30,05 a	6,35 a	30,50 ab	4,70 b	29,00	812,0 a
T. P. C+R.	T6	29,95 a	5,59 ab	42,81 a	5,47 b	25,00	800,0 a
E. M. G. N.	T22	16,06 b	3,80 c	28,04 ab	6,27 b	26,00	415,5 b
E. M. G. C.	T23	13,00 b	3,37 c	26,64 b	11,06 a	31,33	419,0 b
E. M. G. C+R.	T24	12,24 b	4,16 c	19,94 b	5,53 b	30,00	344,5 b

T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24=Erba medica cv Gea confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p<0,05$.

Dalla tabella 10 sovrastante si evince che alla raccolta, il seme confettato e con inoculo, ha riportato valori superiori riguardo il peso secco delle foglie, il peso fresco delle radici e l'area fogliare delle piante di trifoglio pratense cv. Uno. L'erba medica cv. Gea non ha riportato differenze statisticamente significative per la maggior parte dei parametri analizzati durante la raccolta tranne per il peso secco delle radici che è risultato maggiore per le radici nate da seme confettato.

Tabella 11: risultati rilievi distruttivi Erba medica cv. Emiliana 23/05/2023

TESI	Peso fresco foglie (g)	Peso secco foglie (g)	Peso fresco radici (g)	Peso secco radici (g)	Lunghezza radici (cm)	Area fogliare (cm ²)
E. M. E. N. T19	16,34 a	1,95 c	47,31 a	34,23 a	25,33	346,00 b
E. M. E. C. T20	13,65 ab	3,15 b	28,75 b	14,47 b	30,00	373,00 ab
E. M. E. C+R. T21	11,80 b	4,30 a	23,88 b	30,25 a	30,00	416,00 a

T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p<0,05$.

L'inoculo, come mostra la tabella sovrastante, ha aumentato il peso secco delle foglie e il peso secco delle radici nonché l'area fogliare dell'erba medica cv. Emiliana.

Tabella 12: Risultati rilievi agronomici del 01/06/2023

TESI	TDR (% umidità del suolo)	Altezza (cm)	Temperatura fogliare (°C)
G. N. T1	9,83 c	27,67 abc	25,53
G. C T2	9,10 cde	27,00 abc	27,03
G. C+R. T3	9,40 cd	26,00 abc	26,23
T. P. N. T4	-	-	-
T. P. C. T5	-	-	-
T. P. C+R. T6	-	-	-
L. N. T7	13,57 ab	26,00 abc	25,93
L. C. T8	9,45 cd	23,33 bc	31,70
L. C+R. T9	8,80 cde	29,00 abc	26,80
T. I. N. T10	7,40 cde	31,67 a	25,60
T. I. C. T11	5,30 e	28,33 abc	25,80
T. I. C+R. T12	5,50 de	28,00 abc	25,80
T. R. N. T13	7,53 cde	16,00 e	25,00
T. R. C. T14	10,40 bc	16,33 de	24,70
T. R. C+R. T15	16,90 a	8,67 f	24,73

E. M. D. N. T16	7,70 cde	27,00 abc	25,30
E. M. D. C. T17	7,50 cde	29,33 abc	23,97
E. M. D. C+R. T18	8,10 cde	31,00 ab	26,50
E. M. E. N. T19	-	-	-
E. M. E. C. T20	-	-	-
E. M. E. C+R. T21	-	-	-
E. M. G. N. T22	-	-	-
E. M. G. C. T23	-	-	-
E. M. G. C+R. T24	-	-	-
S. C. N. T25	9,73 c	22,00 cde	25,10
S. C. C. T26	10,27 bc	23,00 cd	27,10
S. C. C+R. T27	8,90 cde	28,33 abc	25,40

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

La tabella 12 mostra come i valori di altezza delle piante sono stati influenzati dalla confettatura e dall'inoculo e come la percentuale di umidità del suolo è risultata statisticamente maggiore nelle piante di lupinella nate da seme nudo e nel trifoglio repens cv. Simone nato da seme confettato e confettato con inoculo. La sulla, invece, ha mostrato valori di altezza maggiori solo per le piante nate da seme confettato e inoculato.

Tabella 13: Risultati rilievi fisiologici del 01/06/2023

	TESI	SPAD	Conduttanza stomatica ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	NDVI	PRI
G. N.	T1	18,60 i	132,50 b	0,489 d	0,724 ab
G. C	T2	36,30 cdefg	81,01 cde	0,428 d	0,566 bcde
G. C+R.	T3	34,03 defgh	53,25 cef	0,806 abc	0,549 bcde
T. P. N.	T4	-	-	-	-
T. P. C.	T5	-	-	-	-
T. P. C+R.	T6	-	-	-	-
L. N.	T7	28,07 h	27,40 fg	0,665 c	0,464 de
L. C.	T8	31,80 egh	11,85 g	0,482 d	0,398 e
L. C+R.	T9	27,30 h	20,65 fg	0,666 c	0,735 ab
T. I. N.	T10	44,85 b	28,40 fg	0,813 abc	0,718 ab
T. I. C.	T11	43,90 bc	20,70 fg	0,820 abc	0,611 abcd
T. I. C+R.	T12	36,47 cdefg	143,96 b	0,740 abc	0,721 ab
T. R. N.	T13	42,70 bc	132,00 b	0,853 ab	0,819 a

T. R. C.	T14	42,10 bc	91,00 cd	0,876 a	0,635 abcd
T. R. C+R.	T15	43,50 bc	169,50 ab	0,516 d	0,687 abc
E. M. D. N.	T16	55,80 a	143,67 b	0,766 abc	0,701 abc
E. M. D. C.	T17	45,25 b	88,00 cde	0,816 abc	0,394 e
E. M. D. C+R.	T18	54,15 a	139,00 b	0,844 ab	0,683 abc
E. M. E. N.	T19	-	-	-	-
E. M. E. C.	T20	-	-	-	-
E. M. E. C+R.	T21	-	-	-	-
E. M. G. N.	T22	-	-	-	-
E. M. G. C.	T23	-	-	-	-
E. M. G. C+R.	T24	-	-	-	-
S. C. N.	T25	39,55 bcde	31,80 fg	0,712 bc	0,620 abcd
S. C. C.	T26	40,67 bcd	194,93 a	0,708 bc	0,682 abc
S. C. C+R.	T27	46,35 b	151,00 b	0,708 bc	0,504 cde

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Come mostra la tabella 13 sovrastante, l'indice di clorofilla misurato dallo spad, per quanto concerne le piante nate da seme confettato e con inoculo è risultato statisticamente maggiore per la sulla cv. Corona e per il ginestrino cv. Giada. Nel caso di inoculo con rizobi, gli indici NDVI e PRI hanno riportato valori elevati solo per la lupinella.

Tabella 14: Risultati rilievi distruttivi erba medica cv. Dimitra 01/06/2023

TESI		Peso fresco foglie (g)	Peso secco foglie (g)	Peso fresco radici (g)	Peso secco radici (g)	Lunghezza radici (cm)	Area fogliare (cm ²)
E. M. D. N.	T16	13,39	2,85	61,48 a	45,34 a	26,67 b	355,00
E. M. D. C.	T17	15,68	3,69	59,11 a	29,64 b	31,33 a	390,00
E. M. D. C+R.	T18	13,98	3,86	42,85 b	32,63 b	28,00 b	344,00

T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

L'inoculo, come mostra la tabella sovrastante non ha riportato differenze statisticamente significative mentre la confettatura ha aumentato la lunghezza delle radici dell'erba medica cv. Dimitra.

Tabella 15: Risultati rilievi distruttivi Trifoglio ibrido cv. Tigea 12/06/2023

TESI	Peso fresco foglie (g)	Peso secco foglie (g)	Peso fresco radici (g)	Peso secco radici (g)	Lunghezza radici (cm)	Area fogliare (cm ²)
T. I. N. T10	30,85	8,53	71,84	27,07	33,00	495,00 b
T. I. C. T11	30,71	9,03	71,96	36,57	30,67	875,00 a
T. I. C+R. T12	31,07	4,96	62,10	32,91	30,67	700,00 a

T10= Trifoglio ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio ibrido cv Tigea confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Durante i rilievi distruttivi eseguiti su trifoglio ibrido cv. Tigea, i semi trattati non hanno avuto effetti sui parametri misurati. Solo l'area fogliare delle piante nate da seme confettato e confettato con inoculo è risultata statisticamente maggiore.

Tabella 16: Risultati rilievi agronomici del 13/06/2023

TESI	TDR (% umidità del suolo)	Altezza (cm)	Temperatura fogliare (°C)
G. N. T1	3,70 c	33,00 ab	28,00 abc
G. C. T2	3,60 c	34,00 a	27,67 abc
G. C+R. T3	4,25 bc	27,33 abc	27,17 bc
T. P. N. T4	-	-	-
T. P. C. T5	-	-	-
T. P. C+R. T6	-	-	-
L. N. T7	4,80 bc	28,67 ab	28,33 abc
L. C. T8	5,00 bc	24,67 bcd	29,17 a
L. C+R. T9	4,55 bc	30,33 ab	29,03 a
T. I. N. T10	-	-	-
T. I. C. T11	-	-	-
T. I. C+R. T12	-	-	-
T. R. N. T13	3,63 c	19,33 cde	28,63 ab
T. R. C. T14	4,03 c	18,00 de	28,13 abc
T. R. C+R. T15	8,20 a	16,33 e	27,67 abc
E. M. D. N. T16	-	-	-
E. M. D. C. T17	-	-	-
E. M. D. C+R. T18	-	-	-
E. M. E. N. T19	-	-	-
E. M. E. C. T20	-	-	-
E. M. E. C+R. T21	-	-	-

E. M. G. N.	T22	-	-	-
E. M. G. C.	T23	-	-	-
E. M. G. C+R.	T24	-	-	-
S. C. N.	T25	5,67 b	28,33 abc	27,30 bc
S. C. C.	T26	4,50 bc	26,33 abcd	26,83 c
S. C. C+R.	T27	4,63 bc	28,00 abc	28,37 ab

T1= Ginestrino cv Giada nudo; T2= Ginestrino cv Giada confettato; T3= Ginestrino cv Giada confettato e inoculato; T4= Trifoglio Pratense cv Uno nudo; T5= Trifoglio Pratense cv Uno confettato; T6= Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato; T7= Lupinella nudo; T8= Lupinella confettato; T9= Lupinella confettato e inoculato; T10= Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo; T11= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato; T12= Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato; T13= Trifoglio Repens cv Simone nudo; T14= Trifoglio Repens cv Simone confettato; T15= Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato; T16= Erba medica cv Dimitra nudo; T17= Erba medica cv Dimitra confettato; T18= Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato; T19= Erba medica cv Emiliana nudo; T20= Erba medica cv Emiliana confettato; T21= Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato; T22= Erba medica cv Gea nudo; T23= Erba medica cv Gea confettato; T24= Erba medica cv Gea confettato e inoculato; T25= Sulla cv Corona nudo; T26= Sulla cv Corona confettato; T27= Sulla cv Corona confettato e inoculato. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Durante l'ultimo rilievo agronomico non distruttivo, è stato possibile notare che i semi trattati hanno favorito l'aumento della temperatura fogliare per la sulla cv. Corona.

Tabella 17: Risultati rilievi fisiologici del 13/06/2023

	TESI	SPAD	Conduttanza stomatica ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	NDVI	PRI
G. N.	T1	32,50 cd	45,00 b	0,663 bc	0,406 eg
G. C	T2	21,90 e	84,50 a	0,698 bc	0,593 abc
G. C+R.	T3	30,87 cd	77,00 a	0,729 ab	0,534 bcdefg
T. P. N.	T4	-	-	-	-
T. P. C.	T5	-	-	-	-
T. P. C+R.	T6	-	-	-	-
L. N.	T7	30,05 cde	46,00 b	0,542 cd	0,560 bcd
L. C.	T8	31,55 cd	50,50 b	0,367 e	0,727 a
L. C+R.	T9	36,70 bc	21,20 c	0,419 de	0,607 abc
T. I. N.	T10	-	-	-	-
T. I. C.	T11	-	-	-	-
T. I. C+R.	T12	-	-	-	-
T. R. N.	T13	46,80 a	55,00 b	0,864 a	0,490 cdefg
T. R. C.	T14	47,70 a	80,95 a	0,760 ab	0,490 cdefg
T. R. C+R.	T15	48,20 a	23,00 c	0,742 ab	0,589 abc
E. M. D. N.	T16	-	-	-	-
E. M. D. C.	T17	-	-	-	-
E. M. D. C+R.	T18	-	-	-	-
E. M. E. N.	T19	-	-	-	-
E. M. E. C.	T20	-	-	-	-
E. M. E. C+R.	T21	-	-	-	-
E. M. G. N.	T22	-	-	-	-
E. M. G. C.	T23	-	-	-	-
E. M. G. C+R.	T24	-	-	-	-

S. C. N.	T25	24,10 de	19,50 c	0,441 de 0,588 abc
S. C. C.	T26	48,10 a	34,51 bc	0,678 bc 0,672 ab
S. C. C+R.	T27	45,45 ab	21,80 c	0,773 ab 0,422 defg

T1= *Ginestrino cv Giada nudo*; T2= *Ginestrino cv Giada confettato*; T3= *Ginestrino cv Giada confettato e inoculato*; T4= *Trifoglio Pratense cv Uno nudo*; T5= *Trifoglio Pratense cv Uno confettato*; T6= *Trifoglio Pratense cv Uno confettato e inoculato*; T7= *Lupinella nudo*; T8= *Lupinella confettato*; T9= *Lupinella confettato e inoculato*; T10= *Trifoglio Ibrido cv Tigea nudo*; T11= *Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato*; T12= *Trifoglio Ibrido cv Tigea confettato e inoculato*; T13= *Trifoglio Repens cv Simone nudo*; T14= *Trifoglio Repens cv Simone confettato*; T15= *Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato*; T16= *Erba medica cv Dimitra nudo*; T17= *Erba medica cv Dimitra confettato*; T18= *Erba medica cv Dimitra confettato e inoculato*; T19= *Erba medica cv Emiliana nudo*; T20= *Erba medica cv Emiliana confettato*; T21= *Erba medica cv Emiliana confettato e inoculato*; T22= *Erba medica cv Gea nudo*; T23= *Erba medica cv Gea confettato*; T24= *Erba medica cv Gea confettato e inoculato*; T25= *Sulla cv Corona nudo*; T26= *Sulla cv Corona confettato*; T27= *Sulla cv Corona confettato e inoculato*. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Come presente in tabella 17, ancora una volta i semi trattati hanno favorito un aumento dell'indice di clorofilla per la lupinella e la sulla, dell'NDVI per ginestrino e sulla e del PRI per trifoglio repens, lupinella e ginestrino; la conduttanza stomatica è risultata statisticamente inferiore nelle piante nate da seme confettato e con inoculo per lupinella e trifoglio.

Tabella 18: Risultati rilievi distruttivi *Ginestrino cv. Giada*, *Lupinella*, *Trifoglio repens cv. Simone* e *Sulla cv. Corona* 16/06/2023

TESI		Peso fresco foglie (g)	Peso secco foglie (g)	Peso fresco radici (g)	Peso secco radici (g)	Lunghezza radici (cm)	Area fogliare (cm ²)
G. N.	T1	19,52	4,40 ab	84,35	17,53 ab	32,67	386,50
G. C	T2	18,52	3,86 b	86,53	12,90 b	31,67	394,70
G. C+R.	T3	17,99	4,94 a	82,37	22,75 a	34,00	466,70
L. N.	T7	14,71 a	3,99 a	87,90	22,62 b	32,33	353,00
L. C.	T8	7,70 b	2,57 b	101,80	42,13 a	32,00	286,70
L. C+R.	T9	16,09 a	3,42 a	119,30	29,98 ab	30,67	387,50
T. R. N.	T13	27,60 a	6,317 a	55,20 a	16,66 a	25,67	696,30 a
T. R. C.	T14	24,84 a	4,323 b	33,19 b	9,68 b	26,33	660,50 a
T. R. C+R.	T15	15,30 b	2,77 b	26,27 b	5,64 b	27,67	500,00 b
S. C. N.	T25	16,81	2,63 b	22,34 b	9,78 b	27,00 b	379,00
S. C. C.	T26	17,10	2,63 b	54,31 a	25,59 a	31,33 a	338,50
S. C. C+R.	T27	19,73	3,26 a	32,59 ab	21,82 a	32,00 a	314,70

T1= *Ginestrino cv Giada nudo*; T2= *Ginestrino cv Giada confettato*; T3= *Ginestrino cv Giada confettato e inoculato*; T7= *Lupinella nudo*; T8= *Lupinella confettato*; T9= *Lupinella confettato e inoculato*; T13= *Trifoglio Repens cv Simone nudo*; T14= *Trifoglio Repens cv Simone confettato*; T15= *Trifoglio Repens cv Simone confettato e inoculato*; T25= *Sulla cv Corona nudo*; T26= *Sulla cv Corona confettato*; T27= *Sulla cv Corona confettato e inoculato*. Lettere differenti corrispondono a differenze statisticamente significative per $p < 0,05$.

Dai risultati distruttivi ottenuti dalla raccolta eseguita il giorno 16/06/2023, è possibile notare come il seme confettato ed inoculato abbia influenzato il peso secco delle foglie e delle radici del ginestrino cv. Giada e della sulla; di quest'ultima ne ha aumentato anche la lunghezza delle radici.

CONCLUSIONI

I semi confettati e con inoculo, hanno migliorato sia i parametri agronomici che fisiologici di alcune specie di foraggiere.

In particolare, risultati interessanti si sono manifestati per la sulla cv. Corona e per il trifoglio pratense cv. Uno in cui l'inoculo ha aumentato il peso secco delle foglie. Per la sulla è stato registrato un aumento dell'indice di clorofilla, la vigoria della pianta, peso fresco e secco delle radici, lunghezza delle radici. Infine, per l'erba medica cv. Emiliana è stato registrato un aumento del peso secco delle foglie e dell'area fogliare. Questi risultati necessitano di un ulteriore studio sperimentale per approfondire gli effetti dell'inoculo sulle due foraggere.



PSR 2014-2020 – Misura 16.2.01 – “Supporto per progetti pilota e per lo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie nel settore agricolo e agroindustriale.

Focus Area 3A - “Migliorare la competitività dei produttori primari integrandoli meglio nella filiera agroalimentare attraverso i regimi di qualità, la creazione di un valore aggiunto per i prodotti agricoli, la promozione dei prodotti nei mercati locali, le filiere corte, le associazioni e organizzazioni di produttori e le organizzazioni interprofessionali”.

Piano di innovazione

Seminativi, Sementiero, Oleoproteaginose, Foraggiere

Progetto “FaBaForage”

Valutazione produttiva e nutrizionale di leguminose foraggiere da utilizzare in agricoltura biologica, integrata e in rotazioni colturali sostenibili ai fini della PAC 2023-2027

Relazione finale

Reggio Emilia, il 25/03/2024

Continental semences
Via Monzato, 9 43029 Traversetolo (PR) ITALY
Beneficiario della Misura

Centro Ricerche Produzioni Animali Soc. Cons. p. A.
Responsabile scientifico

SOMMARIO

1 – INTRODUZIONE AL PROGETTO	3
OBIETTIVI DEL PROGETTO	3
RISULTATI ATTESI	3
AZIONE 2.1 - LEGUMINOSE FORAGGERE DA SEMENTI INOCULATE CON BATTERI AZOTOFISSATORI: VALUTAZIONE IN AMBIENTE CONTROLLATO DI CRESCITA ED EFFETTI INDOTTI SULLA QUALITÀ DEL SUOLO	4
<i>Parametri produttivi e fisiologici delle 9 varietà/specie messe a confronto</i>	4
<i>La fertilità biologica del suolo</i>	7
AZIONE 2.2 - LEGUMINOSE FORAGGERE DA SEMENTI INOCULATE CON BATTERI AZOTOFISSATORI: PROVE AGRONOMICHE IN REGIME BIOLOGICO PER VALUTARE LA PRODUTTIVITÀ E LA QUALITÀ DELLE BIOMASSE	10
<i>Velocità di affrancamento delle colture</i>	10
<i>Risultati produttivi e qualitativi delle specie/varietà messe a confronto</i>	12
AZIONE 2.3. VALUTAZIONE DEI RISULTATI AI FINI DELLA FORMULAZIONE DI INDICAZIONI UTILI ALL'USO DELLE LEGUMINOSE FORAGGERE IN ROTAZIONI CULTURALI PER LA PRODUZIONE BIOLOGICA E INTEGRATA E AMMISSIBILI A CONTRIBUTO PER LA PAC 2023-2027.....	16

1 – INTRODUZIONE AL PROGETTO

Obiettivi del progetto

L'obiettivo del Piano è stato quello di testare specie di leguminose foraggere per la capacità di affrancarsi e crescere, quindi di produrre (biomassa e principi nutritivi), ai fini del loro impiego, in purezza o in miscugli, nelle rotazioni colturali sostenibili. Come specie sono state identificate erba medica, trifoglio pratense, trifoglio repens, trifoglio ibrido, ginestrino, lupinella e sulla. Lo studio ha avuto anche di approfondire le conoscenze di queste specie anche in ottica della nuova Pac 2023-27 con particolare focus sull'Eco-schema4.

Risultati attesi

I risultati attesi da questo Piano sono di valutare l'adattabilità di queste specie nell'areale della pianura padana, la possibilità di applicare l'Eco-schema4 e fornire informazione per un loro potenziale utilizzo in agricoltura biologica e integrata. riportare la produzione foraggiera di qualità nei comprensori dove la zootecnia dà ancora reddito, ma la rotazione colturale erba medica/cereali non produce abbastanza. Nello specifico il progetto avevo l'obiettivo di ottenere i seguenti prodotti:

Azione n. 1

- Ambiente protetto. Per n. 9 specie/varietà e per 3 tesi a confronto
- Analisi agronomica/fisiologica di 81 campioni biomassa epigea ed ipogea per: peso fresco e secco, altezza delle piante, lunghezza delle radici e contenuto idrico del suolo, temperatura della canopy, area fogliare, traspirazione fogliare, indice SPAD e l'NDVI
- Analisi della fertilità dei suoli di 82 campioni

Azione n. 2

- Prova campo parcellare. Per n. 9 specie/varietà e per 3 tesi a confronto per 4 ripetizioni,
- produzione di foraggio verde sfalciato ad inizio fioritura;
- contenuto di sostanza secca;
- produzione di sostanza secca;
- velocità di emergenza alla semina
- conta delle piante vitali: dopo il primo e ultimo sfalcio su una superficie minima di 1 mq.
- parametri compositivi nutrizionali per 324 campioni.

Azione n. 3

- Report dell'attività svolta con i portatori di interesse per l'uso delle specie/varietà e dei trattamenti studiati nei contesti produttivi di applicazione della PAC 2023-2027, delle produzioni biologiche ed integrate.

2 - Attività del progetto

Azione 2.1 - Leguminose foraggere da sementi inoculate con batteri azotofissatori: valutazione in ambiente controllato di crescita ed effetti indotti sulla qualità del suolo

Parametri produttivi e fisiologici delle 9 varietà/specie messe a confronto

L'obiettivo dell'azione è stato quello di verificare l'effetto di inoculi di diversi ceppi di batteri azotofissatori (*Rhizobium* spp.) sulla crescita di diverse specie/varietà foraggere, così come sulle caratteristiche chimiche e biologiche indotte nel suolo. I rizobi (aerobi e autotrofi facoltativi per l'azoto) entrano in simbiosi con specie vegetali a rapido accrescimento, in particolare con le leguminose erbacee. In condizioni ambientali favorevoli, questi possono penetrare i tessuti radicali e dare inizio all'insediamento che porta alla formazione dei noduli, composti da cellule ingrossate di batteroidi azotofissatori e da amiloplasti accumulati tra le cellule meristematiche della radice. Con l'inizio del rapporto simbiotico la pianta ha a disposizione azoto ammoniacale prodotto dai batteri dall'azoto atmosferico. L'elemento di criticità nel processo è la presenza nel suolo di batteri specifici per la coltura e la loro quantità, che influenza l'entità dello sviluppo dei noduli.

L'interazione tra coltura e rizobio è stata studiata in ambiente controllato, protetto da fattori esterni, mediante una prova con disegno sperimentale completamente randomizzato che ha utilizzato:

- n. 9 piante foraggere: 3 varietà di erba medica (erba medica cv. Dimitra, erba medica cv. Emiliana ed erba medica cv. Gea); 3 trifogli (trifoglio ibrido cv. Tigera, trifoglio Repens cv. Simone e trifoglio Pratense cv. Uno); 1 ginestrino cv. Giada; 1 sulla cv. Corona; 1 lupinella.
- n. 3 tesi a confronto: i) seme inoculato con rizobio e protetto con coating a base di prodotti naturali; ii) seme non inoculato ma ricoperto con il medesimo coating; iii) seme non inoculato e non protetto.

La semina è stata eseguita il giorno 15-03-2023, per ciascuna combinazione pianta-trattamento sono state realizzate 3 repliche biologiche in vaso da 12 litri, per un totale di 81 campioni elementari. È stato utilizzato un terreno di medio impasto proveniente da agricoltura biologica, le piante sono state allevate rispettando le esigenze climatiche e irrigate somministrando in ogni vaso 400 mL di acqua (per tre giorni a settimana). A tempi regolari sono stati valutati diversi parametri agronomici e fisiologici quali:

- altezza delle piante (cm)
- contenuto idrico del suolo
- temperatura della canopy (C°)
- traspirazione fogliare ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
- indice SPAD
- NDVI e PRI

Alla raccolta sono stati valutati:

- biomassa epigea ed ipogea sia in termini di peso fresco che secco
- altezza delle piante
- lunghezza delle radici
- contenuto idrico del suolo
- temperatura della canopy
- area fogliare
- traspirazione fogliare
- indice SPAD
- NDVI e PRI

La raccolta è stata effettuata ad inizio fioritura per le mediche (indicativamente 20-30% dei fiori aperti) mentre a fioritura piena per le altre foraggere nelle seguenti date:

- Trifoglio pratense cv. Uno 17-05-2023
- Erba medica cv. Gea 17-05-2023
- Erba medica cv. Emiliana 23-05-2023
- Erba medica cv. Dimitra 01-06-2023
- Trifoglio ibrido cv. Tigea 12-06-2023
- Sulla cv. Corona 16-06-2023
- Lupinella 16-06-2023
- Ginestrino cv. Giada 16-06-2023
- Trifoglio repens cv. Simone 27-06-2023

Tabella 1: parametri rilevati durante la raccolta dell'azione 2.1 nelle diverse specie/varietà.

specie	varietà	Peso Fresco Vaso (g)	Peso Secco vaso (g)	Peso Fresco Radici (g)	Peso secco radici (g)	Lung radici (cm)	Area Fogliare (cm ²)
trif. ibrido	Tigea	30,88	7,50	68,63	32,18	31,44	690,00
trif.pratense	Uno	30,62	5,45	34,97	6,21	25,67	774,83
trif.repens	Simone	22,58	4,47	38,22	10,66	26,56	618,94
ginestrino	Giada	18,67	4,40	84,41	17,73	32,78	415,94
sulla	Corona	17,88	2,84	36,40	19,06	30,11	344,06
erba medica	Dimitra	14,35	3,46	54,48	35,87	28,67	363,00
erba medica	Emiliana	13,93	3,13	33,31	26,32	28,44	378,33
erba medica	Gea	13,77	3,78	24,87	7,62	29,11	393,00
Lupinella	Lupinella	12,83	3,33	103,00	31,58	31,67	342,39
	media	19,50	4,26	53,15	20,80	29,38	480,06
	P > 0.05	***	***	***	***	***	***
	CV (%)	18,70	11,00	14,90	12,08	6,60	7,20
	LSD	3,64	0,47	7,90	2,67	1,94	34,58

Dai risultati (tabella 1) è emerso come le specie/varietà si sono comportate in maniera differente per tutti i parametri presi in considerazione. I trifogli hanno prodotto maggiore biomassa epigea e area fogliare, mentre l'apparato radicale, in termini di lunghezza, è stato maggiore in lupinella, ginestrino, trifoglio ibrido e sulla. La biomassa radicale è stata superiore nella varietà di erba medica Dimitra seguita dal trifoglio ibrido Tigea e dalla lupinella.

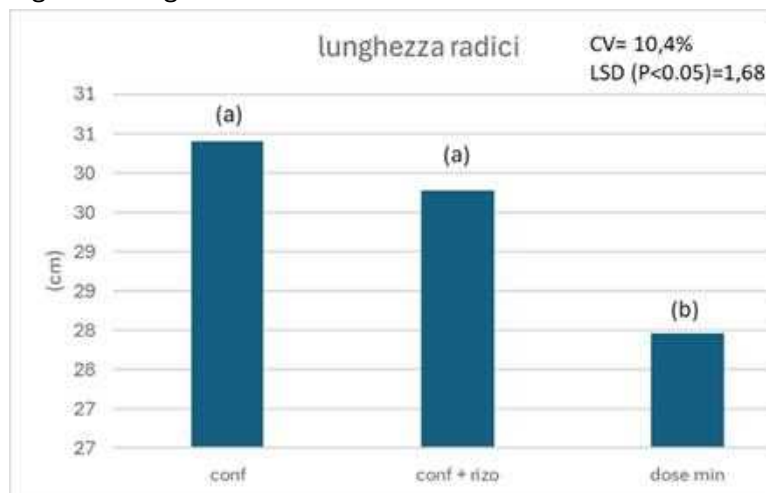
Tabella 2: parametri rilevati durante la raccolta nelle 3 tesi di trattamento del seme

TESI	Peso Fresco Vaso (g)	Peso Secco vaso (g)	Area Fogliare (cm ²)	Peso Fresco Radici (g)	Peso secco radici (g)	Lung radici (cm)
confettato	18,82	4,33	505,48	52,40	20,75	30,41
confettato + rizobio	18,89	4,14	474,81	52,58	20,77	29,78
Seme nudo	20,79	4,32	459,87	54,45	20,88	27,96
media	19,50	4,26	480,06	53,15	20,80	29,38
	NS	NS	**	NS	NS	*
CV (%)	16,70	17,20	9,40	12,80	11,20	10,40
LSD			24,95			1,68

Il trattamento del seme (tabella 2) ha influenzato sia l'area fogliare che la lunghezza delle radici mentre per gli altri parametri analizzati non sono state riscontrate differenze minime significative.

Nello specifico, dalla figura 1 si può vedere come il trattamento del seme con confettatura (confettato) e confettatura più rizobio (confettato + rizobio) abbia favorito lo sviluppo dell'apparato radicale.

Figura 1: lunghezza delle radici in vaso in base ai trattamenti del seme



Nella figura 2 vengono riportati i parametri fisiologici misurati prima delle rispettive raccolte.

Per quel che riguarda la **conduttanza stomatica** si può notare come cambi sensibilmente fra le diverse specie/varietà, dove risulta decisamente superiore nel trifoglio pratense Uno (in media 387,8 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) mentre la Lupinella ha fatto registrare il valore più basso (in media 20,08 mmol H₂O m⁻² s⁻¹). Sempre nel trifoglio ibrido il seme confettato (483,3 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) e confettato+rizobio (450,0 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) hanno fatto registrare valori superiori rispetto al seme non trattato (230,0 mmol H₂O m⁻² s⁻¹). Anche nella varietà Corona di sulla il seme confettato (195 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) e confettato+rizobio (151,8 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) ha mostrato valori decisamente superiori rispetto al seme non trattato (31,8 mmol H₂O m⁻² s⁻¹). Anche il trifoglio ibrido Tigea ha fatto registrare valore decisamente superiori nel seme confettato+rizobio (144,0 mmol H₂O m⁻² s⁻¹) rispetto al non trattato (28,4 mmol H₂O m⁻² s⁻¹). Nell'erba medica, sebbene ci sia una tendenza nelle varietà Emiliana e Gea non sono stati registrati valori significativamente differenti fra i trattamenti.

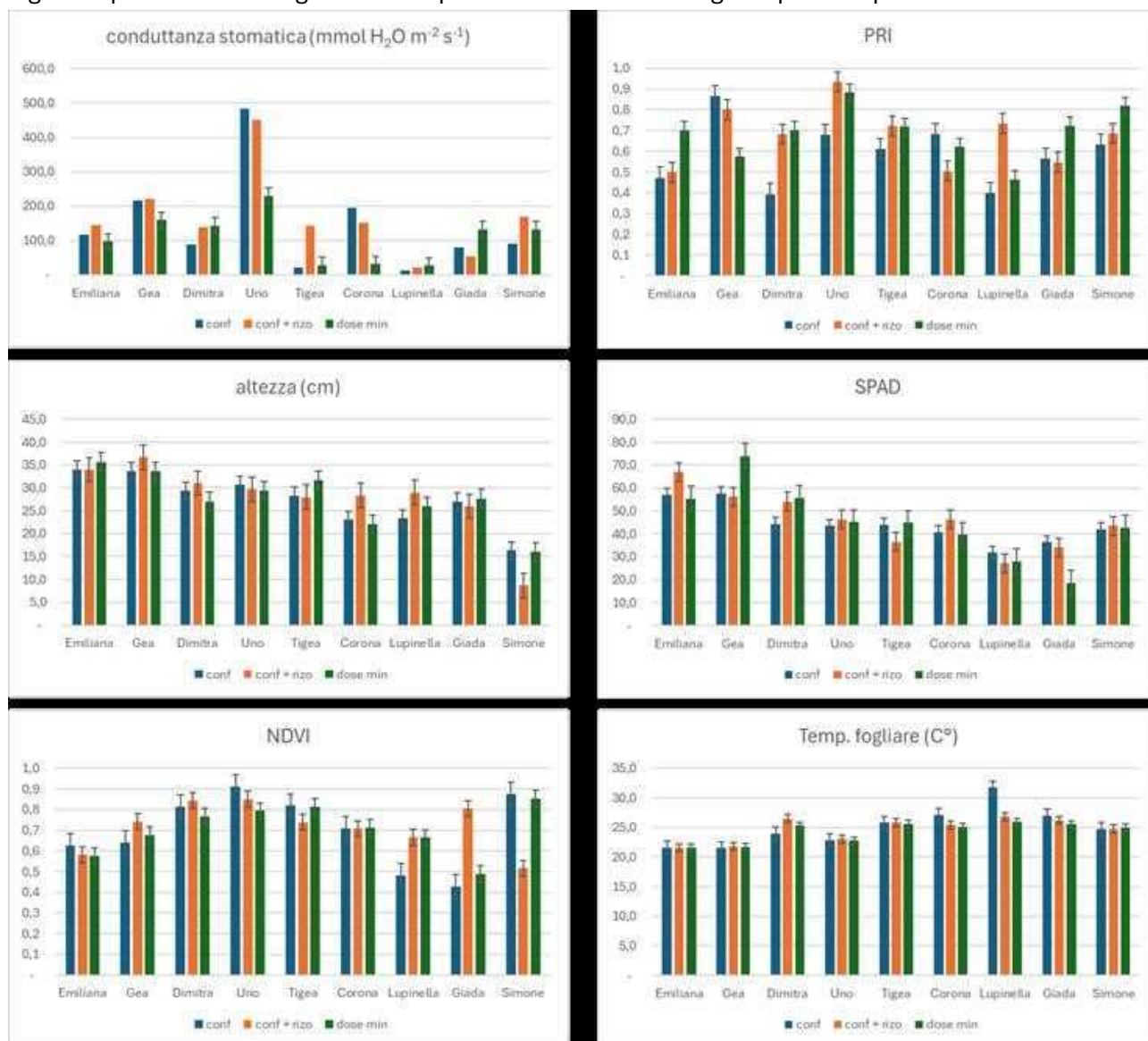
Il parametro **PRI** (photochemical reflectance index), che viene utilizzato per misurare l'efficienza fotosintetica, ha mostrato differenti fra le diverse specie. La varietà Uno (trif. Pratense) ha mostrato il valore più alto (0,83), mentre la lupinella il valore più basso (0,53). Fra le varietà di erba medica Gea è stata quella con l'indice maggiore (in media 0,75) e che ha mostrato valori differenti in base al trattamento del seme. In particolare, il seme confettato (0,87) e il seme confettato+rizobio (0,80) hanno dato valori decisamente superiori rispetto al seme non trattato (0,58). L'altra specie che sembra abbia risposto in maniera positiva è la lupinella, dove il seme trattato+rizobio (0,74) ha mostrato un indice superiore del 58% rispetto al seme non trattato.

L'indice **SPAD**, che misura il contenuto di clorofilla dell'apparato fogliare, è stato in media superiore in erba medica (in media 57,9 fra le tre varietà), mentre la lupinella (29,1) è stata la specie che ha mostrato il valore più basso. Differenze significative fra i diversi trattamenti del seme sono stati riscontrati in Emiliana (+21% nel seme confettato+rizobio rispetto al seme non trattato) e ginestrino var. Giada dove il seme confettato ha quasi raddoppiato il valore (+95%) e quello confettato+rizobio ha fatto registrare un +83%.

Il parametro di **NDVI** (Normalized Difference Vegetation Index), che si utilizza per valutare il livello di vigoria delle piante, è stato maggiore nel trifoglio pratense Uno (0,85) seguito dalla varietà di erba medica Dimitra (0,81) e trifoglio ibrido Tigea (0,79). Viceversa, la varietà di ginestrino Giada ha fatto registrare il valore più basso (0,57). Da sottolineare come il trattamento del seme non abbia influenzato il parametro di NDVI nelle diverse specie ad eccezione proprio del ginestrino dove il seme confettato+rizobio ha registrato un valore 65% superiore al seme non trattato.

La temperatura fogliare varia fra le specie/varietà fra 21,6°C dell'erba medica Emiliana e 28,1°C della lupinella, mentre non sembra influenzata dal trattamento del seme ad eccezione della lupinella in cui il seme confettato è arrivato a 31,7°C.

Figura 2: parametri fisiologici misurati prima della raccolta di ogni rispettiva specie/varietà



La fertilità biologica del suolo

In questa azione + stata anche svolta l'analisi della fertilità dei suoli sui campioni di suolo. In particolare, è stata valutata la fertilità chimica per: tessitura, solidi totali, carbonio organico ed estraibile, azoto totale, conducibilità, capacità di scambio cationico, pH, fosforo assimilabile e potassio scambiabile.

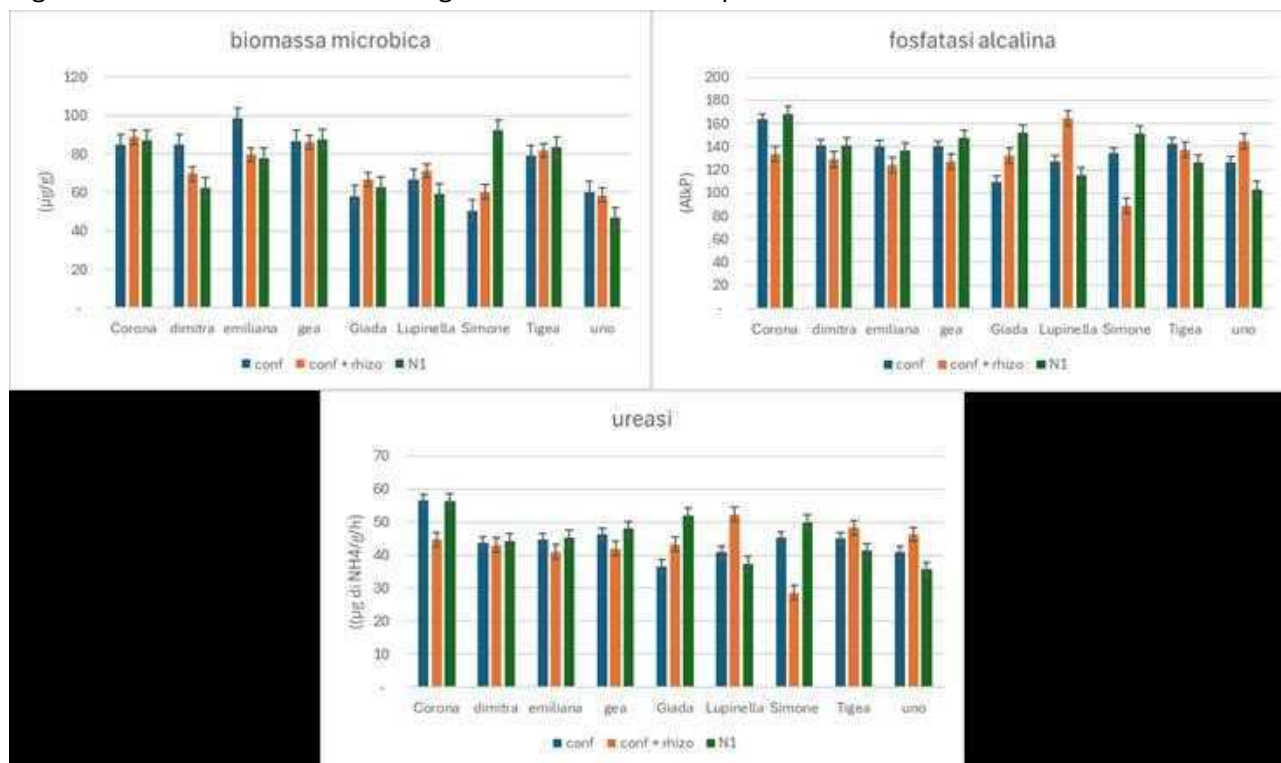
Il terreno utilizzato era franco-sabbioso (9,9% di argilla, 33,5% di limo e 56,6 % di sabbia) con pH di 7,79 e capacità di scambio cationica di 22,94 meq/100g. Il carbonio organico era di 25,51 g/kg mentre l'azoto totale era in media 2.214 mg/kg.

Per gli stessi campioni è stata valutata **la fertilità biologica** mediante gli indicatori come attività respiratoria, attività enzimatiche dell'ureasi e della fosfatasi.

La biomassa microbica (espressa come μ grammi di dsDNA per g di suolo secco) è risultata differente nelle diverse specie. In particolare, la varietà di sulla Corona (86,87) e la varietà di erba medica Gea (86, 80) sono state quelle con biomassa microbica maggiore, mentre la varietà di trifoglio pratense Uno (55,31) quella con biomassa microbica minore. Il trattamento del seme ha influenzato il parametro solo in alcune specie/varietà. In erba medica varietà Emiliana dove è stata raggiunto il massimo valore in assoluto con la tesi confettata (98,6) e sempre nell'erba medica, varietà Dimitra dove sempre la tesi con seme confettato ha registrato un valore superiore del 36% rispetto alla tesi con seme nudo. Anche nel trifoglio pratense si registra una tendenza ad aumentare della biomassa microbica nelle tesi confettato (+29%) e confettato+rizobio (+25%) così come la lupinella (+13% nel seme confettato e +20% nel seme confettato+rizobio).

La fosfatasi alcalina (espressa come nanomoli di 4-metilumbelliferone per g di suolo secco e per ora) è risultata più elevata su sulla varietà Corona (155,08) mentre il valore più basso è stato registrato su trifoglio pratense Uno (124,64) e trifoglio repens Simone (124,72). L'erba medica in media ha fatto registrare un valore di 136,26, simile a lupinella (135,62), ginetrino (131,27) e trifoglio ibrido (135,28). Il trattamento del seme ha influenzato in maniera significativa questo parametro solo in alcune specie/varietà come la lupinella (dove la tesi confettato+rizobio (+43%) ha fatto registrare valori decisamente superiori rispetto alla tesi con seme non trattato), il trifoglio pratense (dove la tesi confettato (+23%) e confettato+rizobio (+40%) hanno fatto registrare valori superiori rispetto alla tesi con seme non trattato) e il trifoglio ibrido (+9% nel confettato e +17% nel confettato+rizobio rispetto al seme non trattato).

Figura 3: indicatori di fertilità biologica del suolo sulle 9 specie/varietà e sui 3 trattamento del seme



L'ureasi (espressa come microgrammi di NH_4^+ per g di suolo secco e per ora) è risultata in media 44,46 con il valore più alto sempre su sulla (52,56) ed il valore più basso sul trifoglio pratense (41) e trifoglio repens (41,33). Anche in questo caso la medica (in media 44,26), lupinella (43,56), ginestrino (44) e trifoglio ibrido (44,89) hanno fatto registrare valori intermedi. Anche per questo parametro il trattamento del seme ha avuto un effetto solo su alcune specie/varietà. Sia su lupinella (+40% nel seme confettato+rizobio rispetto a seme non trattato) che su trifoglio pratense (+15% per confettato e +30% per confettato+rizobio) e trifoglio ibrido (+9% seme confettato e +17% seme confettato+rizobio rispetto al seme non trattato).

Dalla figura 3 emerge come il trattamento del seme abbia influenzato solo alcune specie/varietà sui parametri di fertilità del suolo. In particolare, lupinella e trifoglio pratense (varietà uno) hanno fatto registrare incrementi su biomassa microbica, fosfatasi alcalina e ureasi, mentre le varietà di erba media Dimitra ed Emiliana solo sulla biomassa microbica. Viceversa, il trifoglio ibrido Tigea ha fatto registrare incrementi solo nella fosfatasi alcalina e ureasi.

Azione 2.2 - Leguminose foraggere da sementi inoculate con batteri azotofissatori: prove agronomiche in regime biologico per valutare la produttività e la qualità delle biomasse

L'azione è stata svolta presso i campi del CREA di San Cesario sul Panaro (MO), sono state confrontate le stesse specie/varietà foraggere utilizzate nell'azione 1, ossia 3 varietà di erba medica (Emiliana, Gea e Dimitra), 3 trifogli (ibrido, repens e pratense), 1 ginestrino, 1 sulla, 1 lupinella).

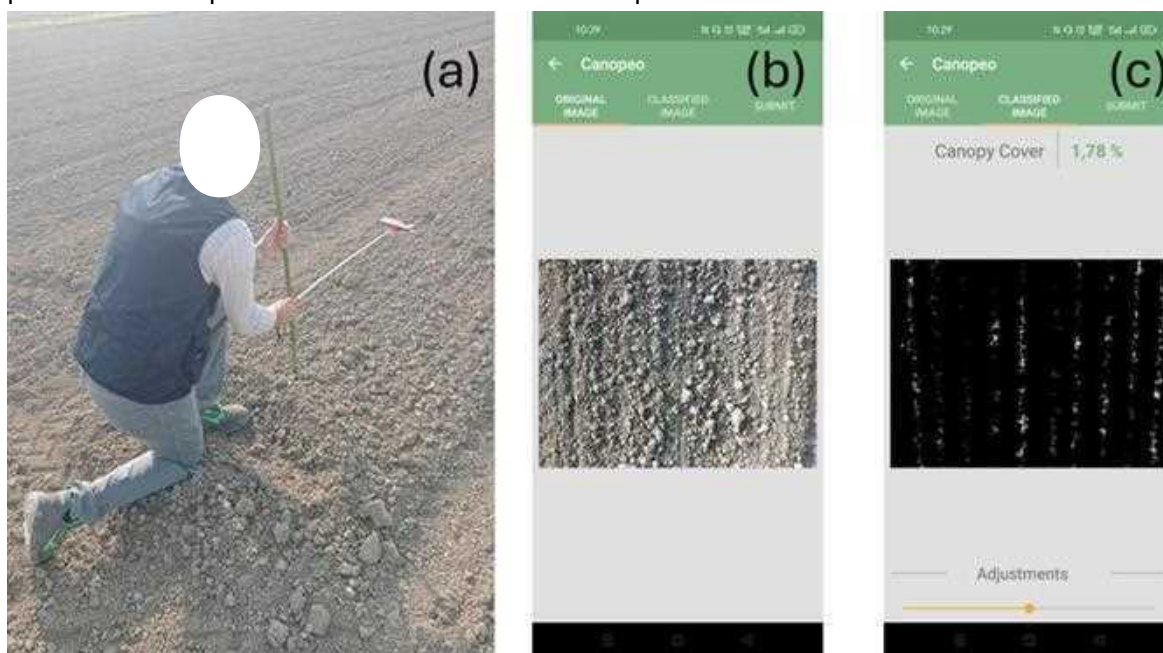
Sono state confrontate 4 tesi: i) seme inoculato con rizobio e protetto con coating a base di prodotti naturali con dose minima, ii) seme non inoculato ma ricoperto con il medesimo coating con dose minima, iii) seme non inoculato e non protetto con dose minima e iv) seme non inoculato e non protetto con dose massima.

Lo schema sperimentale era a split plot con 4 repliche dove il fattore principale era la specie/varietà ed il fattore secondario il trattamento del seme. La semina è stata effettuata il 29 settembre 2022.

Velocità di affrancamento delle colture

La velocità di affrancamento delle colture è stata misurata con il software Canopeo sviluppato con il linguaggio MatLab (Mathworks, Inc., Natick, MA), che utilizza i valori di colore del sistema rosso-verde-blu (RGB). La metodologia consiste nell'acquisire l'immagine della parcella ad una distanza di circa 60 cm dal suolo che viene poi processata dal software che discrimina la componente vegetale dal terreno ed esprime la copertura vegetale, o canopy cover, in percentuale (figura 4).

Figura 4: acquisizione dell'immagine in campo (a); porzione di campo prima dell'elaborazione (b); porzione di campo elaborata con il software Canopeo®.



Come detto, a semina è stata effettuata il 29 settembre 2022 ma l'assenza di precipitazioni per tutto il mese di settembre, ottobre e novembre (figura 5) non hanno favorito un'emergenza omogenea che è avvenuta solo dopo le piogge di dicembre 2022. Le basse temperature di febbraio e le ridotte piogge primaverili hanno consentito una lenta copertura del suolo da parte delle colture che è stata raggiunta solo a metà maggio dell'anno successivo (figura 6).

Dalla figura 6 si vede come lupinella e sulla siano state le due specie che per prime sono uscite dal risveglio vegetativo riuscendo a sviluppare biomassa epigea anche in condizioni non ottimali di disponibilità idrica. Questo è probabilmente dovuto alla loro intrinseca capacità di sviluppo in ambienti aridi tipici del centro-sud Italia dove vengono generalmente coltivate. Occorre sottolineare che queste due specie tendenzialmente soffrono le basse temperature ma la loro sopravvivenza è stata favorita da un inverno tendenzialmente mite (raramente le temperature sono scese sotto lo zero ad eccezione di alcuni giorni di febbraio).

Le specie che hanno mostrato un affrancamento più lento sono state il trifoglio repens, trifoglio ibrido e il ginestrino.

Figura 5: andamento meteorologico dalla data di semina fino alle prime raccolte. I dati sono stati ottenuti dalla stazione di Castelfranco Emilia attraverso il portale Dexter della regione Emilia-Romagna (<https://simc.arpae.it/dext3r/>).

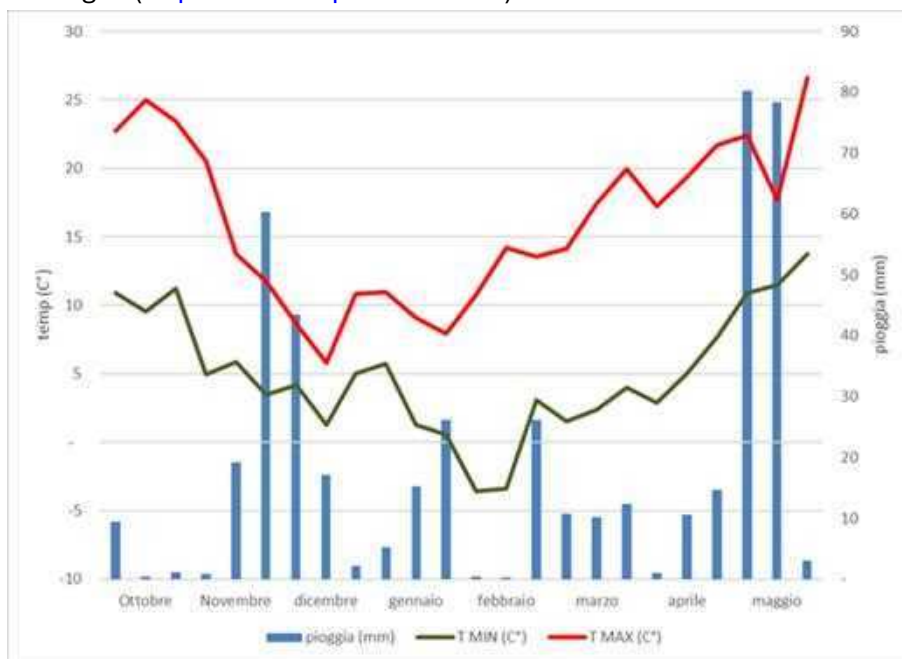
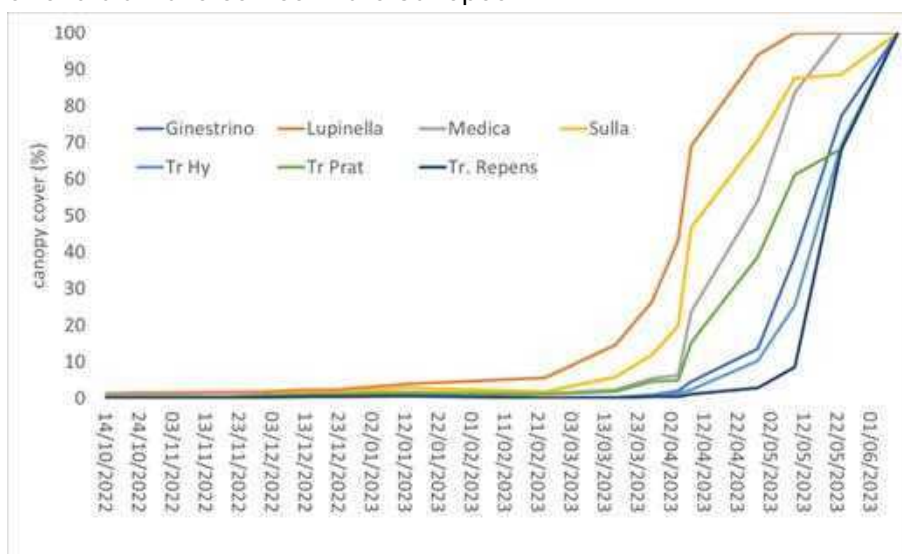


Figura 6: copertura del terreno da parte della coltura (canopy cover) espressa in percentuale e ottenuta attraverso il software Canopeo®.



Risultati produttivi e qualitativi delle specie/varietà messe a confronto

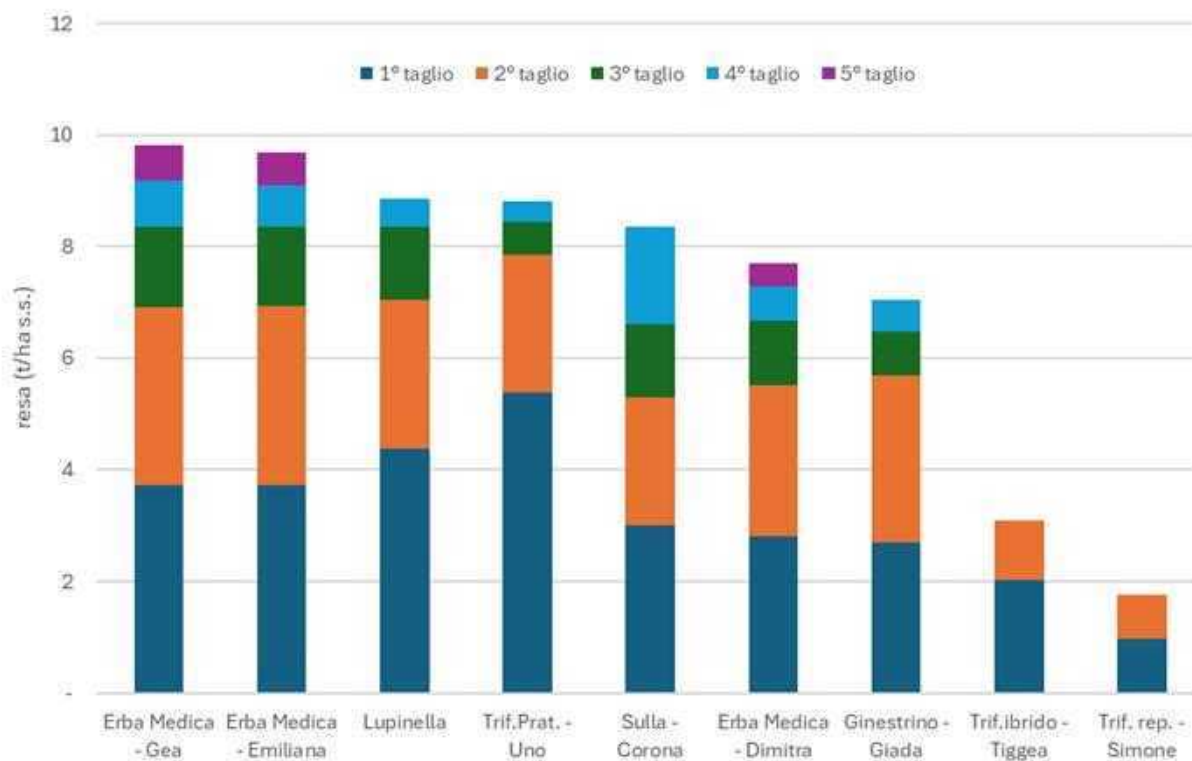
Anche per le prove a pieno campo le specie/varietà sono state raccolte durante la fase di inizio-piena fioritura. Le parcelle sono state raccolte con una falciatrice parcellare Hege 220 e per ogni parcella è stato prelevato un campione rappresentativo di circa 500-700 grammi e messo in stufa 65°C fino a peso costante per la determinazione della sostanza secca e dei parametri compositivi mediante spettroscopia (NIRS).

L'analisi statistica dei dati è stata fatta utilizzando il software R e R-studio e per la separazione delle medie è stato utilizzato il test di Duncan.

I primi tagli sono cominciati il 9 maggio con sulla e lupinella, mentre l'ultimo taglio è stato fatto sulle tre varietà di medica il 9 novembre 2023. In totale sono stati fatti 5 tagli su medica, 4 tagli su ginestrino, lupinella e trifoglio pratense, 2 tagli su trifoglio ibrido e trifoglio repens.

Per ogni raccolta è stata

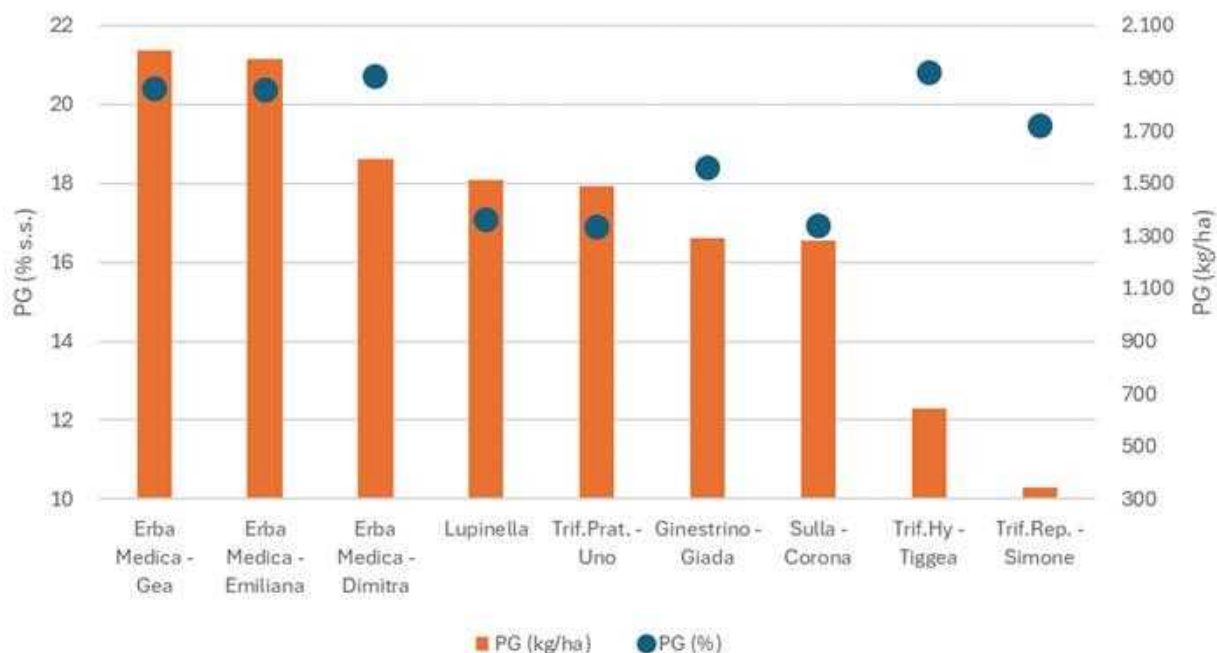
Figura 7: produzione di sostanza secca (t/ha) delle varietà testate presso l'azienda CREA di San Cesario sul Panaro (MO).



Nella figura 7 viene riportata la produzione annuale delle specie/varietà messe a confronto. Le varietà di erba medica Gea (9,83 t/ha) e Emiliana (9,68 t/ha) sono state le più produttive confermando l'ottima adattabilità della coltura all'areale. Molto interessanti sono state le rese di lupinella (8,85 t/ha), trifoglio pratense (8,82 t/ha) e sulla (8,34 t/ha). Anche il ginestrino, che da letteratura dovrebbe produrre 3-5 t/ha il primo anno, ha mostrato una buona adattabilità all'areale con una produzione di circa 7 t/ha di sostanza secca.

Come prevedibile il trifoglio ibrido e repens sono stati i meno performanti, anche a causa del loro lento affrancamento.

Figura 8: contenuto proteico (% s.s.) produzione totale di proteine gregge (kg/ha su s.s.) nelle varietà messe a confronto.



La biomassa prodotta è stata caratterizzata anche dal punto di vista qualitativo, in particolare per il contenuto proteico (figura 8). È emerso che la specie con il maggior contenuto proteico è stata il trifoglio ibrido (20,8%) seguita dalla medica (in media 20,5%) e dal trifoglio repens (19,5%). Anche il ginestrino ha mostrato una buona qualità (18,4%), mentre lupinella (17,1%) e sulla (16,9%) sono state le specie con il minor contenuto proteico. La buona qualità della varietà di erba medica Dimitra (20,71% di PG) le ha permesso di superare la lupinella in termini di proteine totali prodotte (+5,2%) così come il ginestrino, nonostante abbia prodotto meno biomassa ha praticamente prodotto le stesse proteine della sulla (1.290 kg/ha).

Nel complesso specie storicamente non coltivate nell'areale modenese come sulla, lupinella hanno mostrato una buona adattabilità con buone produzioni di biomassa e una discreta qualità. La medica s'è confermata un'ottima specie per la produzione di foraggio di qualità, così come il ginestrino che ha associato buone produzioni con una buona qualità.

Tabella 3: resa di biomassa, contenuto e produzione di proteina grezza (PG) in base alle tesi messe a confronto

Tesi	resa (t/ha s.s.)	PG (% s.s.)	PG (kg/ha)
Confettato	7,07	19,05	1.337,87
Confettato+rizobio	7,14	19,06	1.343,24
Dose minima	7,01	18,94	1.326,84
Dose massima	7,39	18,95	1.381,96
media	7,15	19,00	1.347,48
CV (%)	8,60	2,70	8,60
LSD (P<0,05)	ns	ns	ns

Dalla tabella 3 emerge che il trattamento del seme, in media, non sembra aver influenzato né la resa di biomassa (t/ha di s.s.) né la produzione di proteine, sia in termini assoluti (kg/ha) che di contenuto (%). Per quel che riguarda la resa in biomassa occorre però evidenziare che la tesi con dose massima tendenzialmente ha prodotto più delle altre tesi. Questa tendenza era prevedibile perché le parcelle presentavano un numero maggiore di piante e che tale vantaggio sia stato probabilmente accentuato dalle non ottimali condizioni di semina (terreno grossolano e assenza di precipitazioni). Interessante è però notare che a parità di densità di semina la tesi con seme confettato e la tesi con confettato+rizobio abbiano prodotto di più rispetto al seme non trattato.

tabella 4: composizione qualitative delle biomasse

Specie	Produzione (t. SS/ha)	Tenore medio Proteina (% SS)	Produzione Proteina (kg/ha)	NDF (%)	ADF (%)	uNDF (%)	Zuccheri (%)	Energia Netta Latte (kcal/kg SS)
Erba medica	9,07	20,49	1885,90	39,04	35,57	21,62	6,13	1349
Trifoglio ibrido	3,10	20,82	645,74	31,92	28,68	8,64	8,73	1480
Trifoglio pratense	8,82	16,88	1487,59	39,20	36,17	19,25	7,86	1315
Trifoglio repens	1,76	19,46	341,91	31,56	28,20	7,74	9,08	1430
Ginestrino	7,04	18,39	1291,03	35,64	33,73	13,26	7,64	1434
Lupinella	8,85	17,09	1511,39	39,65	33,78	11,72	11,12	1410
Sulla	7,60	16,92	1281,95	33,25	29,41	7,95	13,56	1430

L'erba medica, come già detto, è la coltura più produttiva e con il maggior contenuto proteico dopo il trifoglio ibrido. La parte fibrosa, fibra neutro detersa (NDF), è decisamente elevata (39.04% SS), che equivale ad una quantità di fibra non digerita a livello ruminale (uNDF = 21.62% SS). Tutti questi fattori si vanno a sommare al basso contenuto di zuccheri (6.13% SS) che determinano una Energia Netta Latte discreta pari a 1349 kcal/kg SS.

Il trifoglio pratense, come detto precedentemente, ha una discreta produzione in sostanza secca anno (8.82t SS/ha) con la quota proteica più bassa se confrontata con tutte le altre leguminose oggetto della prova. La parte fibrosa, fibra neutro detersa (NDF), è decisamente elevata (39.20% SS), il che si ripercuote anche su una significativa quantità di fibra non digerita a livello ruminale da parte delle bovine, uNDF (19.25% SS). Tutti questi fattori insieme allo scarso apporto di zuccheri (7.86% SS) determinano una Energia Netta Latte non ottimale pari a 1315 kcal/kg SS.

Il trifoglio bianco è in assoluto la specie quantitativamente meno produttiva (1.76t. SS/ha), questo dovuto probabilmente al fatto che il tempo di affrancamento della coltura richiede più anni e per esprimere al meglio il proprio potenziale produttivo richiede maggiori quantitativi di acqua. Nella prova è la terza coltura per contenuto in proteina espresse sulla sostanza secca (19.46%). Il trifoglio repens dimostra di avere una frazione fibrosa ben bilanciata in quanto ha NDF pari a 31.56 % SS e un ADF pari a 28.20% SS. Entrambi i fattori portano ad avere la frazione di fibra indegradata (7.74% SS) più bassa rispetto a tutte le leguminose in prova. La buona quantità di fibra, addizionata ad una discreta quantità di zuccheri (9.08% SS) determina un ENL pari a 1430kcal/kg SS, che deve essere rapportato alle scarse attitudini produttive della coltura del primo anno.

Il trifoglio ibrido ha un potenziale produttivo abbastanza limitato (3.10t. SS/ha) nel primo anno ma risulta essere la leguminosa maggiormente produttiva a livello proteico (20.82% SS). Anche in questo caso la frazione fibrosa è ottimale per la produzione di alimenti per ruminanti in quanto si ha NDF pari 31.92% SS e ADF di 28.68% SS. La quota di fibra non digerita dagli animali uNDF è pari a 8.64% SS, determinando una grande efficienza a livello digestivo. Gli zuccheri sono ben rappresentati (8.73% SS)

e anch'essi contribuiscono ad ottenere un ENL pari a 1480kcal/kg SS, il valore più elevato tra tutte le specie oggetto di studio.

Il ginestrino ha buone performance produttive (7.04t. SS/ha), unitamente ad un buon contenuto proteico (18.39 % SS). I due fattori precedentemente elencati consentono di ottenere una forte produzione di proteina grezza ad ettaro (1291.03t. SS/ha). La frazione fibrosa NDF è pari a 35.64% SS di cui la maggior parte è rappresentata da ADF (33.73% SS), lignina e cellulosa. Questo però non causa aumenti maggiori rispetto alle altre leguminose, dato che il valore di uNDF è pari a 13.26% SS. Nonostante il contenuto di zuccheri non sia tra i più elevati delle colture in prova (7.64% SS), si osserva come ENL (1433kcal/kg SS) sia il secondo valore più elevato.

La lupinella ha una produzione pari a 8.85t. SS/ha, con un grande apporto di proteina nel foraggio prodotto (17.09% SS), determinando così un alto livello di produzione di proteina per ettaro (1511.39kg ha). La coltura, nonostante sia una leguminosa, ha un elevato contenuto di fibra NDF (39.65% SS) ed anche in questo caso la quantità di lignina e cellulosa (ADF) sono la parte preponderante (33.78 % SS). La quota di fibra non digerita dall'animale, uNDF, è pari a (11.72% SS). La *O. viciifolia* è in grado di apportare grandi quantitativi di zuccheri (11.12% SS). Il contenuto di ENL è discreto 1410 kcal/kg SS.

La sulla ha una discreta produttività in termini di biomassa secca (7.60t. SS/ha), a cui associa un contenuto proteico non eccelso (16.92% SS), in cui la cultivar in prova ha dimostrato di produrre al primo anno 1281 kg proteine/ha. La frazione fibrosa NDF è pari al 33.25% SS che è composto al 29.41% SS da lignina e cellulosa (ADF). Gli animali sono in grado di sfruttare questa frazione fibrosa, in quanto la fibra indigerita è pari a 7.95% SS. Questa coltura risulta essere quella in grado di apportare la maggiore quota di zuccheri alle bovine (13.56% SS). L'energia netta latte è pari a 1430kcal/kg SS.

I bovini sono ruminanti e come tali necessitano di fibra per il buon funzionamento dell'apparato gastro-intestinale. È consigliabile non scendere sotto il 30% di fibra neutro detersa (NDF % s.s.) nella razione e almeno 3/4 di questa dovrebbe essere fibra effettiva (peNDF>1,18 mm).

La frazione fibrosa del foraggio, NDF, è sensibilmente più elevata in lupinella (39.65% SS), trifoglio pratense (39.32% SS) ed erba medica (39.04% SS). Per le restanti leguminose si nota come il valore di NDF sia inferiore, con i valori minimi ottenuti dal trifoglio repens (31.56% SS) e trifoglio ibrido (31.92% SS). Tutte le colture sono in grado di apportare un quantitativo sufficiente di NDF al fine di evitare potenziali dismetabolie agli animali allevati.

Il foraggio che risulta essere meno digeribile dalle bovine, uNDF, è quello ottenuto dall'erba medica (21.62% SS) e trifoglio pratense (19.25% SS). Di converso, la frazione fibrosa del foraggio ottenuto da trifoglio repens (7.74% SS) e sulla (7.95% SS) risulta essere maggiormente utilizzata nell'ambiente ruminale. La sulla ha anche la capacità di apportare notevoli quantità di zuccheri (13.56%) così come la lupinella (11.12% SS), mentre sono scarsamente rappresentati in erba medica (6.13% SS) e ginestrino (7.64% SS).

L'energia netta latte (ENL) riporta qual è l'energia, apportata con l'alimento, disponibile per la produzione di latte. Il foraggio che permette le migliori conversioni in latte è trifoglio ibrido (1480kcal/kg SS), seguito dal ginestrino (1435kcal/kg SS), trifoglio repens (1430kcal/kg SS). Mentre i foraggi che riportano la minore quota di energia destinata alla produzione di latte sono il trifoglio pratense (1315kcal/kg SS) ed erba medica (1349kcal/kg SS). Si devono considerare le attitudini produttive di questi due ultimi foraggi in quanto sono tra i più produttivi in termini di t. SS/ha e kg proteine/ha.

Azione 2.3. Valutazione dei risultati ai fini della formulazione di indicazioni utili all'uso delle leguminose foraggere in rotazioni colturali per la produzione biologica e integrata e ammissibili a contributo per la PAC 2023-2027.

Nell'azione 3 è stato costituito un gruppo di lavoro e consultazione composto da tecnici di Continental e CRPA, esperti del settore e funzionari delle istituzioni pubbliche

della regione Emilia-Romagna) e private coinvolte nella produzione biologica e integrata Ass.O.Cert.Bio.

Un primo gruppo, costituito dai tecnici di Continental e CRPA s'è riunito online martedì 9 novembre per analizzare in prima battuta i risultati dell'azione 1 e 2. Obiettivo principale è stato di capire come i diversi trattamenti del seme abbiano influenzato sia le rese che la qualità delle diverse varietà/specie messe a confronto. In particolare, è emerso come nell'azione 1 il seme confettato e confettato+rizobio abbia favorito lo sviluppo radicale e che tale tendenza potrebbe essere collegata alle produzioni di pieno campo in cui è stata notata una tendenza delle tesi con seme trattato a produrre di più rispetto alle tesi con seme non trattato.

Il 17 gennaio 2024 è stato organizzato un tavolo tecnico presso la regione Emilia-Romagna dove erano presenti i tecnici Continental e CRPA, funzionari della regione, esperti del settore e istituzioni private operanti nel settore del biologico (Ass.O.Cert.Bio). In quella sede sono stati discussi i risultati dell'azione 1 e azione 2 e dei possibili spunti che questi potrebbero avere per la stesura dei nuovi disciplinari di produzione integrata sia dell'erba medica che delle altre leguminose da foraggio. I risultati sono stati riassunti in report apposito.

Un'ulteriore riunione è stata fatta a febbraio fra i tecnici CRPA, esperti in colture da foraggio e tecnici Continental.

Alla fine dell'attività è stato fatto un report con tutti i membri del gruppo di lavoro in cui sono stati riassunti i risultati principali delle azioni 1 e 2 e delle possibili ripercussioni sui disciplinari di produzione integrata soprattutto delle leguminose minori. La regione, infatti, ha manifestato un forte interesse sulle prove portate avanti, sia quelle in vaso che quelle a pieno campo. La regione aveva infatti cominciato a predisporre i disciplinari di leguminose minori quali sulla, ginestrino, trifogli e lupinella già nel 2022 in ottica della PAC 2023-2027 per quello che è poi divenuto l'eco schema 4.

I disciplinari delle leguminose "minori" attualmente sono completi solo per la parte agronomica e di coltivazioni basati sulla bibliografia ed esperienza del CRPA. La confettatura con inoculo ha riscontrato interesse e si potrebbe valutare la possibilità d'inserire la rizobiatrice del seme come suggerimento all'interno delle tecniche agronomiche dei nuovi disciplinari. Sarebbe interessante integrarli anche con un elenco varietale in seguito a prove di adattabilità come quelle appena esposte.