

**RENDICONTAZIONE
SCIENTIFICA DEL TERZO
SEMESTRE DEL
PROGETTO DIFFER (ID19),
PERIODO DI RIFERIMENTO
14 GENNAIO 2021 - 13
LUGLIO 2021.**

13 Agosto 2021

Indice

Indice	3
1 RENDICONTAZIONE SCIENTIFICA DEL TERZO SEMESTRE DEL PROGETTO DIFFER (ID19), PERIODO DI RIFERIMENTO	
14 GENNAIO 2021 - 13 LUGLIO 2021.	7
1.1 Introduzione	7
1.2 Workpackage 1. Coordinamento.	9
1.3 Workpackage 2. Pratiche agroecologiche.	15
1.4 Workpackage 3. Impatti delle pratiche sulla fertilità del suolo.	17
1.5 Workpackage 4. Valutazione socio-economica.	29
1.6 Workpackage 5. Co-ricerca e co-innovazione.	33
2 PROGRAMMA DI SPERIMENTAZIONE IN AZIENDA (ALLEGATO 1)	37
2.1 Ricerca in Azienda Agr. Mascagni Bianca	39
2.2 Ricerca in Azienda Agr. Montepaldi	43
2.3 Ricerca in Azienda Agr. Forte Soc. Semplice	49
2.4 Ricerca in Azienda Agr. Romualdi Tommaso	59
2.5 Ricerca in Az. Agr. Amico Bio e Az. Agr. Amico Pasquale	65
2.6 Ricerca in Cooperativa Vitulia	77
2.7 Piano riassuntivo delle sperimentazioni in azienda	81
3 CRONOPROGRAMMA DEI WORKSHOP PIANIFICATI NELLE AZIENDE (ALLEGATO 2)	85
3.1 Cronoprogramma dei workshop pianificati nelle aziende	87
3.2 Allegato 2A	89
3.3 Allegato 2B	91
3.4 Allegato 2C	93
3.5 Allegato 2D	101
3.6 Allegato 2E	103

4	LINEE GUIDA PER L'IMPLEMENTAZIONE DELLE PRATICHE AGROECOLOGICHE NEI SISTEMI AGRO-ZOOFORESTALI DELLA COLLINA INTERNA APPENNINICA	
	(ALLEGATO 3)	105
5	EXTENDED SUMMARIES DI QUATTRO TESI DI LAUREA	
	(ALLEGATO 4)	109
5.1	Tesi di Laurea Magistrale della Dott.ssa Tatiana Ercoli . . .	111
5.2	Tesi di Laurea Magistrale del Dott. Giovanni Pomi	123
5.3	Tesi di Laurea Triennale della Dott. Mattia Lancioli	135
5.4	Tesi di Laurea Magistrale della Dott.ssa Andrea Alexandra Cannarozzo.	153
6	PROPOSTA DI DOTTORATO IN SCIENZE AGRARIE E AMBIENTALI	
	(ALLEGATO 5)	163
6.1	Proposta di tutoraggio per il XXXVI corso di Dottorato . . .	165
6.2	Progetto di ricerca della proposta di tutoraggio	169
6.3	Descrizione delle risorse disponibili o acquisibili per supportare l'attività prevista per il dottorando	175
6.4	Progetto di ricerca di dottorato	177
6.5	Report della attività del primo semestre di dottorato	183
7	SCHEDE TECNICHE DIVULGATIVE	
	(ALLEGATO 6)	191
7.1	Campionamento dei lombrichi	193
7.2	Specie infestanti come bioindicatori della fertilità del suolo: come campionare e utilizzare i dati	205
7.3	Resistenza alla penetrazione	217
7.4	Test della vanga per valutare la struttura del suolo	219
8	PROTOCOLLO PER LA PREPARAZIONE DEL CUMULO BIODINAMICO	
	(ALLEGATO 7)	231
8.1	Protocollo per la preparazione del cumulo biodinamico	233
9	STAKEHOLDER GROUP	
	(ALLEGATO 8)	237
10	PROTOCOLLO PER L'UTILIZZO DEL PREPARATO 500 (CORNOLETAME)	
	(ALLEGATO 9)	241
10.1	Protocollo per l'utilizzo del Preparato 500 (Cornoletame) . . .	243

11 ATTIVITÀ DI DISSEMINAZIONE	247
11.1 Articolo sul portale online "Terra e Vita"	249
11.2 Schede tecniche riportate in formato testuale nel Capitolo 7, nel formato per la divulgazione tra agricoltori e ricercatori . .	259
11.3 Attività di divulgazione nel progetto DIFFER (ID19) svolta in collaborazione tra Associazione per l'agricoltura biodinamica e APAB	285
 Elenco delle tabelle	 295
 Elenco delle figure	 297
 Bibliografia	 301

RENDICONTAZIONE SCIENTIFICA DEL TERZO SEMESTRE DEL PROGETTO DIFFER (ID19), PERIODO DI RIFERIMENTO 14 GENNAIO 2021 - 13 LUGLIO 2021.

1.1 Introduzione

Anche nel terzo semestre, nonostante alcuni vincoli di mobilità imposti dall'emergenza sanitaria del COVID, tutti i partner del progetto hanno portato avanti le attività previste dal progetto nell'ambito di ciascun workpackage.

L'organizzazione di questo rapporto scientifico prevede che siano riportate per ciascun workpackage le descrizioni delle attività da svolgere nei singoli task così come riportate dalla proposta sottomessa per finanziamento. Ad esse vengono aggiunti i relativi deliverable e successivamente lo stato di avanzamento dei lavori per ciascuno di essi. Laddove siano stati prodotti già elementi di deliverable, questi saranno riportati in rispettivi allegati.

Per quello che riguarda il Workpackage 1, dati elementi addizionali di complessità nella rendicontazione del coordinamento, inoltre è prevista una presentazione delle attività svolte puntuale, che segue paragrafo per paragrafo il testo originale, presentando in carattere corsivo le attività svolte nel primo, secondo e terzo semestre.

1.2 Workpackage 1. Coordinamento.

Coordinatore: Gaio Cesare Pacini (UNIFI), co-coordinatore: Carlo Triarico (Associazione per l'Agricoltura Biodinamica)

Gli obiettivi di questo WP sono:

- Coordinare le attività dei WP e assicurare la comunicazione, la collaborazione e il flusso di informazioni e di dati tra i partner del progetto
 - *Il coordinamento è stato assiduo e costante con tutti i partner, utilizzando tutti i mezzi di telecomunicazione a disposizione nel periodo Covid, inclusi telefono, posta elettronica, teleconferenze;*
 - *I partner sono stati puntualmente informati delle direttive MIPAAF e delle misure del Coordinamento per adattare il programma all'emergenza Covid.*
- Agire come punto di contatto con il MIPAAFT, organizzare ed eseguire un piano di monitoraggio delle attività progettuali e provvedere all'invio della documentazione richiesta
 - *La comunicazione con il MIPAAF è stata costante ed assidua con risposta immediata alle richieste pervenute*
 - *Purtroppo, il MIPAAF non ha risposto ad una serie di messaggi PEC che servivano al coordinamento per comprendere se alcune misure migliorative o sostitutive intraprese andavano nella direzione gradita dal Committente; in assenza di risposte del MIPAAF abbiamo applicato una sorta di meccanismo di silenzio/assenso, sperando che il Ministero ci esponga al più presto i propri desiderata, soprattutto per ciò che concerne la richiesta di posporre la scadenza del progetto al 20 dicembre 2023*
 - *Al momento il piano di monitoraggio consiste nella risposta celere ai desiderata del Ministero e nell'espletamento in tempi adeguati delle attività di rendicontazione scientifica, che sono stati ravvisati nella misura di un mese a partire dalla scadenza del semestre, salvo diverse indicazioni da parte del Ministero*
 - *La documentazione richiesta è sempre stata inviata, inclusa breve descrizione del progetto.*

Il coordinatore sarà responsabile per la gestione e l'amministrazione del progetto, includendo:

- (a) *l'elaborazione di un accordo di consorzio con tutti i partner di DIF-FER(ID19) dopo l'inizio del progetto,*

- *Il Coordinatore vorrebbe discutere la necessità e gli eventuali contenuti dell'Accordo di Consorzio nella riunione prevista dal Ministero con i Coordinatori del Bando, da tenersi in data da individuare da parte del Ministero; A tal riguardo, fino ad adesso (termine del terzo semestre) il Coordinatore non ha ricevuto comunicazione con convocazione alla riunione sopra menzionata.*
- (b) *assicurare un efficiente flusso di informazioni e di dati tra i partner del pro-getto all'interno del consorzio e che i partner osservino gli obblighi contrattuali,*
 - *A discrezione del Coordinamento, sono stati preferiti incontri in presenza, soprattutto per rispettare le necessità di una pianificazione pluriennale complessa, da sviluppare nel dettaglio e senza potenziali interruzioni telematiche, e la necessità di visionare le aziende e i relativi territori*
 - *Nel primo semestre, il Coordinatore, in assenza di un incontro iniziale di progetto, rimandato a causa di Covid, ha organizzato incontri bilaterali diretti e in presenza con tutti i partner; gli incontri bilaterali sono stati pianificati per tutti i partner ed effettuati con la maggioranza di essi, con le uniche eccezioni delle aziende in Campania e Calabria visitate nel settembre 2020*
 - *A seguito dei primi incontri, sono stati aggiornati e modificati i progetti aziendali di sperimentazione riportati nei relativi documenti di intenti*
 - *I documenti di intenti aggiornati sono riportati nel Capitolo 2.*
 - *Nel mese di novembre 2020 è stato effettuato il meeting plenario di progetto con gran successo di partecipazione di tutti partner, manifestatosi anche tramite la presenza costante di circa 30 collegamenti individuali o di piccoli gruppi, inclusa la presenza graditissima di una funzionaria del MIPAAF (Dott.ssa Riviaccio); il programma dell'incontro plenario di progetto è riportato nella sezione 3.3; l'incontro è stato registrato.*
 - *In generale i rapporti con i partner e le aziende sono stati molto buoni, nonostante alcuni ritardi si siano verificati a causa della situazione che si è venuta a creare a causa del Covid; vi è un'unica eccezione che riguarda le due aziende in Campania; le aziende avevano presentato regolare dichiarazione di intenti nella fase di preparazione della domanda; ai documenti di dichiarazione è seguita, non appena si è potuto visitare le aziende, nell'ottobre 2020, la redazione di un progetto di dettaglio (Capitolo 2) concordato con le aziende stesse; da allora la partecipazione delle aziende stesse è andata scemando; addirittura, nonostante reiterate richieste da parte del Coordinatore all'Associazione Biodinamica (partner responsabile delle aziende campane) e successivamente*

dell'Associazione Biodinamica alle aziende, le stesse aziende non hanno di fatto firmato il contratto, né spiegato le ragioni; data la serietà delle aziende, è possibile ipotizzare che la situazione che sta vivendo il Paese stia ingenerando ritardi e disfunzioni che sfociano in questi comportamenti imprevedibili; per risolvere la situazione il Coordinatore, di concerto con l'Associazione Biodinamica, ha inviato messaggio PEC alle aziende con il quale si chiede alle stesse di assumere una decisione definitiva sulla propria partecipazione effettiva e costante alle attività del progetto DIFFER; in caso di mancata risposta o risposta negativa, contatteremo aziende alternative in coerenza con i criteri di premialità del bando e gli obiettivi del progetto.

- (c) *agire come punto di contatto con il MIPAAFT e provvedere all'invio della documentazione richiesta,*
 - *Vedi sopra*
- (d) *facilitare la comunicazione all'interno del progetto anche attraverso un sito web di progetto, incontri di inizio, medio termine e di fine progetto, e di workshop nelle aziende coinvolte.*
 - *La progettazione e l'esecuzione del sito web sono state discusse nell'incontro di inizio progetto, novembre 2020; la struttura del sito e le modalità di esecuzione sono state già concordate e saranno eseguite quanto prima.*
 - *I workshop nelle aziende sono stati pianificati come da programma nel Capitolo 3; il 31 marzo 2021 si è tenuto in modalità a distanza il workshop aziendale "SISTEMI DI GESTIONE DELL'ALLEVAMENTO E DIVERSIFICAZIONE COLTURALE: IL MODELLO DELL'AZIENDA BIODINAMICA PODERE FORTE"*

I coordinatori di WP faranno rapporto al coordinatore sulle attività svolte e saranno pienamente responsabili per il raggiungimento dei tasks dei WP, i quali sono condotti da un task leader. Il coordinatore di WP, co-adiuvato da un co-coordinatore, si assicura che tutti i deliverable sono prodotti in tempo, e prepara i rapporti scientifici dei WP per consegnarli al coordinatore. Tutti i coordinatori sono membri del **comitato di gestione del progetto**. In assenza di uno o più coordinatori di WP, ne faranno le veci i rispettivi co-coordinatori.

Il comitato di gestione monitora l'esecuzione efficace ed efficiente del progetto, organizza gli incontri di progetto e i workshop aziendali. Le decisioni all'interno del comitato di gestione saranno prese sulla base del consenso, se possibile, e altrimenti per votazione, con il coordinatore che detiene il voto decisionale in caso di parità tra i partner. Il comitato di gestione organizzerà incontri Skype trimestrali per discutere le attività correnti e assicurare una stretta collaborazione.

- *Il comitato di gestione si è incontrato in presenza una volta nel primo semestre (Sezione 3.2); gli incontri del comitato di gestione si sono svolti a distanza inizialmente con la frequenza trimestrale prevista in fase di redazione della proposta di progetto; successivamente, la frequenza degli incontri è andata ad aumentare; attualmente, l'organizzazione del lavoro prevede un incontro settimanale fisso il mercoledì pomeriggio, con l'eccezione del periodo di maggiore intensità della raccolta dati in campo, che va da marzo a giugno, nel quale la frequenza degli incontri rimane trimestrale.*

I membri di WP contribuiranno a (a) I task specifici entro ciascun WP, (b) produzione di rapporti scientifici sulle attività svolte, (c) pubblicazioni su riviste sottoposte a referaggio, (d) incontri e workshop di progetto.

Lo **stakeholder group** è un gruppo multiattoriale composto da agricoltori, ricercatori e consulenti di settore con esperienza e competenze specifiche nel campo delle pratiche ecologiche, della fertilità del suolo e più in generale dei sistemi agro-zoo-forestali. Lo stakeholder group consiglierà il comitato di gestione sulla direzione generale del progetto e lo metterà a conoscenza dei nuovi sviluppi di settore relativi alle attività progettuali. Lo stakeholder group sarà coinvolto sia nelle attività svolte sui campi sperimentali, che sul test di pratiche ad hoc testate nelle singole aziende. Lo stakeholder group sarà formato nei primi due mesi del progetto a partire dalle aziende e dalle unità operative partner di progetto e includendo su base volontaria anche consulenti ed esperti esterni. Sarà organizzato dal coordinatore col supporto di tutti i WP.

- *Lo stakeholder group è stato formato durante l'incontro plenario di progetto.*

D1.1. Costituzione dello stakeholder group (mese 2, UNIFI-DAGRI)

- *Lo stakeholder group è stato formato durante l'incontro plenario di progetto. E' stato deciso di aumentare la capacità di partecipazione del progetto identificando anziché un unico stakeholder group di progetto, un insieme di quattro gruppi; dei quattro gruppi tre sono a carattere regionale e sono impegnati nelle fasi di modellizzazione di sistemi agro-zoo-forestali sostenibili adattati alle aree collinari di Calabria, Campania e Toscana; il quarto gruppo è nazionale e sarà impegnato nella fase di validazione dei modelli regionali; la lista dei partecipanti ai quattro stakeholder group è riportata nel Capitolo 9.*

D1.2. Incontri di progetto (mesi 2, 18, 34, UNIFI-DAGRI)

- *L'incontro di inizio progetto è stato rimandato a causa Covid; a discrezione del Coordinamento, sono stati preferiti incontri in presenza,*

soprattutto per rispettare le necessità di una pianificazione pluriennale complessa che coinvolge un numero elevato di partner di progetto, da sviluppare nel dettaglio e senza potenziali interruzioni telematiche;

- *L'incontro plenario di progetto previsto al mese 2 è stato effettuato al mese 9 per ritardi connessi al Covid come spiegato in precedenza.*

1.3 Workpackage 2. Pratiche agroecologiche.

Coordinatore: Paola Migliorini (Agroecology Europe, in collaborazione con Associazione per l'Agricoltura Biodinamica), co-coordinatore: Gaio Cesare Pacini (Università degli Studi di Firenze, UNIFI, Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente, DAGRI, Sezione di Scienze Agronomiche, Genetiche e Gestione del Territorio)

Task 2.1: Sistemi di allevamento mirati alla massimizzazione dell'efficienza di impiego di risorse alimentari

Partner coinvolti: *UNIFI-DAGRI, Agroecology Europe in collaborazione con Associazione per l'Agricoltura Biodinamica.*

Il raggiungimento di livelli ottimali di efficienza ecologica comporta un riordino dell'impiego di risorse alimentari e una progettazione dei sistemi di allevamento che eviti la competizione sulle terre arabili delle produzioni di alimenti per consumo umano e animale. In questo task saranno indagate tutte le soluzioni che permettano la realizzazione di sistemi di allevamento che sfruttino le aree a pascolo permanente, il pascolo in bosco, in vigneto e oliveto, anche prendendo spunto dall'esperienza delle aziende coinvolte. Le soluzioni dovranno tener conto della necessità di creare un sistema coerente in termini di flusso degli elementi nutritivi e riciclo degli stessi all'interno dell'agroecosistema aziendale tramite metodi che garantiscano la concentrazione delle deiezioni, il loro compostaggio e la distribuzione nelle aree a seminativo.

Task 2.2: Rotazioni delle colture, lavorazione minima e ridotta del suolo

Partner coinvolti: *UNIFI-DAGRI, Agroecology Europe in collaborazione con Associazione per l'Agricoltura Biodinamica.*

Lo schema rotazionale da individuare sarà indirizzato alla possibilità di realizzazione di un elevato livello di diversificazione dell'ordinamento produttivo e dell'estensione della gamma di prodotti da porre sul mercato. Tra tutte le soluzioni possibili ovviamente saranno scelte quelle che garantiscano l'ottemperanza alle norme sulle produzioni biologiche come criterio minimo, e quelle che massimizzino le capacità del sistema nel suo complesso di conservare la fertilità del suolo. Le combinazioni possibili tra le colture sono potenzialmente infinite ma sarà data preferenza a quelle che possono permettere una diversificazione di sistemi aziendali basati su vite e olivo verso la produzione sia di prodotti trasformati cerealicoli, granelle da consumo umano, sia di cereali che di leguminose, e produzione di sementi.

Task 2.3: Concimazione organica, uso di colture da sovescio e pacciamature vive

Partner coinvolti: *UNIFI-DAGRI, Agroecology Europe in collaborazione con Associazione per l'Agricoltura Biodinamica.*

In ciascuno dei sistemi colturali sperimentati saranno testate una serie di soluzioni di fertilizzazione organica dei suoli. In un'ottica propriamente sistemica, queste soluzioni di fertilizzazione non corrispondono all'applicazione di singole tecniche prese a se stanti; piuttosto, queste soluzioni dovranno far parte di pacchetti completi di tecniche che corrispondono ad approcci a diversa intensità dei metodi di produzione dell'agricoltura biologica e biodinamica. Esse scaturiranno quindi dalla combinazione di diversi interventi, inclusi l'utilizzo di diversi tipi di compost a base di letame pellettato e umido, di origine industriale, biologica o biodinamica, uso di colture da sovescio e pacciamature vive, uso di preparati biodinamici a se stanti su cumuli compostati in loco o su sovesci, uso di rotazioni e forme di lavorazione minima.

D2.1. Rapporto di descrizione di sistemi allevamento mirati alla massimizzazione dell'efficienza di impiego di risorse alimentari (mese 9, Associazione per l'Agricoltura Biodinamica)

D2.2. Rapporto di descrizione di pratiche agroecologiche di rotazione delle colture e lavorazione del suolo mirate alla ottimizzazione della gestione della fertilità (mese 9, UNIFI-DAGRI)

D2.3. Rapporto di descrizione di pratiche agroecologiche di concimazione organica, uso di colture da sovescio e pacciamatura mirate alla ottimizzazione della gestione della fertilità (mese 9, UNIFI-DAGRI)

- *In un incontro avvenuto in modalità di teleconferenze e in varie telefonate è stato organizzato il lavoro;*
- *Successivamente è stato raccolta una grande quantità di materiale di base per la redazione dei tre rapporti;*
- *Si propone al Ministero di accorpate i tre rapporti in un manuale che possa essere utilizzato da tutti i partner del progetto ai fini della preparazione dei workshop aziendali e più in generale per attività di disseminazione anche al di fuori di DIFFER(ID19);*
- *Nel Capitolo 4 è riportato l'indice degli argomenti affrontati nel manuale.*

1.4 Workpackage 3. Impatti delle pratiche sulla fertilità del suolo.

Coordinatore: Ottorino Pantani (UNIFI-DAGRI, Sezione di Scienze del Suolo e della Pianta), co-coordinatore: Carlo Viti (UNIFI-DAGRI, Sezione di Microbiologia Agraria)

Task 3.1: Fertilità chimico-fisica

Partner coinvolti: *UNIFI-DAGRI*

Per quanto riguarda i parametri del suolo di natura chimica, verranno osservati il carbonio e l'azoto organico totale, il pH, il pH di scambio, la P_2O_5 totale e disponibile. La parte chimico-fisica sarà invece coperta da analisi quali porosimetria a mercurio, per stabilire la distribuzione dimensionale dei pori, la stabilità di struttura degli aggregati tramite granulometria laser, la penetrometria, ovvero la misura della resistenza alla penetrazione. Tali misure analitiche di natura chimico fisica richiedono tempo e denaro e non sono facilmente estendibili a tutte le aziende coinvolte e quindi verranno messe in atto nella sola azienda sperimentale.

D3.1. Rapporto dei risultati sperimentali sull'impatto di diversi sistemi di gestione sulla fertilità chimico-fisica del suolo (mese 32, bozza mese 18, UNIFI-DAGRI, Sezione di Scienze del Suolo e della Pianta)

- *Per il Task 3.1 è stato predisposto il disegno sperimentale in campo, incluse la relativa parcellizzazione, l'approvvigionamento ed il trasporto di tutte le materie prime per i trattamenti di fertilizzazione, l'acquisto da parte di UNIFI-DAGRI su propri fondi o il rinnovo della strumentazione;*
- *Nonostante che per motivi di tempo di preparazione del letame compostato biodinamico (minimo sei mesi) e di tempo delle semine delle colture non sia stato possibile avviare la sperimentazione dalla campagna agraria 2019-2020, le colture in rotazione nei campi sperimentali, i.e. erba medica, trifoglio alessandrino, grano e farro sono state tutte seminate ed hanno, nel caso di grano e farro, già prodotto raccolti;*
- *Su queste colture e sulle aree semi-naturali circostanti è stata iniziata una serie di test di metodi per la valutazione della fertilità biologica in collaborazione con colleghi ecologi del Dipartimento di Biologia dell'Università degli Studi di Firenze;*

- Saranno misurati in DIFFER(ID19), in aggiunta ai previsti indicatori chimico-fisici, anche indicatori biologici di fertilità, più specificatamente indicatori di ricchezza di specie/gruppi funzionali di formiche, carabidi, aracnidi e artropodi in generale
- I metodi di misurazione degli indicatori sono stati testati nella corrente campagna agraria anche tramite quattro tesi di laurea tuttora in corso, di cui si presentano gli executive summary nel Capitolo 5;
- Le attività di ricerca previste in questo Task hanno fornito la motivazione per la presentazione di una proposta di Dottorato presso la Scuola di Scienze Agrarie e Ambientali di UniFi; la proposta è stata accettata e permetterà lo sviluppo di un Programma di Dottorato nell'ambito di DIFFER(ID19); il programma è riportato nel Capitolo 6.

Task 3.1: Fertilità chimico-fisica

Partner coinvolti: *UNIFI-DAGRI*

Nel presente progetto di ricerca saranno utilizzati metodi di nuova generazione che prevedono il sequenziamento del gene 16S rRNA per la valutazione della diversità batterica nelle differenti tesi .

Dai campioni di suolo verrà estratto il DNA usando un apposito kit commerciale. Una porzione del gene che codifica per il 16S rRNA batterico (es. V3-V4) sarà amplificata tramite reazione a catena della polimerasi (PCR) usando dei primers universali e saranno preparate le librerie per il sequenziamento, che sarà effettuato tramite piattaforma Illumina MiSeq. L'elaborazione bioinformatica delle sequenze ottenute sarà effettuata tramite USEARCH o tramite DADA2. L'assegnazione tassonomica sarà effettuata confrontando le sequenze rappresentative con le sequenze contenute in un database di riferimento. I dati tassonomici saranno utilizzati per calcolare le abbondanze relative delle popolazioni microbiche presenti e saranno calcolati degli indici di biodiversità (es. Dice e Bray Curtis). Saranno inoltre eseguite analisi statistiche multivariate per individuare l'eventuale correlazione di specifiche popolazioni batteriche alle condizioni. Per correlare le tesi all'eventuale aumento della biomassa batterica nel suolo potranno essere effettuate delle PCR quantitative (qPCR) sul gene 16S rRNA usando primers universali ed, eventualmente, primers specifici per geni funzionali di interesse (es. geni coinvolti nel ciclo dell'azoto).

D3.2. Rapporto dei risultati sperimentali sull'impatto di diversi sistemi di gestione sulla fertilità microbiologica del suolo (mese 32, bozza mese 18, UNIFI-DAGRI , Sezione di Microbiologia Agraria)

Questo primo periodo del progetto ha indubbiamente risentito delle eccezionali condizioni generali in cui la nazione si è venuta a trovare per la nota pandemia. Quindi questa relazione verrà divisa in due parti: cosa era stato pensato di fare e cosa in realtà è stato possibile fare.

La prima parte è riportata qui sotto, mentre la seconda parte si trova nel paragrafo successivo.

Parte prima: la pianificazione ante COVID

Sono stati predisposti i campi sperimentali mediante squadratura e realizzazione del disegno sperimentale riportato nella sezione 2.2: le operazioni di squadratura sono state fatte nel periodo gennaio/febbraio 2020.

Dato che ancora poco si conosce sul comportamento dei lombrichi nei terreni oggetto di studio, è stato pensato di approntare una campagna di monitoraggio della presenza di tali animali prima della distribuzione del letame. È noto che tali animali risentono delle condizioni pedoclimatiche e che la probabilità di trovarne negli strati superficiali del terreno è funzione della temperatura e umidità del terreno, le quali possono variare con la data e l'ora del campionamento.

Conseguentemente, in gennaio/febbraio è stato approntato un disegno sperimentale atto alla rilevazione di dati per poter costruire un modello previsionale il cui scopo è di suggerire-indicare i momenti più favorevoli per la conta di questi elusivi animali. I dati considerati utili per la previsione sono stati l'umidità e la temperatura del terreno su ogni sito di campionamento, oltre alla data e all'ora in cui esso veniva effettuato.

Disegno sperimentale per la conta dei lombrichi: randomizzazione

La disposizione geomorfologica dei campi sperimentali è mostrata nella Figura 5.2. In essa è visibile un corso d'acqua, il fiume Pesa, la cui presenza verosimilmente influenza e regola l'umidità del terreno, forse anche attraverso un gradiente.

Non potendo escludere un effetto del fiume, il campionamento per i lombrichi è stato fatto su griglia casuale, sia in termini spaziali che temporali. La necessità di una griglia spaziale randomizzata è motivata dal gradiente di umidità molto verosimilmente causato dal corso d'acqua., mentre la necessità di randomizzare sulla scala temporale (sequenza dei campionamenti) è motivata dal fatto che tali animali, sono disturbati dal calpestio degli operatori. Un campionamento sequenziale ordinato avrebbe molto probabilmente ridotto le probabilità di rinvenire soggetti che si sarebbero allontanati dall'area investigata.

Un esempio di campionamento randomizzato sia spazialmente che temporalmente è rappresentato in Figura 1.2. La sequenza temporale è casuale all'interno di ogni replica (striscia orizzontale). Una completa randomizzazione in tutto il campo sperimentale avrebbe comportato sia un eccessivo calpestamento che un allungamento della sessione di campionamento. Si è comunque randomizzato la sequenza delle tre strisce: infatti in Figura 1.2 a sinistra è ben visibile che dopo aver processato la striscia inferiore (lettere da A a E), si passa al campionamento della striscia più in alto (lettere da F e J) e solo infine si procede al campionamento nella striscia centrale (da K a O).

Le aree di campionamento sono state localizzate all'interno di ogni replica (striscia), escludendo dal campionamento un'area di 3,5 m di larghezza per escludere effetti di bordo lungo la direzione Y per fossi adiacenti al campo e di 5 m di altezza lungo l'asse X per la presenza di una strada e dei corridoi di manovra delle macchine operatrici. La superficie utile è risultata quindi essere 40,5 x 26 m. Ogni buca di campionamento ha lato di circa 35 cm (dimensione del forcone/vanga di prelievo), pertanto la superficie di campionamento è stata idealizzata essere divisa in 117 colonne per 77 righe (39,78 * 26,18 m considerando il quadrato di 34 cm di lato). Le approssimazioni appena descritte sono state necessarie per discretizzare l'area di campionamento e per calcolare 20 aree con superficie equivalente all'interno delle quali determinare un punto dalle coordinate casuali. Due esempi grafici del risultato della procedura sono mostrati in Figura 1.5. Sono stati assegnati 20 punti per ogni striscia, così da coprire completamente tutta la superficie in 8 sessioni di campo. Un disegno ottimale avrebbe dovuto prevedere il campionamento giornaliero di 60 punti per campo, ma questo avrebbe comportato un eccessivo allungamento della sessione di rilevamento, che suggerisce di cominciare il campionamento nelle prime ore del mattino e comunque terminarlo entro mezzogiorno.

Riassumendo: il disegno sperimentale consta di 2 campi (OldOrg e NewOrg), 3 repliche per campo (strisce), 20 punti per replica; totale 120 punti da rilevare, tali punti sono stati distribuiti in 8 sessioni temporali di rilevamento, in ognuna delle quali sarebbero stati misurati 15 punti in un singolo campo.

Realizzazione del disegno sperimentale sul campo

L'uso di apparati GPS rende impossibile riportare sul terreno le coordinate teoriche dei singoli punti con sufficiente precisione. Conseguentemente è stato approntato un sistema di misurazione con fettucce inestensibili e rotelle metriche.

Le coordinate di tutti i punti di tutte le date sono state generate da programmazione [6, 47, 57] e quindi riportate sul quaderno di campagna, su

un grafico come quello di Figura 1.1 (destra) e su tre fettucce inestensibili: due fettucce con le identiche coordinate da stendere lungo la direzione Y ai due lati della striscia e una fettuccia da stendere lungo la direzione X (Figura 1.1).



Figura 1.1: *L'individuazione dei punti di campionamento è stata fatta mediante fettucce sulle quali sono state riportate etichette con le coordinate X e Y dei punti prima determinati con apposito pacchetto geostatistico [6].*

Dopo avere disposto le due fettucce Y ai lati del campo, tre operatori hanno identificato tutti i punti mediante paline colorate. Due operatori, posti ai bordi della striscia, si spostavano lungo la direzione Y, tenendo tesa la fettuccia con le coordinate X e fermandosi in corrispondenza degli omologhi punti Y, in modo da mantenere l'ortogonalità durante l'identificazione della coordinata X che veniva effettuata da un terzo operatore il quale infine piantava la palina identificativa del punto.

Una volta disposte le paline, la sessione di campionamento così congegnata ha potuto procedere più speditamente, permettendo verosimilmente un minor disturbo agli animali e una riduzione dei tempi morti, ovvero la maggior efficienza di campionamento e quindi una migliore qualità dei dati.

Parte seconda: la realizzazione durante il periodo di chiusura per COVID

Tutta la procedura descritta a pagina 21, era stata pensata per recarsi in campo tempestivamente quando l'umidità e la temperatura avrebbero potuto aumentare la probabilità di raccogliere e contare individui in campo. La squadra di conteggio lombrichi era formata da tre operatori, due addetti al conteggio come descritto nella sezione 2.2 e uno alla rilevazione e registrazione dei dati secondo un modulo cartaceo. Era previsto di annotare: data e ora del rilevamento, numero di lombrichi e loro età approssimativa (neonato, giovane, adulto), umidità del sito di campionamento e sua temperatura, sia in superficie che a 30-40 cm di profondità, ovvero sul fondo dello scavo necessario a isolare gli individui. La fase 1, iniziata il 9 marzo 2020, ha ovviamente colto tutti di sorpresa, per cui anche l'amministrazione universitaria ha risentito della nuova situazione. Le nuove procedure per

autorizzare le missioni in campo hanno richiesto del tempo, quindi la prima missione utile è stata effettuata il 24 marzo, data in cui il terreno si mostrava fessurato, inadatto all'escavazione e tantomeno al reperimento dei lombrichi. In tale occasione, è stato deciso di rilevare, oltre al numero di lombrichi, il numero di cunicoli che ne testimoniano il passaggio. Questi cunicoli sono inequivocabilmente identificabili a causa degli anelli rilevati lasciati dal corpo dell'animale (Figura 1.4). Al modulo cartaceo è stata quindi aggiunta una colonna per il numero dei cunicoli (Figura 1.3). Dopo ogni pioggia significativa, è stato fatto un rilevamento (Tabella 1.1) per un totale di 4 date di campionamento, mediante le quali sono stati rinvenuti solamente 4 individui. Per puro scrupolo, un sopralluogo finale è stato fatto il 15 giugno, ovvero dopo una precipitazione cumulata di 31.6 mm nei 10 giorni precedenti. Il terreno si presentava purtroppo in condizioni non idonee al rilevamento, e in questa occasione sono stati rimossi tutte le paline che avrebbero ostacolato le imminenti operazioni di mietitrebbiatura del farro.

Parte terza: prospettive future

I periodi più propizi per il campionamento dei lombrichi in ambiente mediterraneo sono la primavera e il primo autunno, quindi il campionamento descritto nella sezione 2.2 e la realizzazione del disegno sperimentale sul campo verrà reiterato e sperabilmente completato in settembre, dopo le prime piogge.

Task 3.1: Test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità

Partner coinvolti: *UNIFI-DAGRI*

Le analisi sopra descritte, in quanto approfondite, daranno informazioni dettagliate ma che richiedono tempo e non possono essere, per loro stessa natura, applicabili direttamente in azienda.

Fortunatamente sono disponibili alcuni metodi speditivi (test della vanga, conta dei lombrichi, utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori, test di penetrometria), attraverso i quali è possibile indagare più sinteticamente la fertilità.

Il test della vanga [45] permette di attribuire un punteggio attraverso l'analisi visiva dello stato di aggregazione del suolo, contemporaneamente alla conta di radici e presenza di macrofauna.

Simultaneamente a questo test può essere effettuata anche la conta e il riconoscimento dei lombrichi. Questi organismi terricoli sono molto sensibili alla gestione del suolo sia per lavorazioni, sia per utilizzo di agro-farmaci o fertilizzanti chimici e liquami, rotazioni, pacciamature, salinizzazione e compattazione dei suoli [43]. Verranno valutati numerosità, stadio di sviluppo e

Tabella 1.1: *I dati climatici rilevati dalla stazione metereologica dell'azienda Montepaldi*

Data	Temperatura media, °C	Pioggia, mm	Sessione di campionamento
01/03/2020	11,8	17,3	
02/03/2020	10,8	15,5	
03/03/2020	8,1	6,8	
04/03/2020	6,3	0,3	
05/03/2020	6,3	6,3	
06/03/2020	10,3	6,2	
07/03/2020	7,5	0,3	
09/03/2020	6,8	0,3	
24/03/2020	7,9	0	SI
30/03/2020	11,6	1	
31/03/2020	7,4	1,5	
06/04/2020	14,5	0	SI
13/04/2020	16,1	1,2	
14/04/2020	13,9	2	
20/04/2020	13,9	15,1	
21/04/2020	12,1	2	SI
28/04/2020	13,6	21,1	
29/04/2020	15,3	0,2	SI
01/05/2020	16,1	0,2	
02/05/2020	17,1	0,4	
11/05/2020	16,6	2,4	
12/05/2020	17	6,2	
13/05/2020	17,7	0,2	
15/05/2020	17,7	1,5	
18/05/2020	18,4	3,3	
19/05/2020	18,9	2,6	
20/05/2020	15,7	1,3	

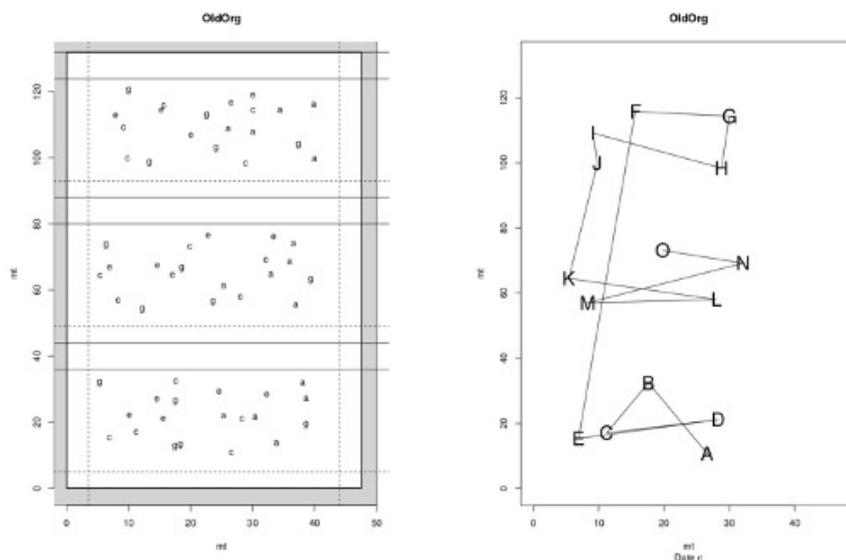


Figura 1.2: *Campionamento randomizzato per i lombrichi. A sinistra: ogni lettera minuscola indica una data di campionamento. A destra: ogni lettera maiuscola indica la sequenza temporale di campionamento per la data "c"*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
SER	MAN	MANAG	SAMPLE	ROW	PROFO	TRUE	TRUE	TAPE	TAPE	SAMPLING TIME	Calcius	Rh mV	Rh m3	Rh mV	ADULT	YOUNG	BABY	HOLES	
IALE	SAM	EMENT			NDITA c	COORD	COORD	COORD	COORD		0cm	0cm	0cm	0cm	EA	EA	EA	EA	
ROW	ROW				nt	X mt	Y mt	X mt	Y mt					N	N	N	N	N	
1	1	OldOrg	A	1	zero	37.4	28.2	37.4	28.2	22/04/2020 07:41:05	12.9	812						1	
2	1.1	OldOrg	A	1	terra	37.4	28.2	37.4	28.2	22/04/2020 07:47:47	14.1	695							
3	2	OldOrg	B	1	zero	38.0	28.2	38.0	28.2	22/04/2020 07:52:19	13.4	726						2	
4	2.1	OldOrg	B	1	terra	38.0	28.2	38.0	28.2	22/04/2020 07:54:25	14.3	623							
5	3	OldOrg	C	1	zero	18.5	11.8	18.5	11.8	22/04/2020 07:57:12	13.0	705							
6	3.1	OldOrg	C	1	terra	18.5	11.8	18.5	11.8	22/04/2020 07:58:34	14.1	594							
7	4	OldOrg	D	1	zero	15.1	28.1	15.1	28.1	22/04/2020 08:00:43	12.8	606						4	
8	4.1	OldOrg	D	1	terra	15.1	28.1	15.1	28.1	22/04/2020 08:02:36	14.3	571							
9	5	OldOrg	B	1	zero	38.8	18	38.8	18	22/04/2020 08:04:44	12.9	717						1	

Figura 1.3: *Il modulo cartaceo con i dati rilevati in campo. Il numero di cunicoli, inizialmente non considerato, è stato aggiunto in quanto le condizioni del terreno, troppo secco, verosimilmente non avrebbero condotto al rinvenimento di lombrichi.*

categoria ecologica degli individui così da descrivere le popolazioni presenti nei terreni oggetto di sperimentazione. Lo stesso verrà fatto per quanto riguarda l'utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori [3] e la penetrometria (già menzionata nel Task 3.3).



Figura 1.4: Le gallerie di passaggio dei lombrichi sono facilmente identificabili a causa dell'impronta lasciata dal corpo dell'animale

D3.3. Rapporto dei risultati sperimentali su test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità (mese 32, bozza mese 18, UNIFI-DAGRI , Sezione di Scienze Agronomiche, Genetiche e Gestione del Territorio)

- *In visione dell'applicazione dei test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità per la sperimentazione nelle aziende ordinarie coinvolte in DIFFER(ID19) sono state predisposte una serie di note tecniche e guide pratiche con intento divulgativo e di disseminazione; lo scopo di queste schede è quello di facilitare il flusso biunivoco di conoscenze sulla fertilità dei suoli tra agricoltori e ricercatori; Le schede sono riportate nel Capitolo 7 in formato testuale e nel Capitolo 11 in formato adatto alla divulgazione*

Per l'annata agraria 2020-2021 sono stati effettuati i campionamenti tramite test speditivi di campo, nelle date elencate qui sotto:

- Campionamento dei lombrichi: 01/03/2021 - 03/03/2021 - 19/04/2021
- Resistenza alla penetrazione: 17/03/2021 - 22/03/2021
- Test della vanga: 24/03/2021 - 26/03/2021

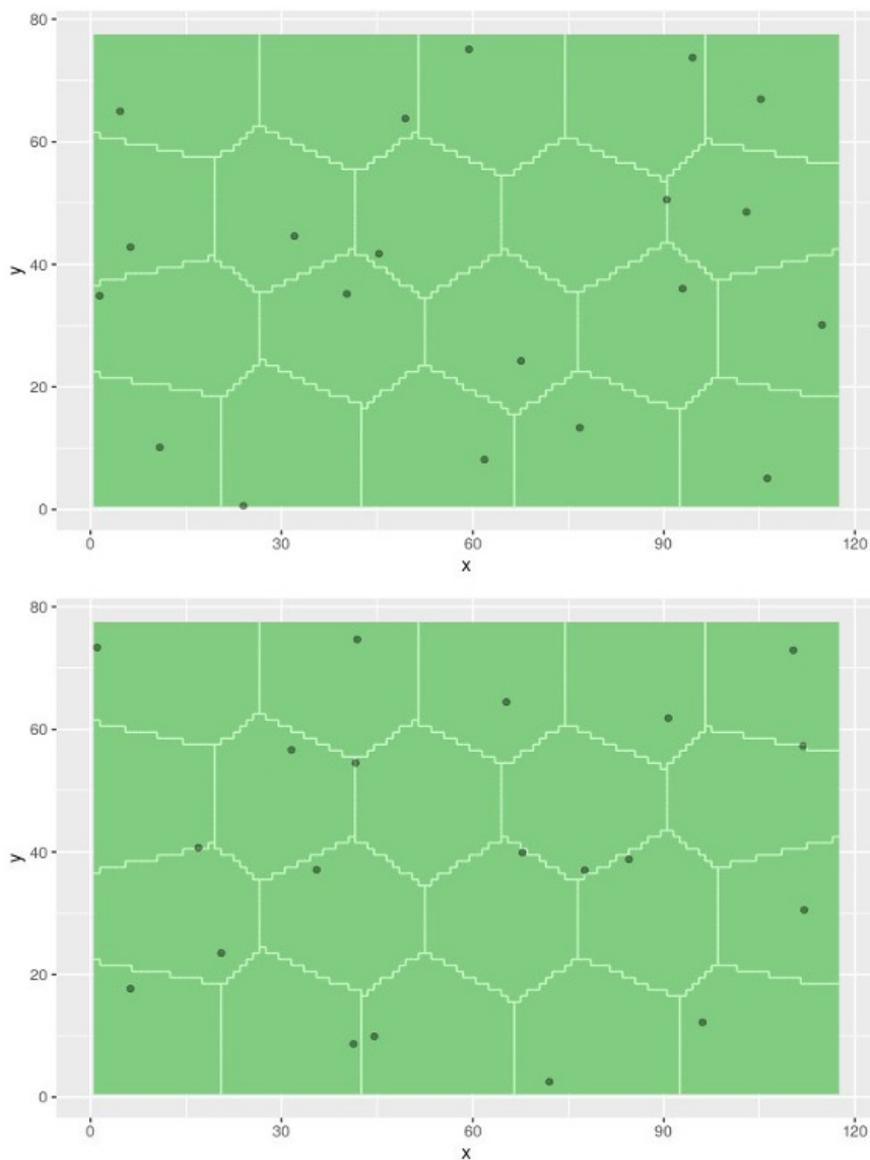


Figura 1.5: *La suddivisione spaziale del campionamento. Ogni perimetro racchiude un'area equivalente e il punto ha coordinate casuali entro il perimetro. I numeri si riferiscono non a dimensioni bensì a superfici quadrate di 34 cm di lato*

- Utilizzo delle erbe infestanti come bioindicatori: 26/04/2021
- Produttività: 30/06/2021

Per tutti i campionamenti sono state seguite le schede tecniche presenti nel Capitolo 7.

1.5 Workpackage 4. Valutazione socio-economica.

Coordinatore: Ginevra Virginia Lombardi (UNIFI, Dipartimento di Scienze per l'Economia e l'Impresa, DISEI)

Per lo svolgimento delle attività , con Decreto del Direttore del Dipartimento Scienze per l'economia e l'impresa n° 11002 del 2020, è stato emesso bando per assegno di ricerca per le esigenze del programma di ricerca “Valutazione dell'impatto economico e sociale dell'agricoltura biodinamica. Analisi comparativa di tecniche di produzione agroecologiche”.

Per il raggiungimento dell'importo necessario a costituire l'assegno di ricerca, il DISEI ha cofinanziato con fondi propri per €8.786,76 in aggiunta all'importo di €18.000,00 previsti dal progetto. A seguito di selezione, l'assegno della durata di 1 anno, rinnovabile per 6 mesi, è stato conferito alla dr.ssa Valentina Carlà Campa. L'attività dell'assegnista è iniziata a partire da 1° dicembre 2020 conformemente a quanto previsto dal cronoprogramma di progetto.

Con il supporto dell'assegnista, l'attività di progetto si svolgerà attraverso lo sviluppo di due task rispettivamente dedicati alla valutazione degli impatti economici e degli impatti sociali determinati attraverso indicatori impiegati per la valutazione degli impatti a livello “micro”, selezionati fra set di indicatori presenti in letteratura (Fao-SAFA, INEA, CREA). Questi indicatori saranno impiegati per valutare l'impatto socioeconomico delle pratiche sullo status quo aziendali e fra aziende che adottino pratiche differenziate nell'ambito dei sistemi agroecologici e convenzionali.

Valutazione dell'impatto economico delle aziende agricole partner (Task 1)

Le valutazioni saranno effettuate attraverso il confronto tra le redditività che caratterizzano i processi produttivi biologici, biodinamici e convenzionali. In questa fase di lavoro si utilizzerà lo strumento del bilancio economico per quantificare le voci di passivo ed attivo dei processi produttivi testati dal progetto, analizzando la struttura dei costi e dei ricavi che caratterizzano i diversi modelli di produzione. Le fasi principali dell'attività riguarderanno:

- raccolta dati ed analisi dei costi di produzione delle colture e degli allevamenti per ogni azienda analizzata.
- analisi dei costi di trasformazione delle diverse tipologie di letame.
- raccolta dati sui canali di commercializzazione, quote e prezzi relativi (premium price) dei prodotti aziendali e di quelli proposti.
- valutazione dell'impatto potenziale sul reddito netto aziendale delle pratiche proposte.

- saranno inoltre analizzati la PLV/consumi intermedi, VAn/SAU, VAn/ULT
- verranno inoltre raccolti i dati relativi alla diversificazione e alla multifunzionalità della azienda attraverso valutazione della composizione della PLV rispetto ai diversi processi di produzione aziendale (strutture di trasformazione e vendita gestite o cogestite direttamente, vendita diretta, didattica, agricoltura sociale, coproduzione).

Valutazione dell'impatto sociale aziende agricole partner (Task 2)

Su questi aspetti verranno raccolti dati riferiti alle aziende considerate con particolare riferimento a:

- occupazione agricola (ULT/SAU)
- presenza di giovani nella conduzione aziendale,
- presenza di donne nella conduzione aziendale,
- livello di istruzione,
- networking aziendali,
- partecipazione a reti alimentari alternative (AFN), a filiere corte
- sistemi innovativi di gestione e organizzazione dei processi di produzione,
- attività di promozione del territorio locale, (partecipazione ad eventi culturali e della tradizione).
- attività di agricoltura sociale, didattica etc.

Metodologia adottata

Adozione di un data set attraverso il quale raccogliere i dati descrittivi aziendali e quelli economici per la rilevazione dei costi variabili colturali, di allevamento e di produzione delle diverse tipologie di letame. La raccolta dati avviene attraverso interviste telefoniche e dove possibile attraverso sopralluogo in azienda.

Aggiornamento: 13/08/2021

La raccolta dati che contraddistingue la prima fase di attività prevista dall'assegno di ricerca si è svolta in parallelo presso le aziende direttamente

coinvolte nel progetto DIFFER e le aziende biodinamiche che hanno acquisito il marchio Demeter.

Valutazione dell'impatto economico delle aziende agricole partner (Task 1)

Come previsto dal progetto le aziende agricole direttamente coinvolte nel progetto DIFFER hanno fornito i dati per la compilazione di un dataset che consente la definizione dei costi colturali in cui è presente una specifica sezione dedicata ai costi dovuti alla concimazione organica.

La raccolta dati si è estesa alle 562 aziende controllate da Demeter, suddivise in produttori, trasformatori e distributori, di cui 362 sono aziende agricole, poichè si è ritenuto utile effettuare un confronto con i dati riportati nella pubblicazione Bioreport 2018 (capitolo 11), che rappresenta una descrizione analitica della realtà produttiva biodinamica a marchio Demeter in Italia, si procederà nell'elaborazione dei dati mantenendo il campione di aziende individuato. Si è rilevato un turnover di aziende (tra coloro che accedono per la prima volta al marchio e quelle che escono sostanzialmente per cessazione attività) al quale si è prestato attenzione al fine di mantenere la rappresentatività del campione.

Grazie alla stretta collaborazione esistente tra Associazione per l'agricoltura biodinamica e Demeter, tra cui è previsto si stabilisca una convenzione nell'ambito del progetto DIFFER, i dati economici delle aziende biodinamiche sono stati raccolti direttamente dal database di Demeter Italia, che annualmente svolge visite aziendali di controllo per il rilascio del marchio di certificazione di attuazione del metodo biodinamico. Sono stati pertanto acquisiti i dati dal 2017 al 2020 relativamente a:

- distribuzione della superficie aziendale rispetto alle colture in atto
- fatturato totale
- fatturato a marchio Demeter
- ingresso di nuove aziende (in conversione)
- conferimento del marchio a nuove aziende (termine conversione)

Valutazione dell'impatto sociale delle aziende agricole partner (Task 2)

La raccolta dei dati che consentono di rilevare l'impatto sociale delle aziende partner è proceduta, come per la raccolta dei dati economici, in parallelo con la rilevazione dei dati delle aziende certificate Demeter.

Nel questionario appositamente redatto e rivolto alle aziende a marchio Demeter per la raccolta dati che descrivono l'impatto sociale, si è ritenuto

opportuno effettuare un approfondimento sulla commercializzazione internazionale, è stata inserita pertanto una specifica sezione rispetto alla eventuale adesione ad altre certificazioni richieste dai vari paesi esteri con cui le aziende commercializzano. L'indagine riguarda non solo i marchi di qualità alimentare ma anche quelli strettamente legati alla sostenibilità, tracciabilità del prodotto e sicurezza alimentare. Infine si sta verificando l'ipotesi di ampliare ulteriormente la presente indagine attraverso la raccolta di dati che esprimono l'interesse dei mercati esteri per il prodotto italiano biodinamico e biologico di qualità certificata.

Alla fase di raccolta dati segue quella di elaborazione per la determinazione degli indici previsti nel progetto.

1.6 Workpackage 5. Co-ricerca e co-innovazione.

Coordinatore: Carlo Triarico (Associazione per l'Agricoltura Biodinamica), co-coordinatore: Sandro Stoppioni (CAICT, in collaborazione con Associazione per l'Agricoltura Biodinamica)

Task 5.1: Co-progettazione di sistemi di allevamento mirati alla massimizzazione dell'efficienza di impiego di risorse alimentari

Partner coinvolti: *CAICT-Coldiretti, in collaborazione con APAB, Associazione per l'Agricoltura Biodinamica, in collaborazione con aziende, consulenti agronomi e Demeter, UNIFI-DAGRI*

Questo task partirà dalla base di conoscenze offerta dai risultati acquisiti nel Task 2.1 su pratiche agroecologiche. L'agroecologia mira a progettare e ridisegnare gli agroecosistemi dal livello di singolo campo alla scala territoriale per la creazione di sistemi agro-alimentari sostenibili. Per mettere in atto tale approccio vi è la necessità di trascendere la dimensione gestionale del singolo campo e raggiungere un punto di vista collettivo. Questo aspetto riveste particolare importanza in sistemi di allevamento sostenibili, integrati nella dimensione agro-forestale e può essere sviluppato coinvolgendo nella ricerca gli attori locali (stakeholder), i.e. agricoltori, consumatori, trasformatori, consulenti agronomi e ricercatori). In prima istanza saranno organizzati focus group nelle aziende pilota per condividere un'analisi comune della situazione per ciò che concerne i sistemi di allevamento nella collina interna. Sulla base di questa analisi e sempre con approccio multiattoriale saranno sviluppati percorsi di co-progettazione e studiate le probabili traiettorie di impatto dei sistemi agro-zoo-forestali individuati. Queste opzioni e storie di successo potranno essere utilizzate come modello e disseminate in eventi organizzati quali, giornate di campo, workshop).

- *I workshop nelle aziende sono stati pianificati come da programma nel Capitolo 3*

Task 5.2: Sperimentazione in aziende pilota di metodi di gestione della fertilità e progettazione di sistemi agro-zoo-forestali sostenibili

Partner coinvolti: *UNIFI-DAGRI, Associazione per l'Agricoltura Biodinamica, in collaborazione con CAICT-Coldiretti, aziende e consulenti agronomi*

Questo task partirà dalla base di conoscenze offerta dai risultati acquisiti nei Task 2.2 e 2.3 su concimazione organica, rotazioni colturali e metodi di lavorazione ridotta del suolo e da primi risultati della ricerca nei campi sperimentali MOLTE, così come ottenuti nei Task 3.1 e 3.2 sulla fertilità dei suoli.

Sulla base di queste informazioni saranno progettati al termine del primo anno di ricerca una serie di test ad hoc su parcelle di circa 1 ha in ciascuna delle aziende pilota. Oggetto di queste sperimentazioni aziendali saranno sia le prestazioni produttive di colture che favoriscano la diversificazione di aziende agro-zoo-forestali basate su vite e olivo, che sistemi migliorati di fertilizzazione dei suoli. Tutte le soluzioni elaborate dovranno essere improntate a raggiungere livelli elevati di coerenza con i sistemi di allevamento individuati nel Task 5.1. Nell'ambito di questo task saranno organizzati seminari di disseminazione dei risultati delle sperimentazioni sia nell'azienda sperimentale che nelle aziende pilota. I risultati del WP3 e di questo task saranno utilizzati per sviluppare in maniera partecipata in incontri aziendali progetti di sistemi ottimizzati agro-zoo-forestali per la collina interna appenninica.

- *Il Coordinatore, in assenza di un incontro iniziale di progetto, rimandato a causa di Covid, ha organizzato incontri bilaterali diretti e in presenza con tutti le aziende partner; gli incontri bilaterali sono stati pianificati per tutti le aziende ed effettuati con la maggioranza di esse, con le uniche eccezioni delle aziende in Campania e Calabria, a causa del divieto dei trasporti interregionali valido fino a poche settimane fa e all'impossibilità di trovare date comuni in luglio; questi incontri saranno effettuati comunque entro e non oltre il mese di settembre;*
- *A seguito dei primi incontri, sono stati aggiornati e modificati i progetti aziendali di sperimentazione riportati nei relativi documenti di intenti;*
- *I documenti di intenti aggiornati sono riportati nel Capitolo 2.*

Task 5.3: Sperimentazione in aziende pilota di test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità

Partner coinvolti: *Associazione per l'Agricoltura Biodinamica, in collaborazione con aziende, UNIFI-DAGRI*

Questo task partirà dalla base di conoscenze offerta dai risultati acquisiti nel Task 3.3, nel quale sono stati selezionati e validati test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità dei suoli. In ciascuna delle aziende pilota saranno testati i protocolli del test della vanga, del campionamento dei lombrichi, della resistenza alla penetrazione e dell'utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori. I protocolli e relativi risultati saranno validati da pannelli di esperti organizzati in specifici workshop da realizzare nelle aziende pilota in concomitanza con le iniziative dei Task 5.1 e 5.2.

- *Vedasi quanto detto per Task 3.3.*

D5.1. Progetti di sistemi ottimizzati di allevamento mirati alla massimizzazione dell'efficienza di impiego di risorse alimentari

(mese 34, bozza mese 18, Associazione per l'Agricoltura Biodinamica)

D5.2. Progetti di sistemi ottimizzati agro-zoo-forestali per la collina interna appenninica (mese 34, bozza mese 18, UNIFI-DAGRI)

PROGRAMMA DI SPERIMENTAZIONE IN AZIENDA (ALLEGATO 1)

Dal bando MIPAAF *“Avviso pubblico per la concessione di contributi finalizzati allo sviluppo del settore dell’agricoltura biologica e biodinamica attraverso la realizzazione di progetti di ricerca rispondenti alle tematiche prioritarie di Ricerca e Innovazione individuate nel “Piano strategico nazionale per lo sviluppo del sistema biologico”* .

L’obiettivo principale del progetto è quello di sviluppare soluzioni aziendali che migliorino le prestazioni di sostenibilità e redditività delle aziende con particolare riferimento alla diversificazione di sistemi agro-zoo-forestali ad indirizzo prevalente viti-olivicolo. Questo obiettivo è perseguito nell’ambito del progetto tramite l’implementazione e la validazione delle tecniche e dei principi dell’agricoltura biodinamica e biologica e l’adozione di modelli circolari di trasmissione delle conoscenze e dei saperi. In un’ottica di ricerca-azione partecipata e co-innovazione, tecniche e modelli verranno sviluppati secondo una strategia integrata di sperimentazione che metta insieme la robustezza scientifica delle analisi in stazione sperimentale con le risultanze dell’adozione delle tecniche in aziende ordinarie e le conoscenze agronomiche locali

2.1 Ricerca in Azienda Agr. Mascagni Bianca

L'azienda Agr. Mascagni Bianca manifesta la necessità di ottimizzare l'ordinamento colturale e di migliorare i livelli di fertilità dei suoli al fine di sviluppare una strategia aziendale di integrazione tra produzioni vegetali e animali.

Nel caso dell'Az. Agr. Mascagni Bianca era stato scelto, di comune accordo con l'azienda, di comparare gli effetti di due delle tipologie di letame, rispettivamente letame pellettato biologico e letame umido proveniente da allevamenti a conduzione biologica. Inoltre, era stata prevista una diversificazione colturale basata sull'inserimento in rotazione di grano tenero antico. La superficie interessata dalla sperimentazione è di 1.4 ha.

Durante l'incontro preliminare di lunedì 22 giugno sono state rimodulate e aggiornate le condizioni e le modalità riguardanti il coinvolgimento dell'Azienda Agricola Mascagni Bianca nell'ambito del progetto DIFFER(ID19), successivamente all'approvazione di questo da parte del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali.

La sperimentazione interesserà un totale di 2.1 ha, di cui 0.7 ha utilizzati come controllo. La rotazione colturale discussa durante l'incontro prevede l'alternanza di Frumento Tenero Var. antica (*Triticum aestivum*), Favino (*Vicia faba var. minor*) e Frumento duro Var. Senatore Cappelli (*Triticum durum*).

Schematizzando la rotazione è così composta:

- Frumento Tenero
- Favino
- Frumento Duro

Le tesi previste per le diverse prove di fertilizzazione sono:

- Controllo senza letame (Ct)
- Letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica (OrMa)
- Letame pellettato biologico (PeMa)

Test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità (Task 3.3) e sperimentazione in aziende pilota di test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità (Task 5.3)

Tramite Task 3.3, verranno selezionati e validati test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità dei suoli. Infatti, sono disponibili alcuni metodi speditivi (test della vanga, conta dei lombrichi, utilizzo di

Tabella 2.1: *Rotazione prevista nei tre anni di sperimentazione e diverse tesi di concimazione organica nell’Azienda Agricola Mascagni Bianca*

	Gen - Lug	Ago	Set	Ott	Nov - Dic
2020/2021	Frumento Tenero	OrMa 300 qli/ha	SN	PeMa 15 qli/ha + FT	Frumento Tenero
2021/2022	Frumento Tenero	OrMa 300 qli/ha	SN	PeMa 15 qli/ha + FA	Favino da granella
2022/2023	Favino da granella	OrMa 300 qli/ha	SN	PeMa 15 qli/ha + FD	Frumento Duro

Legenda: SN: suolo nudo; OrMa: letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica; PeMa: letame pellettato biologico

erbe infestanti come bioindicatori, test di penetrometria), attraverso i quali è possibile indagare più sinteticamente la fertilità del suolo e che possono facilmente essere applicabili direttamente in azienda.

Il test della vanga [45] permette di attribuire un punteggio attraverso l’analisi visiva dello stato di aggregazione del suolo, contemporaneamente alla conta di radici e presenza di macrofauna.

Simultaneamente a questo test può essere effettuata anche la conta e il riconoscimento dei lombrichi. Questi organismi terricoli sono molto sensibili alla gestione del suolo sia per lavorazioni, sia per utilizzo di agro-farmaci o fertilizzanti chimici e liquami, rotazioni, pacciamature, salinizzazione e compattazione dei suoli [43]. Verranno valutati numerosità, stadio di sviluppo e categoria ecologica degli individui così da descrivere le popolazioni presenti nei terreni oggetto di sperimentazione. Lo stesso verrà fatto per quanto riguarda l’utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori [3] e la penetrometria, ovvero la misura della resistenza alla penetrazione.

Il task 5.3 partirà dalla base di conoscenze offerta dai risultati acquisiti nel Task 3.3 e testerà in ciascuna delle aziende pilota i protocolli del test della vanga, del campionamento dei lombrichi, della resistenza alla penetrazione e dell’utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori.

Per quanto riguarda l’Azienda Agricola Mascagni Bianca, negli appezzamenti coinvolti nella sperimentazione, ogni anno verranno effettuati i suddetti test speditivi, come riportato in Figura 2.1.

A partire dalla fine del mese di Febbraio verrà effettuato un campionamento rivolto alla valutazione della fertilità biologica, utilizzando la presenza

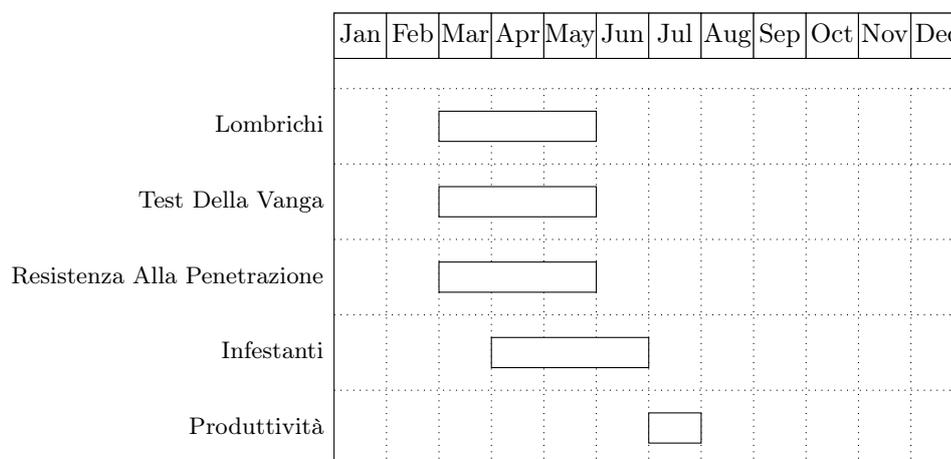


Figura 2.1: *Test speditivi presso l’Azienda Agricola Mascagni Bianca*

di lombrichi come bioindicatore; in concomitanza verrà valutata la resistenza alla penetrazione e sarà effettuato il test della vanga. Qualora le condizioni pedoclimatiche non consentano la valutazione dei suddetti test speditivi durante la primavera, sarà possibile effettuarli anche nei mesi di Ottobre e Novembre, come consigliato dal protocollo “Handbook of Methods - A compilation of field and laboratory methods for the use within the project FERTIL CROP adapted from TILMAN-Org”.

Nei mesi di Aprile, Maggio e Giugno verranno campionate le erbe infestanti come bioindicatori ed infine sarà valutata la produttività delle diverse parcelle sperimentali durante la raccolta delle colture oggetto di sperimentazione.

Aggiornamento: 01/05/2021

Per l’annata agraria 2020-2021 sono stati effettuati i campionamenti tramite test speditivi di campo, nelle date elencate qui sotto:

- Campionamento dei lombrichi: 07/04/2021
- Resistenza alla penetrazione: 07/04/2021
- Test della vanga: 07/04/2021
- Utilizzo delle erbe infestanti come bioindicatori: 07/04/2021

Per tutti i campionamenti sono state seguite le schede tecniche presenti nel Capitolo 7.

2.2 Ricerca in Azienda Agr. Montepaldi

L'azienda Agr. Montepaldi manifesta la necessità di ottimizzare l'ordinamento colturale e di migliorare i livelli di fertilità dei suoli al fine di sviluppare una strategia aziendale di integrazione tra produzioni vegetali e animali.

Nel caso dell'Az. Agr. Montepaldi era stato scelto di sperimentare gli effetti delle 4 tipologie di letame, rispettivamente letame pellettato, letame biologico, letame biologico addizionato con preparati biodinamici e letame biodinamico.

Durante l'incontro preliminare di lunedì 8 giugno sono state rimodulate e aggiornate le condizioni e le modalità riguardanti la partecipazione dell'Azienda nell'ambito del progetto DIFFER(ID19), successivamente all'approvazione di questo da parte del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali.

La rotazione colturale discussa durante l'incontro prevede l'alternanza di Frumento Tenero Var antica (*Triticum aestivum*), Trifoglio alessandrino da seme (*Trifolium alexandrinum*), erba medica da seme (*Medicago sativa*) e Farro (*Triticum dicoccon*).

Schematizzando la rotazione è così composta:

- Trifoglio Alessandrino
- Frumento Tenero
- Farro
- Erba Medica

La sperimentazione interesserà un totale di circa 1 ha, come riportato in Figura 2.2. Gli appezzamenti dedicati alla sperimentazione saranno il campo 3 e il campo 7 del dispositivo sperimentale MoLTE [38].

Le cinque tesi previste per le diverse prove di fertilizzazione per i tre anni di sperimentazione sono:

- Controllo senza letame (Ct)
- Letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica (OrMa)
- Letame umido proveniente da allevamenti a conduzione biologica, addizionato con preparati biodinamici (BaMa)
- Letame biodinamico (BdMa)
- Letame pellettato biologico (PeMa)

Tabella 2.2: *Rotazione prevista nei tre anni di sperimentazione e diverse tesi di concimazione organica nell'Azienda Agricola Montepaldi*

	Gen - Mar	Apr - Lug	Ago	Sett	Ott - Dic
2020/2021	Farro	Farro	OrMa; PeMa; BdMa; BaMa	SN	Frumento Tenero
2021/2022	Frumento Tenero	Frumento Tenero	OrMa; PeMa; BdMa; BaMa	SN	SN
2022/2023	SN	Erba Me- dica	Erba Me- dica	Erba Me- dica	Erba Me- dica

Legenda: SN: suolo nudo

Dosi:

- OrMa: 300 q.li/ha
- PeMa: 15 q.li/ha
- BdMa: 80 q.li/ha
- BdMa: 80 q.li/ha

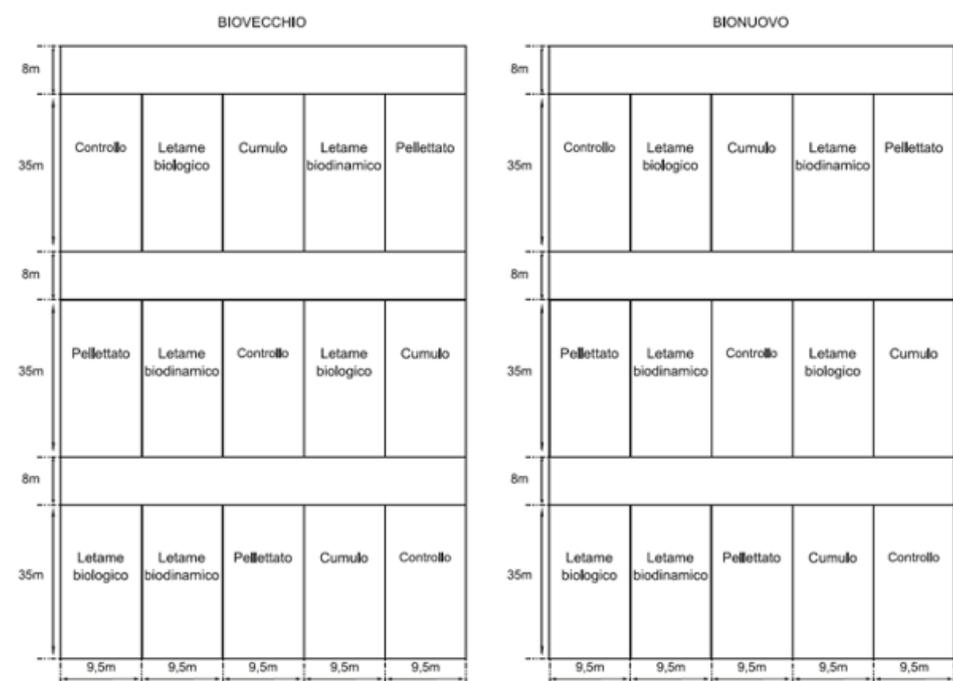


Figura 2.2: *Disegno sperimentale presso l'Azienda Agricola Montepaldi. Note: Biovecchio: sistema biologico stabile - dal 1991 è condotto secondo il metodo dell'agricoltura biologica secondo il Reg. CE 2092/91 e successivo Reg. 834/08. Bionuovo: sistema biologico nuovo - condotto secondo il metodo dell'agricoltura integrata (reg CE 2078/92) dal 1991 al 2000 e nel 2001 convertito all'agricoltura biologica.*

Test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità (Task 3.3) e sperimentazione in aziende pilota di test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità (Task 5.3)

Tramite Task 3.3, verranno selezionati e validati test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità dei suoli. Infatti, sono disponibili alcuni metodi speditivi (test della vanga, conta dei lombrichi, utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori, test di penetrometria), attraverso i quali è possibile indagare più sinteticamente la fertilità del suolo e che possono facilmente essere applicabili direttamente in azienda.

Il test della vanga [45] permette di attribuire un punteggio attraverso l'analisi visiva dello stato di aggregazione del suolo, contemporaneamente alla conta di radici e presenza di macrofauna.

Simultaneamente a questo test può essere effettuata anche la conta e il riconoscimento dei lombrichi. Questi organismi terricoli sono molto sensibili

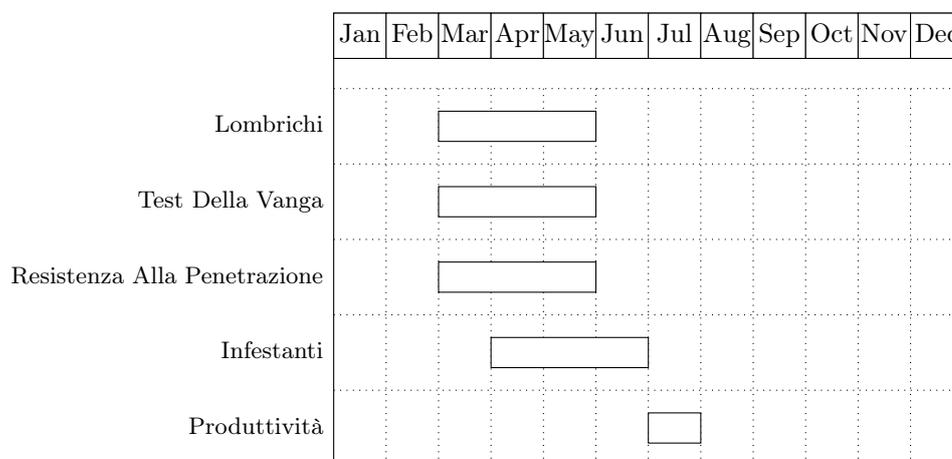


Figura 2.3: *Test speditivi presso l’Azienda Agricola Montepaldi*

alla gestione del suolo sia per lavorazioni, sia per utilizzo di agro-farmaci o fertilizzanti chimici e liquami, rotazioni, pacciamature, salinizzazione e compattazione dei suoli [43]. Verranno valutati numerosità, stadio di sviluppo e categoria ecologica degli individui così da descrivere le popolazioni presenti nei terreni oggetto di sperimentazione. Lo stesso verrà fatto per quanto riguarda l’utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori [3] e la penetrometria, ovvero la misura della resistenza alla penetrazione.

Il task 5.3 partirà dalla base di conoscenze offerta dai risultati acquisiti nel Task 3.3 e testerà in ciascuna delle aziende pilota i protocolli del test della vanga, del campionamento dei lombrichi, della resistenza alla penetrazione e dell’utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori.

Per quanto riguarda l’Azienda Agricola Montepaldi, negli appezzamenti coinvolti nella sperimentazione, ogni anno verranno effettuati i suddetti test speditivi, come riportato in Figura 2.3.

A partire dalla fine del mese di Febbraio verrà effettuato un campionamento rivolto alla valutazione della fertilità biologica, utilizzando la presenza di lombrichi come bioindicatore; in concomitanza verrà valutata la resistenza alla penetrazione e sarà effettuato il test della vanga. Qualora le condizioni pedoclimatiche non consentano la valutazione dei suddetti test speditivi durante la primavera, sarà possibile effettuarli anche nei mesi di Ottobre e Novembre, come consigliato dal protocollo “Handbook of Methods - A compilation of field and laboratory methods for the use within the project FERTIL CROP adapted from TILMAN-Org”.

Nei mesi di Aprile, Maggio e Giugno verranno campionate le erbe infestanti come bioindicatori ed infine sarà valutata la produttività delle diverse parcelle sperimentali durante la raccolta delle colture oggetto di sperimentazione.

Aggiornamento: 01/07/2021

Per l'annata agraria 2020-2021 sono stati effettuati i campionamenti tramite test speditivi di campo, nelle date elencate qui sotto:

- Campionamento dei lombrichi: 01/03/2021 - 03/03/2021 - 19/04/2021
- Resistenza alla penetrazione: 17/03/2021 - 22/03/2021
- Test della vanga: 24/03/2021 - 26/03/2021
- Utilizzo delle erbe infestanti come bioindicatori: 26/04/2021
- Produttività: 30/06/2021

Per tutti i campionamenti sono state seguite le schede tecniche presenti nel Capitolo 7.

2.3 Ricerca in Azienda Agr. Forte Soc. Semplice

L'Azienda Agricola Forte Soc. Semplice manifesta la necessità di ottimizzare l'ordinamento colturale e di migliorare i livelli di fertilità dei suoli al fine di sviluppare una strategia aziendale di integrazione tra produzioni vegetali e animali. Nel caso dell'Azienda Agricola Forte Soc. Semplice era scelto, di comune accordo con l'azienda, di sperimentare una diversificazione colturale basata sull'inserimento di sovescio intercalare + miglio e grano tenero antico.

Durante l'incontro preliminare di lunedì 22 giugno sono state rimodulate e aggiornate le condizioni e le modalità riguardanti la partecipazione dell'Azienda nell'ambito del progetto DIFFER(ID19), successivamente all'approvazione di questo da parte del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali.

L'Azienda ha dato disponibilità di una superficie di 3,8 ha, con possibilità di incremento di 1,9 ha da utilizzare come parcella di controllo. I campi sui quali insisterà la sperimentazione sono stati individuati dai tecnici aziendali, i quali hanno proposto la scelta tra gli appezzamenti denominati Campo 9 e Campo 11.

La rotazione colturale discussa durante l'incontro è quella che viene normalmente adottata in azienda, che prevede l'alternanza di Favino (*Vicia faba var. minor*), Frumento duro Var. Senatore Cappelli (*Triticum durum*) e Trifoglio Alessandrino da seme (*Trifolium alexandrinum*), con un sovescio intercalare estivo interposto tra Favino e Frumento composto da Sorgo sudanese (*Sorghum bicolor* spp. sudanese) e Panico (*Panicum virgatum*).

Schematizzando la rotazione è così composta:

- Favino da sovescio
- Sovescio estivo (Sorgo + Panico)
- Frumento Duro
- Trifoglio Alessandrino

L'azienda ha richiesto di poter mantenere, durante l'arco temporale della sperimentazione, le lavorazioni effettuate sui propri appezzamenti, come lavorazioni ridotte e semina su sodo. I tecnici aziendali hanno dato disponibilità nel reperire sia letame ovino da aziende limitrofe, che bovino prodotto in azienda.

Le tre tesi di fertilizzazione ipotizzate per il primo anno di sperimentazione (2020/2021) sono state:

- Controllo senza letame (Ct)
- Letame bovino compostato proveniente da allevamento aziendale, adizionato con preparati biodinamici (BaMaC)

- Letame ovino umido proveniente da allevamento aziendale e addizionato di preparato biodinamico 500P (ShMa)

In particolare, per quanto riguarda la tesi 1) “Controllo” verrà valutata la normale rotazione adottata in azienda, come riportato sopra. Durante la tesi 1) verrà valutato come strategia di fertilizzazione il favino da sovescio.

Per quanto riguarda invece la tesi 2) con letame bovino compostato, questa sarà testata prima del trifoglio alessandrino e prima del sorgo sudanese. Dalla rotazione sarà escluso il favino da sovescio.

Infine, per quanto riguarda la tesi 3) con letame ovino addizionato di preparato biodinamico 500P si testerà la letamazione prima del trifoglio alessandrino e prima del sorgo sudanese. Dalla rotazione sarà escluso il favino da sovescio.

Di seguito si riporta la proposta di schema di rotazione e relativa letamazione per gli anni 2020-2023:

Tabella 2.3: *Rotazione prevista nelle tre campagne agrarie sul Campo 1 con favino (controllo) nella Azienda Agricola Podere Forte*

	Gen - Apr	Mag - Lug	Ago - Sett	Ott - Dic
2020/2021	Trifoglio	Trifoglio	SN	Favino
2021/2022	Favino	Sorgo Sudanese da sovescio	Sorgo sudanese da sovescio	Frumento Duro
2022/2023	Frumento Duro	Frumento Duro	SN	Trifoglio

Legenda: SN: suolo nudo

Tabella 2.4: *Rotazione prevista nelle tre campagne agrarie sul Campo 2 con letame bovino compostato nella Azienda Agricola Podere Forte*

	Gen - Apr	Mag - Lug	Ago	Sett	Ott - Dic
2020/2021	Frumento Duro	Frumento Duro	BaMaC 100 q.li/ha	SN	Trifoglio
2021/2022	Trifoglio	Trifoglio	SN	SN	SN
2022/2023	SN	BaMaC 100 q.li/ha	Sorgo Su- danese da sovescio	Sorgo Su- danese da sovescio	Frumento Duro

Legenda: SN: suolo nudo; BaMaC: Letame bovino compostato proveniente da allevamento aziendale, addizionato con preparati biodinamici;

Tabella 2.5: *Rotazione prevista nelle tre campagne agrarie sul Campo 3 con letame ovino addizionato di preparato biodinamico 500P nella Azienda Agricola Podere Forte*

	Gen - Apr	Mag - Lug	Ago	Sett	Ott - Dic
2020/2021	Frumento Duro	Frumento Duro	ShMa 30q.li/ha	SN	Trifoglio
2021/2022	Trifoglio	Trifoglio	SN	SN	SN
2022/2023	SN	ShMa 30q.li/ha	Sorgo Su- danese da sovescio	Sorgo Su- danese da sovescio	Frumento Duro

Legenda: SN: suolo nudo; ShMa: Letame ovino umido proveniente da allevamento aziendale e addizionato di preparato biodinamico 500P

NOTA: Il favino è sconsigliato quando si passa a una rotazione in cui sono presenti letamazioni. Detto questo, qualora si ritenga che lasciare il suolo nudo (SN) sia pratica non adeguata, il favino potrebbe essere sostituito da erbaio misto da sovescio (ad esempio avena + favino/veccia + lino) oppure da un erbaio da sfalcio per alimentazione del bestiame (uno sfalcio solo a marzo/aprile dell'anno in corso).

NOTA: le dosi a ettaro di letame sono state calcolate per il rispetto di quanto affermato dai tecnici durante la riunione, in cui erano stati previsti limiti DEMETER di 40 unità di N e 35 unità di P.

Dal secondo anno in poi (2021/2022-2022/2023) potrà essere introdotta una quarta tesi in più rispetto alle tre già in atto il primo anno ovvero:

- Letame ovino compostato addizionato di preparato biodinamico 500P (ShMaC)

Tabella 2.6: *Rotazione prevista nelle tre campagne agrarie sul Campo 4 con letame ovino compostato addizionato di preparato biodinamico 500P nella Azienda Agricola Podere Forte*

	Gen - Apr	Mag - Lug	Ago	Sett	Ott - Dic
2020/2021	Frumento Duro	Frumento Duro	ShMaC 30q.li/ha	SN	Trifoglio
2021/2022	Trifoglio	Trifoglio	SN	SN	SN
2022/2023	SN	ShMaC 30q.li/ha	Sorgo Su- danese da sovescio	Sorgo Su- danese da sovescio	Frumento Duro

Legenda: SN: suolo nudo; ShMaC: Letame ovino compostato proveniente da allevamento aziendale e addizionato di preparato biodinamico 500P

Test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità (Task 3.3) e sperimentazione in aziende pilota di test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità (Task 5.3)

Tramite Task 3.3, verranno selezionati e validati test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità dei suoli. Infatti, sono disponibili alcuni metodi speditivi (test della vanga, conta dei lombrichi, utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori, test di penetrometria), attraverso i quali è possibile indagare più sinteticamente la fertilità del suolo e che possono facilmente essere applicabili direttamente in azienda.

Il test della vanga [45] permette di attribuire un punteggio attraverso l'analisi visiva dello stato di aggregazione del suolo, contemporaneamente alla conta di radici e presenza di macrofauna.

Simultaneamente a questo test può essere effettuata anche la conta e il riconoscimento dei lombrichi. Questi organismi terricoli sono molto sensibili alla gestione del suolo sia per lavorazioni, sia per utilizzo di agro-farmaci o fertilizzanti chimici e liquami, rotazioni, pacciamature, salinizzazione e compattazione dei suoli [43]. Verranno valutati numerosità, stadio di sviluppo e categoria ecologica degli individui così da descrivere le popolazioni presenti nei terreni oggetto di sperimentazione. Lo stesso verrà fatto per quanto riguarda l'utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori [3] e la penetrometria, ovvero la misura della resistenza alla penetrazione.

Il task 5.3 partirà dalla base di conoscenze offerta dai risultati acquisiti nel Task 3.3 e testerà in ciascuna delle aziende pilota i protocolli del test della vanga, del campionamento dei lombrichi, della resistenza alla penetrazione e dell'utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori.

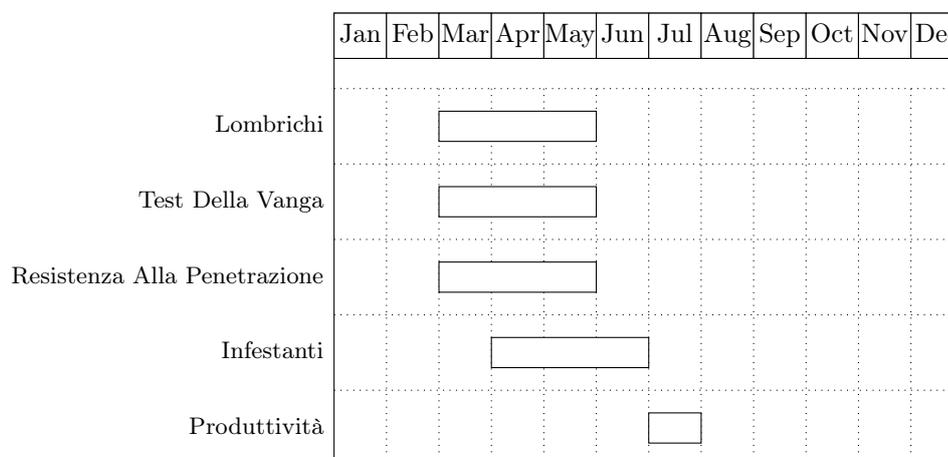


Figura 2.4: *Test speditivi presso l’Azienda Agricola Forte Soc. Semplice*

Per quanto riguarda l’Azienda Agricola Forte Soc. Semplice, negli appezzamenti coinvolti nella sperimentazione, ogni anno verranno effettuati i suddetti test speditivi, come riportato in Figura 2.4.

A partire dalla fine del mese di Febbraio verrà effettuato un campionamento rivolto alla valutazione della fertilità biologica, utilizzando la presenza di lombrichi come bioindicatore; in concomitanza verrà valutata la resistenza alla penetrazione e sarà effettuato il test della vanga. Qualora le condizioni pedoclimatiche non consentano la valutazione dei suddetti test speditivi durante la primavera, sarà possibile effettuarli anche nei mesi di Ottobre e Novembre, come consigliato dal protocollo “Handbook of Methods - A compilation of field and laboratory methods for the use within the project FERTIL CROP adapted from TILMAN-Org”.

Nei mesi di Aprile, Maggio e Giugno verranno campionate le erbe infestanti come bioindicatori ed infine sarà valutata la produttività delle diverse parcelle sperimentali durante la raccolta delle colture oggetto di sperimentazione.

Aggiornamento: 15/10/2020

Seguendo la rotazione colturale aziendale, la sperimentazione interesserà i gruppi 1,2,3 all’interno dei quali 1 campo per gruppo sarà destinato all’allestimento di una parcella sperimentale di 1 ha (50x200 m). Per facilitare le operazioni colturali le parcelle verranno allestite nel senso della lunghezza dei campi ad una distanza di 5 metri dal bordo campo. All’interno della parcella che ospiterà la coltura da rinnovo verranno testate 4 tesi che occuperanno 2500 m² di superficie ciascuna secondo lo schema in tabella 2.7.

Anno	Stagione	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4
Anno 1	Primavera	COLTURA DA RINNOVO <i>Semina in Aprile-Maggio a seconda del tipo di coltura</i>	GRANO DURO +TRIFOGLIO <i>Trasemina Trifoglio in Marzo</i>	TRIFOGLIO	ERBA MEDICA <i>(RIPOSO - FUORI ROTAZIONE)</i>
	Estate	COLTURA DA RINNOVO	GRANO DURO +TRIFOGLIO <i>Raccolta Grano Duro in Luglio</i> <i>Sfalcio Trifoglio in Agosto</i>	TRIFOGLIO <i>Raccolta Trifoglio in Luglio</i>	ERBA MEDICA <i>(RIPOSO - FUORI ROTAZIONE)</i>
	Autunno	GRANO DURO <i>Semina Grano Duro in Novembre</i>	TRIFOGLIO	MISCUGLIO DA SOVESCIO <i>Solo il letame non è sufficiente.</i> <i>Semina prato in Ottobre-Novembre</i>	ERBA MEDICA <i>(RIPOSO - FUORI ROTAZIONE)</i>
Anno 2	Primavera	GRANO DURO +TRIFOGLIO <i>Trasemina Trifoglio in Marzo</i>	TRIFOGLIO	COLTURA DA RINNOVO <i>Semina in Aprile-Maggio a seconda del tipo di coltura</i>	ERBA MEDICA <i>(RIPOSO - FUORI ROTAZIONE)</i>
	Estate	GRANO DURO +TRIFOGLIO <i>Raccolta Grano Duro in Luglio</i> <i>Sfalcio Trifoglio in Agosto</i>	TRIFOGLIO <i>Raccolta Trifoglio in Luglio</i>	COLTURA DA RINNOVO	ERBA MEDICA <i>(RIPOSO - FUORI ROTAZIONE)</i>
	Autunno	TRIFOGLIO	MISCUGLIO DA SOVESCIO <i>Solo il letame non è sufficiente.</i> <i>Semina prato in Ottobre-Novembre</i>	GRANO DURO <i>Semina Grano Duro in Novembre</i>	ERBA MEDICA <i>(RIPOSO - FUORI ROTAZIONE)</i>
Anno 3	Primavera	TRIFOGLIO	COLTURA DA RINNOVO <i>Semina in Aprile-Maggio a seconda del tipo di coltura</i>	GRANO DURO + ERBA MEDICA <i>Trasemina Erba medica in Marzo</i>	COLTURA DA RINNOVO <i>Semina in Aprile-Maggio a seconda del tipo di coltura</i>
	Estate	TRIFOGLIO <i>Raccolta Trifoglio in Luglio</i>	COLTURA DA RINNOVO	GRANO DURO + ERBA MEDICA <i>Raccolta Grano Duro in Luglio</i>	COLTURA DA RINNOVO
	Autunno	MISCUGLIO DA SOVESCIO <i>Solo il letame non è sufficiente.</i> <i>Semina prato in Ottobre-Novembre</i>	GRANO DURO <i>Semina Grano Duro in Novembre</i>	ERBA MEDICA <i>(RIPOSO - FUORI ROTAZIONE)</i>	GRANO DURO <i>Semina Grano Duro in Novembre</i>

Figura 2.5: Rotazione prevista nei tre anni di sperimentazione nell'Azienda Agricola Forte Soc. Semplice

Tabella 2.7: Inserimento delle diverse tesi di concimazione organica all'interno della rotazione colturale presso l'Azienda Agr. Forte Soc. Semplice

ANNO	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3
1	T1; T2; T3; T4	Frumento Duro + Trifoglio	Trifoglio
2	Frumento Duro + Trifoglio	Trifoglio	T1; T2; T3; T4
3	Trifoglio	T1; T2; T3; T4	Frumento Duro + Erba Medica

Legenda: T1: letame ovino; T2: letame ovino + miscuglio da sovescio (Benedettelli); T3: miscuglio da sovescio (Benedettelli); T4: controllo

Campi oggetto di sperimentazione :

- Proposta 1:
 - Gruppo 1: campo 8
 - Gruppo 2: campo 11
 - Gruppo 3: campo 3
- Proposta 2:
 - Gruppo 1: campo 9
 - Gruppo 2: campo 13
 - Gruppo 3: campo 3

Test speditivi per la valutazione della fertilità del suolo

In ogni parcella saranno effettuati i seguenti test:

- Test della vanga
- Numerosità lombrichi
- Resistenza alla penetrazione

Per la coltura da rinnovo ed il grano duro sarà inoltre testata la *produttività* della coltura.

Aggiornamento: 01/06/2021

Per l'annata agraria 2020-2021 sono stati effettuati i campionamenti tramite test speditivi di campo, nelle date elencate qui sotto:

- Campionamento dei lombrichi: 26/05/2021
- Resistenza alla penetrazione: 26/05/2021
- Test della vanga: 26/05/2021
- Utilizzo delle erbe infestanti come bioindicatori: 26/05/2021

Per tutti i campionamenti sono state seguite le schede tecniche presenti nel Capitolo 7.

Aggiornamento: 15/06/2021

Descrizione delle attività di sperimentazione

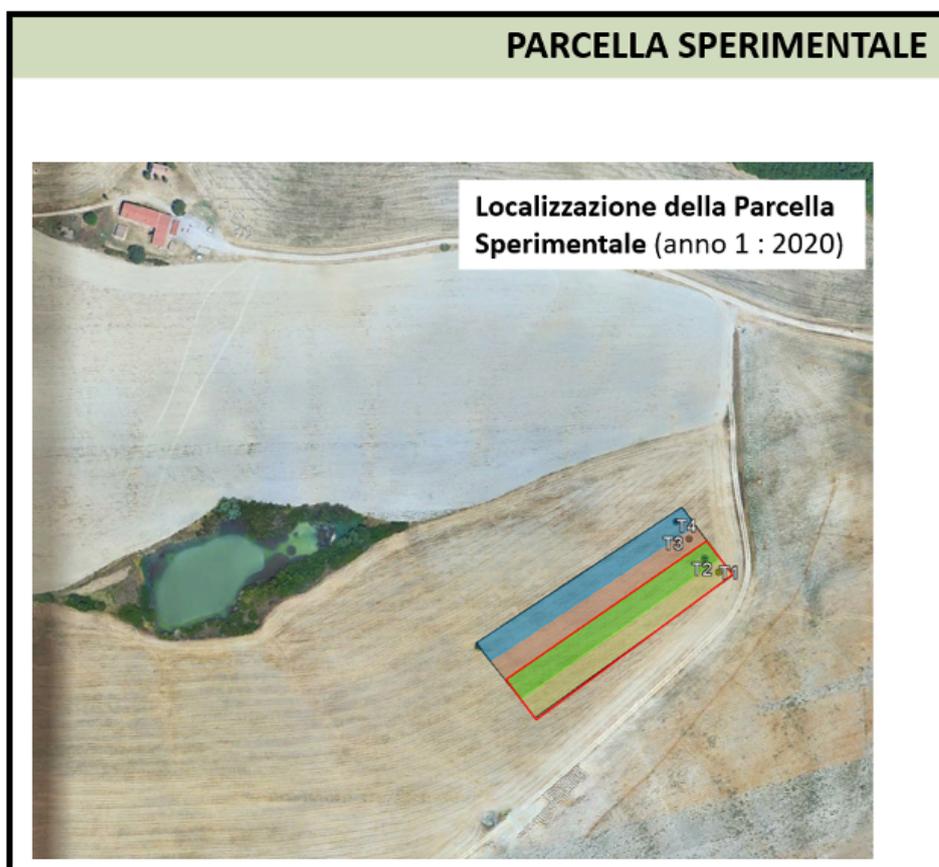


Figura 2.6: *Parcella sperimentale di 1 ettaro allestita in testata al campo 3 del gruppo Vitaleta*

Nel campo 3 dell'appezzamento "Vitaleta" attualmente in conversione all'agricoltura biodinamica, è stata allestita una parcella sperimentale di 1 ha (50x200 m) divisa in 4 sezioni da 2500 m² ciascuna. All'interno della parcella (Figura 2.6) verranno testate 4 tesi (T), una per ogni sezione, per comparare diversi livelli/strategie di integrazione/incremento della sostanza organica secondo schema a pagine seguente. Si sceglie di mantenere la parcella nello stesso campo per poter comparare gli effetti delle 4 tesi sperimentali sulla fertilità del suolo nel lungo periodo (2 anni).

Tesi

Coltura in rotazione: **Frumento Duro**

- T1

Distribuzione e interrimento letame ovino “bio” compostato a fine agosto + distribuzione preparato 500P in autunno;

- T2

Distribuzione e interrimento letame ovino “bio” compostato 1 mese prima della semina del frumento insieme alle specie spontanee nate dal seme residuale del sovescio fatto in inverno 2021 + distribuzione del preparato 500P in autunno;

- T3

Sovescio delle specie spontanee, nate dal seme residuale del sovescio fatto in inverno 2021, 1 mese prima della semina + distribuzione del preparato 500P in autunno;

- T4

Distribuzione e interrimento di pollina/stallatico pellettato secondo la pratica.

Nota

- In T4 non vengono distribuiti preparati biodinamici;
- Semina frumento: inizio novembre 2021

Test speditivi per la valutazione della fertilità del suolo

Per ogni tesi verranno effettuati i seguenti test speditivi:

- Test della vanga (campionamento ad aprile 2022);
- Numerosità di lombrichi (campionamento ad aprile 2022);
- Resistenza alla penetrazione (campionamento ad aprile 2022);
- Ricchezza e biomassa di specie spontanee (campionamento ad aprile 2022);
- Produttività delle colture (campionamento a luglio 2022).

2.4 Ricerca in Azienda Agr. Romualdi Tommaso

L'Azienda Agr. Romualdi Tommaso manifesta la necessità di ottimizzare l'ordinamento colturale e di migliorare i livelli di fertilità dei suoli al fine di sviluppare una strategia aziendale di integrazione tra produzioni vegetali e animali.

Nel caso dell'Az. Agr. Romualdi Tommaso era stato scelto di comparare gli effetti di letame umido proveniente da allevamenti a conduzione biologica con e senza aggiunta di preparati biodinamici. Inoltre, era prevista una diversificazione colturale basata sull'inserimento in rotazione di grano tenero antico. La superficie interessata dalla sperimentazione era di 1.2 Ha.

Durante l'incontro preliminare di lunedì 22 giugno sono state rimodulate e aggiornate le condizioni e le modalità riguardanti la partecipazione dell'Azienda nell'ambito del progetto DIFFER(ID19), successivamente all'approvazione di questo da parte del Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali.

La sperimentazione interesserà un totale di circa 3 Ha. La rotazione colturale discussa durante l'incontro prevede, oltre l'introduzione in rotazione del frumento tenero antico, anche l'introduzione di patata con Varietà selezionate dall'Università di Firenze. Il frumento, per le caratteristiche pedoclimatiche dell'azienda, viene solitamente seminato a Febbraio.

Le due tesi previste per le diverse prove di fertilizzazione durante il primo anno di sperimentazione (2020/2021) sono:

- Controllo senza letame (Ct)
- Letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica (OrMa)

Le tre tesi previste per le diverse prove di fertilizzazione a partire dal secondo anno di sperimentazione (2021/2022-2022/2023) sono:

- Controllo senza letame (Ct)
- Letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica (OrMa)
- Letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica con aggiunta di preparati biodinamici (BaMa)

Di seguito si riporta la proposta di schema di rotazione e relativa letamazione per gli anni 2020-2023.

La rotazione colturale discussa durante l'incontro prevede l'alternanza di Mais (*Zea mays*), Favino (*Vicia faba* var. *minor*), Patata (*Solanum tuberosum*) e Frumento tenero Var. antiche (*Triticum aestivum*).

La rotazione per il Campo 1, come da tabella 2.8, prevede: Frumento tenero Var. Gentil Rosso, Mais, Favino da sovescio, Patata

Tabella 2.8: *Rotazione prevista nei tre anni di sperimentazione sul Campo 1 dell'Azienda Agricola Romualdi Tommaso*

	Gen	Feb - Mar	Apr - Lug	Ago	Sett	Ott - Dic
2020/2021	SN	Frumento Tenero	Frumento Tenero	SN	OrMa dose 300 qli/ha	SN
2021/2022	SN	SN	Mais	Mais	Mais	Favino da sovescio
2022/2023	Favino da sovescio	Favino da sovescio	Patata	SN	BaMa dose 80 qli/ha	SN

Legenda: SN: suolo nudo; OrMa: letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica; BaMa: Letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica con aggiunta di preparati biodinamici

La rotazione per il Campo 2, presente in tabella 2.9, prevede: Patata, Frumento tenero Var. antica (seminato a Febbraio), Mais, Favino da sovescio.

Tabella 2.9: *Rotazione prevista nei tre anni di sperimentazione sul Campo 2 dell'Azienda Agricola Romualdi Tommaso*

	Gen	Feb Mar	-	Apr Lug	-	Ago	Sett	Ott Dic	-
2020/2021				Patata		SN	OrMa dose 150 qli/ha	SN	
2021/2022	SN	Frumento tenero		Frumento Tenero		SN	OrMa dose 300 qli/ha	SN	
2022/2023	SN	SN		Mais		Mais	Mais	Favino	

Legenda: SN: suolo nudo; OrMa: letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica;

La rotazione per il Campo 3, descritta in tabella 2.10 prevede: Girasole, Favino da sovescio, Patata, Frumento tenero Var. antica (seminato a Febbraio).

Tabella 2.10: *Rotazione prevista nei tre anni di sperimentazione sul Campo 3 dell'Azienda Agricola Romualdi Tommaso*

	Gen	Feb Mar	-	Apr Lug	-	Ago	Sett	Ott Dic	-
2020/2021				Girasole		Girasole	Girasole	Favino da sovescio	
2021/2022	Favino da sovescio	Favino da sovescio		Patata		SN	BaMa dose 80 qli/ha	SN	
2022/2023	SN	Frumento tenero		Frumento tenero		SN	OrMa dose 300 qli/ha	SN	

Legenda: SN: suolo nudo; OrMa: letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica; BaMa: Letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica con aggiunta di preparati biodinamici

A partire dal secondo anno sarà introdotta la terza tesi di fertilizzazione che prevede l'utilizzo di Letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica con aggiunta di preparati biodinamici (BaMa) distribuito sempre nel mese di Settembre insieme al letame bovino umido (OrMa) ma a dosi ridotte sia sul frumento tenero che sul mais, ovvero 40-80 q.li/ha.

Test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità (Task 3.3) e sperimentazione in aziende pilota di test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità (Task 5.3)

Tramite Task 3.3, verranno selezionati e validati test speditivi di campo e bioindicatori per la valutazione della fertilità dei suoli. Infatti, sono disponibili alcuni metodi speditivi (test della vanga, conta dei lombrichi, utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori, test di penetrometria), attraverso i quali è possibile indagare più sinteticamente la fertilità del suolo e che possono facilmente essere applicabili direttamente in azienda.

Il test della vanga [45] permette di attribuire un punteggio attraverso l'analisi visiva dello stato di aggregazione del suolo, contemporaneamente alla conta di radici e presenza di macrofauna.

Simultaneamente a questo test può essere effettuata anche la conta e il riconoscimento dei lombrichi. Questi organismi terricoli sono molto sensibili alla gestione del suolo sia per lavorazioni, sia per utilizzo di agro-farmaci o fertilizzanti chimici e liquami, rotazioni, pacciamature, salinizzazione e compattazione dei suoli [43]. Verranno valutati numerosità, stadio di sviluppo e categoria ecologica degli individui così da descrivere le popolazioni presenti nei terreni oggetto di sperimentazione. Lo stesso verrà fatto per quanto riguarda l'utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori [3] e la penetrometria, ovvero la misura della resistenza alla penetrazione.

Il task 5.3 partirà dalla base di conoscenze offerta dai risultati acquisiti nel Task 3.3 e testerà in ciascuna delle aziende pilota i protocolli del test della vanga, del campionamento dei lombrichi, della resistenza alla penetrazione e dell'utilizzo di erbe infestanti come bioindicatori.

Per quanto riguarda l'Azienda Agr. Romualdi Tommaso, negli appezzamenti coinvolti nella sperimentazione, ogni anno verranno effettuati i suddetti test speditivi, come riportato in figura 2.7.

A partire dalla fine del mese di Febbraio verrà effettuato un campionamento rivolto alla valutazione della fertilità biologica, utilizzando la presenza di lombrichi come bioindicatore; in concomitanza verrà valutata la resistenza alla penetrazione e sarà effettuato il test della vanga. Qualora le condizioni pedoclimatiche non consentano la valutazione dei suddetti test speditivi durante la primavera, sarà possibile effettuarli anche nei mesi di Ottobre e Novembre, come consigliato dal protocollo "Handbook of Methods - A compi-

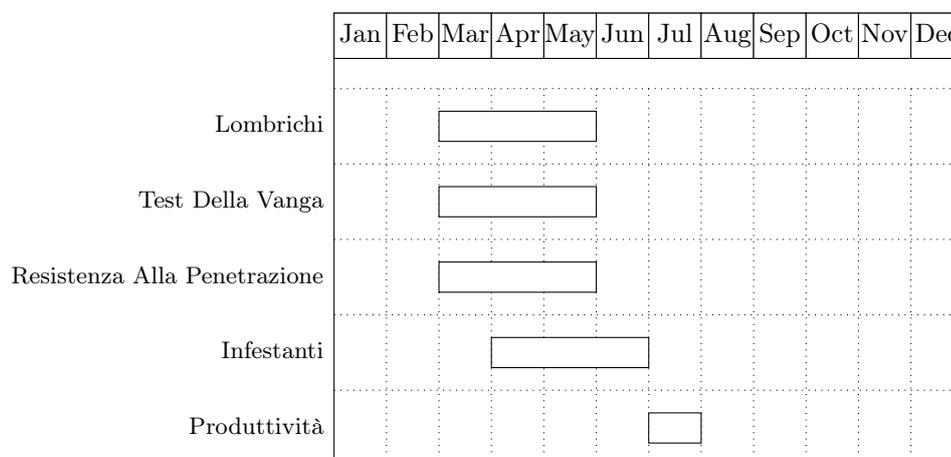


Figura 2.7: *Test speditivi presso l’Azienda Agricola Romualdi Tommaso*

lation of field and laboratory methods for the use within the project FERTIL CROP adapted from TILMAN-Org”.

Nei mesi di Aprile, Maggio e Giugno verranno campionate le erbe infestanti come bioindicatori ed infine sarà valutata la produttività delle diverse parcelle sperimentali durante la raccolta delle colture oggetto di sperimentazione.

Aggiornamento: 15/05/2021

Per l’annata agraria 2020-2021 sono stati effettuati i campionamenti tramite test speditivi di campo, nelle date elencate qui sotto:

- Campionamento dei lombrichi: 07/05/2021
- Resistenza alla penetrazione: 07/05/2021
- Test della vanga: 07/05/2021
- Utilizzo delle erbe infestanti come bioindicatori: 07/05/2021

Per tutti i campionamenti sono state seguite le schede tecniche presenti nel Capitolo 7.

2.5 Ricerca in Az. Agr. Amico Bio e Az. Agr. Amico Pasquale

Linee guida per l'allestimento del disegno sperimentale.

Descrizione del contesto pedo-climatico.

La sperimentazione si svolgerà sia in pieno campo, sia in coltura protetta rispettivamente nei terreni delle aziende Amico Bio e Amico Pasquale. In entrambe le aziende il terreno, originato da sedimenti vulcanici è molto fertile e sciolto con una classe tessiturale riconducibile al sabbioso-limoso. Nell'area oggetto di sperimentazione il clima è temperato, con periodi estivi di siccità e inverni piovosi, ma con temperature miti. La temperatura media annuale di Capua è 15.4 °C, mentre la piovosità media annuale è di 907 mm concentrati soprattutto nel mese di novembre (fonte: <https://it.climate-data.org/europa/italia/campania/capua-14139/>).



Figura 2.8: Appezamenti dell'azienda Amico Bio con coltivazioni pacciamate con biofilm (in alto) e scerbate e sarchiate manualmente (in basso)

Scopo della sperimentazione – Opzione 1

La sperimentazione avrà inizio nell'autunno 2020 (inizio stimato per la prima metà di ottobre) ed in entrambe le aziende lo scopo sarà quello di

incrementare la biodiversità e sfruttarne gli effetti benefici sulle colture realizzando delle strisce inerbite seminate ai margini dei campi e, dove possibile, nell'interfila della coltura principale. La striscia inerbita verrà consociata alle liliacee e brassicacee coltivate e di essa verranno testate e valutate le seguenti funzioni: repellente nei confronti di insetti dannosi per le colture; rifugio e habitat per gli insetti utili sia per l'impollinazione sia per il biocontrollo; produttiva, in quanto alcune specie che andranno a comporre il miscuglio possiedono proprietà fitofarmaceutiche e contengono sostanze con azione insetticida, fungicida e nematocida; di strutturazione del terreno da parte degli apparati radicali; estetica.

Criteri di selezione del miscuglio per la semina in ottobre

Le specie da seminare sono state scelte in base a: a) scopo della sperimentazione; b) compatibilità con il contesto pedo-climatico; c) epoca di semina. Per soddisfare i tre criteri di selezione la ricerca delle specie si è strutturata a partire dalle pubblicazioni relative al progetto Co.Al.Ta. (Colture Alternative al Tabacco: RegCEE2182/02) pubblicate su *Il Naturalista Campano* a partire dal 2007. L'oggetto del progetto Co.Al.Ta era lo studio delle proprietà etnobotaniche di specie coltivate e spontanee Campane che potevano rappresentare un'alternativa alla coltivazione del tabacco divenuta ormai marginale. Il miscuglio di specie che viene di seguito proposto soddisfa i tre criteri di selezione e rappresenta la base per gli studi sull'implementazione della biodiversità in azienda previsti dal progetto DIFFER.

Composizione del miscuglio – Opzione 1

Daucus carota (o Carota selvatica; Figura 2.9):



Figura 2.9: *Infiorescenza ad ombrello di Daucus carota*

- Descrizione: specie originaria della parte meridionale dell'Eurasia, ma oggi diffusa nelle zone temperate di tutto il mondo. La carota selvatica è una pianta erbacea a ciclo biennale appartenente alla famiglia delle

Apiaceae (o Umbrelliferae) con apparato radicale fittonante. La pianta ha una grossa rosetta basale di foglie, da cui si ergono i lunghi fusti che terminano con lo scapo fiorale. Il periodo di fioritura si estende da maggio a luglio.

- Densità di semina: 35 piante/m² (distanza di semina 6x6 cm).
- Funzioni: pianta trappola per le cimici attratte dall'infiorescenza ad ombrella, funzione rifugio e habitat per insetti utili, proprietà fitofarmaceutiche e officinali di foglie, semi e radici (cicatrizzanti, diuretiche e digestive).
- Svantaggi: se non controllata adeguatamente, la carota selvatica per la sua rusticità e adattabilità può diventare infestante.

Artemisia annua (o Assenzio annuale; Figura 2.10):



Figura 2.10: *Parte epigea di Artemisia annua*

- Descrizione: specie eurasiatica di origine steppica, ormai ampiamente diffusa anche altrove in ambienti disturbati ma da noi piuttosto rara ed effimera, presente in Italia come pianta avventizia, con ampie lacune. Cresce in ambienti ruderali, lungo le vie, in incolti ghiaiosi e sabbiosi, dal livello del mare ai 500 m circa. *Artemisia annua* è una pianta erbacea a ciclo annuale appartenente alla famiglia delle Asteraceae con apparato radicale fittonante.
- Densità di semina: 5-6 piante/m² (distanza di semina 30x50 cm)
- Funzioni: fitoestratti ad azione bio-fumigante, repellente e insetticida nei confronti di Coleotteri, Ditteri, Rincoti e Lepidotteri (per maggiori dettagli consultare *Vicidomini* 2008). Inoltre, fitoestratti di *Artemisia*

hanno dimostrato azione citotossica nei confronti di molti generi di funghi tra cui alcuni dannosi per le colture oggetto della sperimentazione del progetto DIFFER come il genere *Alternaria*

- Svantaggi: Come le altre specie congeneri, contiene il tossico thujone. Da valutare l'effetto negativo dell'azione bio-fumigante sui microorganismi utili nel lungo periodo.

Sinapis alba (o Senape bianca; Figura 2.11):



Figura 2.11: Fioritura di *Sinapis alba* in pieno campo

- Descrizione: La senape bianca è una pianta annua appartenente alla famiglia delle Cruciferae, a una distribuzione eurimediterranea ed è presente con tre sottospecie in quasi tutte le regioni d'Italia (sembra mancare allo stato spontaneo nelle regioni nord-occidentali). Cresce spontanea in campi di cereali, incolti e ruderi, al di sotto della fascia montana inferiore, ma spesso viene anche coltivata. Presenta un apparato radicale fittonante.
- Densità di semina: 6-7 piante/m² (distanza di semina 30x30).
- Funzioni: proprietà fitofarmaceutiche e officinali, attrattiva per gli insetti utili. Azione biocida e mobilitazione del fosforo da parte degli essudati radicali.
- Svantaggi: effetto negativo dell'azione biocida nel lungo periodo.

Ruta graveolens (o Ruta comune; Figura 2.12):

- Descrizione: la ruta comune è una specie dell'Europa sudorientale presente come pianta spontanea o avventizia in tutte le regioni dell'Italia continentale salvo che in Valle d'Aosta. Cresce nei prati aridi, nei macereti e negli orli di boschi termofili, in siti caldi e assolati, su suoli di



Figura 2.12: *Esempio di aiuola seminata con Ruta graveolens*

solito calcarei, poco profondi e ricchi in scheletro, aridi d'estate, con optimum al di sotto della fascia montana. E' una piante erbacea perenne appartenente alla famiglia delle Rutaceae con apparato radicale composto da radici fibrose che affondano in profondità nel terreno.

- Densità di semina: 4-5 piante/m² (distanza di semina 40x40 cm).
- Funzioni: proprietà fitofarmaceutiche. In linea con gli scopi della sperimentazione verrà testato il potenziale effetto insettifugo di Ruta comune nei confronti di afidi ed altri insetti dannosi per le colture.
- Svantaggi: La ruta è tossica per il contenuto in furocumarine e rutarine e per gli alcaloidi chinolonici presenti nell'olio essenziale dall'odore sgradevole; assunta a dosi eccessive provoca gravi disturbi, con esiti anche letali. Gli olii essenziali possono provocare reazioni fotoallergiche in persone sensibili che hanno toccato la pianta in giorni assolati. Si può riscontrare difficoltà di germinazione in caso di semina autunnale in quanto l'ottimo di temperatura per la germinazione è 18-20 °C.

Scopo della sperimentazione – Opzione 2

La sperimentazione nell'ambito del progetto DIFFER in entrambe le aziende avrà lo scopo di incrementare la biodiversità e sfruttarne gli effetti benefici sulle colture realizzando delle strisce inerbite seminate ai margini dei campi e, dove possibile, nell'interfila della coltura principale. La striscia inerbita verrà consociata a liliacee e brassicacee coltivate e di essa verranno testate e valutate le seguenti funzioni:

- *repellente e/o pianta trappola* nei confronti di insetti dannosi per le colture;

- *bioindicatrice* di malattie fungine;
- *rifugio* e *habitat* per gli insetti utili sia per l'impollinazione sia per il biocontrollo;
- *produttiva*, in quanto alcune specie che andranno a comporre il miscuglio possiedono proprietà fitofarmaceutiche e contengono sostanze con azione insetticida, fungicida e nematocida;
- *estetica*.

Selezione delle specie per la costituzione delle strisce inerbite seminate – Opzione 2

La ricerca nella letteratura scientifica si è concentrata sull'individuazione di specie erbacee con funzione di *pianta trappola* per gli insetti dannosi alle colture e *bioindicatrice* di malattie fungine ed è stata condotta attraverso il motore di ricerca Web of Science (WoS) dal 1985 al 2020. I risultati della ricerca per le colture target e le loro principali avversità sono riassunti nella seguente tabella. E' necessario precisare che, vista l'assenza di dati su specie erbacee con funzione bioindicatrice nei confronti del fungo patogeno *Alternaria brassicae*, la strategia è stata quella di cercare specie appartenenti alla famiglia delle brassicacee molto sensibili ad *Alternaria* così da testarne la funzione di modello previsionale in campo per la coltura principale.

Reperibilità della semente ed epoca di semina – Opzione 2

Cotone (Gossypium):

- epoca di semina: da febbraio a maggio
- dose di semina: 15-20 kg/ha
- quantità necessaria: 10 kg

Grano saraceno (Fagopyrum esculentum):

- epoca di semina: primavera inoltrata
- dose di semina: 50 kg/ha
- quantità necessaria: 25 kg

Facelia (Phacelia tanacetifolia):

- epoca di semina: fine estate e primavera

Tabella 2.11: *Specie selezionate per la costituzione delle strisce inerbite*

Coltura principale	Avversità	Specie bio-indicatrice	Piante trap-pola
Cipollotto (<i>Allium cepa</i> L.)	Tripide della cipolla (Thrips tabaci)		Cotone (Gossypium); Grano saraceno (<i>Fagopyrum esculentum</i>); Facelia (<i>Phacelia tanacetifolia</i>); Carota (<i>Daucus carota</i>); Cavolo africano (<i>Cleome gynandra</i>).
Cavolfiori (<i>Brassica oleracea</i>)	Cavolaia maggiore (<i>Pieris brassicae</i>)		Cavolo d'Abissinia (<i>Brassica carinata</i> A. Braun)
Cavolfiori (<i>Brassica oleracea</i>)	Alternariosi (<i>Alternaria brassicae</i>)	Colza (B. napus cv Hyola 450 TT); Colza (B. napus cv CBTM Tribune); Senape indiana (B. juncea genotipo Seeta)	

- dose di semina: 10 kg/ha
- quantità necessaria: 5 kg

Carota (Daucus carota):

- epoca di semina: gennaio, febbraio, marzo, aprile, maggio, giugno
- dose di semina: 200.000 pz.
- quantità necessaria: 150.000 pz.

Cavolo africano (Cleome gynandra):

- epoca di semina: nd
- dose di semina: nd
- quantità necessaria: nd

Cavolo d'Abissinia (Brassica carinata A. Braun):

- epoca di semina: autunno
- dose di semina: 12-15 kg/ha
- quantità necessaria: 7 kg

Colza (B. napus cv Hyola 450 TT):

- epoca di semina: autunno
- dose di semina: 70 piante/m²
- quantità necessaria: 20 piante/m²

Colza (B. napus cv CBTM Tribune):

- epoca di semina: autunno
- dose di semina: 70 piante/m²
- quantità necessaria: 20 piante/m²

Senape indiana (B. juncea genotipo Seeta):

- epoca di semina: autunno
- dose di semina: 70 piante/m²
- quantità necessaria: 20 piante/m²

Realizzazione delle strisce inerbite

Azienda Amico Bio (pieno campo)

- colture principali: Cipollotto (o Cipolla d'inverno) e crucifere
- composizione miscuglio: *Daucus carota*, *Artemisia annua*, *Ruta graveolens* e *Sinapis alba*
- dimensioni strisce inerbite ai margini del campo: 2 m x lunghezza campo, nel margine sinistro o destro (Figura 2.13)



Figura 2.13: *Disposizione della striscia inerbita ai margini del campo*

- dimensioni strisce inerbite nell'interfila: 1 m x lunghezza campo. La striscia sarà seminata tra le file binate pacciamate del cipollotto, sostituendo una fila binata ogni due con la striscia inerbita. Saranno realizzate 3 strisce inerbite interfilari (si veda la tabella 1 del presente documento e la Figura 2.14)
- Permanenza in campo delle strisce inerbite: la striscia inerbita sarà sfalciata/interrata o mantenuta a seconda delle necessità in termini di spazio e rotazioni colturali di concerto con il responsabile aziendale.
- Considerazioni generali: la superficie da destinare alla sperimentazione non dovrà interferire con la programmazione lineare aziendale, quindi potrà essere diminuita in funzione di questo aspetto fondamentale.



Figura 2.14: *Disposizione delle strisce inerbite nell'interfila*

Azienda Amico Pasquale (coltura protetta)

- colture principali: fiori eduli e crucifere
- composizione miscuglio: *Daucus carota*, *Artemisia annua*, *Ruta graveolens* e *Sinapis alba*

- dimensioni strisce inerbite: anche in questo caso, considerando una superficie totale in coltura protetta di 2 Ha, la disposizione delle strisce inerbite deve essere valutata insieme al responsabile aziendale in modo che le strisce marginali ed interfilari non alterino la programmazione lineare aziendale.
- Permanenza in campo delle strisce inerbite: la striscia inerbita sarà sfalciata/interrata o mantenuta a seconda delle necessità in termini di spazio e rotazioni colturali di concerto con il responsabile aziendale.
- Considerazioni generali: la sperimentazione in coltura protetta si incentrerà sulla funzione rifugio ed habitat, sulla azione fumigante e la potenziale azione antifungina delle specie che costituiscono il miscuglio.

Superficie da destinare alla sperimentazione

Azienda Amico Bio (pieno campo)

Tabella 2.12: *Ripartizione superficie da destinare alle strisce inerbite in pieno campo*

Sezioni del campo	Totale larghezza strisce (m)	Totale lunghezza strisce (m)	Totale m ²
marginie	2	300	600
interfila	3	300	900
totale m ² occupati			1.500

Tabella 2.13: *Superficie totale da destinare alla sperimentazione in pieno campo*

Descrizione	Numero campi sperimentazione	Totale m ² occupati
semina autunnale	4	6.000
semina primaverile*	3	4.500
Totale	7	10.500

*da definire composizione del miscuglio ed epoca di semina

Azienda Amico Pasquale (coltura protetta)

Tabella 2.14: *Ripartizione superficie da destinare alle strisce inerbite in coltura protetta*

Sezioni del campo	Totale larghezza strisce (m)*	Totale lunghezza strisce (m)*	Totale m ² *
margine			
interfila			
totale m ² occupati			

*da definire in base alle disponibilità aziendali

Tabella 2.15: *Superficie totale da destinare alla sperimentazione in coltura protetta*

Descrizione	Numero campi sperimentazione**	Totale m ² occupati**
semina autunnale		
semina primaverile		
Totale		

**da definire in base alle disponibilità aziendali

2.6 Ricerca in Cooperativa Vitulia

Piano di sperimentazione per i tre anni di progetto (2020-2023)

Aggiornamento: 01/12/2020

Tabella 2.16: *Rotazione prevista nei tre anni di sperimentazione e diverse tesi di concimazione organica nella Cooperativa Vitulia*

Anno	Parcella 0,5 ha	Parcella 0,5 ha	Parcella 0,5 ha	Parcella 0,5 ha	
1	Lupinella + Primaverile	501	Lupinella + 501 Estivo	Controllo (Prato Spontaneo)	Controllo (Prato Spontaneo)
2	Lupinella + Primaverile	501	Lupinella + 501 Estivo	Controllo (Prato Spontaneo)	Controllo (Prato Spontaneo)
3	Patata Viola	Patata Viola	Patata Viola + Ovino	Letame	Patata Viola + Ovino

Nota: Le parcelle sono intervallate da filari di olivi

Test speditivi per la valutazione della fertilità del suolo.

In ogni parcella saranno effettuati i seguenti test:

- test della vanga;
- numerosità di lombrichi;
- resistenza alla penetrazione;
- utilizzo delle specie infestanti come bioindicatori;
- produttività delle colture

Aggiornamento: 01/05/2021

Per l'annata agraria 2020-2021 sono stati effettuati i campionamenti tramite test speditivi di campo, nelle date elencate qui sotto:

- Campionamento dei lombrichi: 13/04/2021 - 14/04/2021
- Resistenza alla penetrazione: 14/04/2021

- Test della vanga: 13/04/2021 - 14/04/2021
- Utilizzo delle erbe infestanti come bioindicatori: 13/04/2021 - 14/04/2021

Per tutti i campionamenti sono state seguite le schede tecniche presenti nel Capitolo 7.

Aggiornamento: 01/06/2021

Descrizione delle attività di sperimentazione

In un appezzamento ad indirizzo olivicolo attualmente in conversione all'agricoltura biodinamica, è stata allestita una parcella sperimentale di 1 ha divisa in 4 sezioni come nello schema riportato sotto. All'interno della parcella verranno testate 4 tesi (T), una per ogni sezione, per comparare diversi livelli/strategie di integrazione/incremento della sostanza organica ed una diversificazione colturale basata sull'inserimento in rotazione della patata viola calabrese nella campagna agraria 2021/2022. Si sceglie di mantenere la parcella nello stesso appezzamento per tutta la durata del progetto poter misurare gli effetti delle 4 tesi sperimentali sulla fertilità del suolo in un contesto agro-forestale nel lungo periodo.

Tabella 2.17: *Disegno sperimentale per le campagne agrarie 2020/2021 e 2021/2022*

Anno	Parcella 0,35 ha	Parcella 0,35 ha	Parcella 0,1 ha	Parcella 0,1 ha
2020 - 21	BaMa + Lupinella	BaMa + Lupinella	BaMa + Lupinella	Controllo (Prato Spontaneo)
2021 - 22	BaMa + Patata Viola/Lupinella 2° anno	BdMa + Patata Viola	PeMa + Patata Viola	PeMa + Patata Viola

Legenda: PeMa = stallatico pellettato; BaMa = letame ovino compostato con preparati biodinamici; BdMa = letame bovino/equino biodinamico aziendale;

Note:

- Le parcelle sono intervallate da filari di olivi;
- Annata agraria 2020-21: distribuzione preparato 501 su olivi post-allegazione solo su sezioni 1,2;
- Annata agraria 2021-22: distribuzione preparato 500 e 501 su olivi post-allegazione solo su sezioni 1,2.

Ipotesi lavorazioni

- Parcella 1,2: rippatura post raccolta olive – interrimento concime con erpice a dischi a febbraio – erpicatura a dischi pre-semina;
- Parcella 3,4: interrimento concime con aratro a febbraio – erpicatura a dischi pre-semina.

Test speditivi per la valutazione della fertilità del suolo.

Per ogni tesi verranno effettuati i seguenti test speditivi:

- Test della vanga (campionamento ad aprile 2022);
- Numerosità di lombrichi (campionamento ad aprile 2022);
- Resistenza alla penetrazione (campionamento ad aprile 2022);
- Utilizzo delle specie infestanti come bioindicatori (campionamento ad aprile 2022);
- Produttività delle colture (campionamento a luglio 2022).

2.7 Piano riassuntivo delle sperimentazioni in azienda

Tabella 2.18: *Piano riassuntivo dei programmi di ricerca nelle Aziende partner*

Azienda	Regione / Gestione	Ordinamento Produttivo	Sistema Culturale	Colture Target	Oggetto della sperimentazione	Tesi a confronto	Indicatori Utilizzati
Az. Agricola di Montepaldi (Campi sperimentali MoLTE-Montepaldi Long Term Experiment)	Toscana / Biologica	viti-olivicolocerealicolo	seminativo	Grano tenero antico	Diversificazione culturale; Fertilità del suolo	T1: letame biodinamico; T2: letame bovino umido da allevamento aziendale biologico con preparati biodinamici addizionati; T3: letame bovino umido da allevamento biologico; T4: letame pellettato biologico; T5: controllo	Analisi chimico-fisiche del suolo; Analisi microbiologiche del suolo; Test della vanga; Lombrichi come bioindicatori; Specie infestanti come bioindicatori; Resistenza alla penetrazione; Produttività delle colture
Az. Agricola Forte	Toscana / Biodinamica	viti-olivicolocerealicolo-zootecnico	seminativo	Grano duro antico	Diversificazione culturale; Fertilità del suolo	T1: letame bovino umido da allevamento aziendale biologico con preparati biodinamici addizionati + preparato 500P; T2: letame bovino umido da allevamento aziendale biologico con preparati biodinamici addizionati + sovescio multispecie + preparato 500P; T3: sovescio multispecie + preparato 500P; T4: letame pellettato biologico	Test della vanga; Lombrichi come bioindicatori; Specie infestanti come bioindicatori; Resistenza alla penetrazione; Produttività delle colture

(Continua alla pagina successiva)

(Continua dalla pagina precedente)

Az. Agricola Amico Bio	Campania / Biodinamica	orticolo-olivicolo-cerealicolo	orticolo di pieno campo	Cipolla invernale, cavolfiore	Implementazione della biodiversità	T1: strisce inerbite seminate con funzione di: piante trappola per insetti dannosi chiave; bioindicatori di malattie fungine; T2: controllo	Numero di piante colpite; Entità del danno arrecato
Az. Agricola Amico Pasquale	Campania / Biodinamica	ortofloricolo	ortofloricolo in coltura protetta	Cipolla invernale, cavolfiore, fiori eduli	Implementazione della biodiversità	T1: strisce inerbite seminate con funzione di: piante trappola per insetti dannosi chiave; bioindicatori di malattie fungine; T2: controllo	Numero di piante colpite; Entità del danno arrecato
Az. Agricola Mascagni Bianca	Toscana / Biologica	cerealicolo-olivicolo	seminativo	Grano tenero antico, grano duro antico	Diversificazione culturale; Fertilità del suolo	T1: letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale a conduzione biologica; T2: letame pellettato biologico; T3: controllo	Test della vanga; Lombrichi come bioindicatori; Specie infestanti come bioindicatori; Resistenza alla penetrazione; Produttività delle colture
Az. Agricola Poggio La Tana di Romualdi Tommaso	Toscana / Biologica	viti-cerealicolo-olivicolo	agroforestale (olivo + seminativo)	Grano tenero antico, patate cv locali	Diversificazione culturale; Fertilità del suolo	T1: letame bovino umido proveniente da allevamento aziendale biologico con preparati biodinamici addizionati; T2: letame bovino umido proveniente da allevamento biologico; T3: controllo; nota: parte della sperimentazione in sistema agroforestale (olivo)	Test della vanga; Lombrichi come bioindicatori; Specie infestanti come bioindicatori; Resistenza alla penetrazione; Produttività delle colture

(Continua alla pagina successiva)

(Continua dalla pagina precedente)

Cooperativa Vitulia	Calabria / Biologica	cerealicolo-olivicolo-ortofrutticolo	agroforestale (oliveto + seminativo)	Patate cv locali, lupinella	Diversificazione culturale; Fertilità del suolo	T1: lupinella biennale + letame ovino compostato con preparati biodinamici; T2: patata + letame bovino/equino biodinamico aziendale; T3: patata + letame pellettato biologico; T4: controllo; nota: tutti i trattamenti in sistema agroforestale (olivo)	Test della vanga; Lombrichi come bioindicatori; Specie infestanti come bioindicatori; Resistenza alla penetrazione; Produttività delle colture
---------------------	----------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------	---	--	--

Tabella 2.18: *Piano riassuntivo dei programmi di ricerca nelle Aziende partner*

**CRONOPROGRAMMA DEI
WORKSHOP PIANIFICATI
NELLE AZIENDE
(ALLEGATO 2)**

3.1 Cronoprogramma dei workshop pianificati nelle aziende

Tabella 3.1: *Cronoprogramma dei seminari previsti nel Task 5.1*

Titolo	Sede	Date previste
Pratiche agroecologiche per la conservazione del suolo e misure di <i>cross-compliance</i> della Politica Agricola Comunitaria	Biodistretto del Chianti, Castellina in Chianti (Siena) - Toscana - A distanza	Dicembre 2020
Modelli di gestione dell'allevamento e diversificazione colturale in un'azienda biodinamica agro-zoo-forestale	Az. Agr. Podere Forte -Toscana - A distanza	Febbraio 2021
Una review sulla ricerca scientifica in agricoltura biodinamica. Il contributo della sperimentazione dell'azienda agricola universitaria Montepaldi	Az. Agr. Montepaldi - Toscana - A distanza	Marzo 2021
<i>Sviluppi del biodinamico in Italia e all'estero le richieste del mercato.</i> A cura della Prof.ssa Ginevra Lombardi (DISEI-UNIFI) e del Dott. Carlo Triarico	SANA - Bologna	Settembre 2021
Co-progettazione di sistemi agrozooforestali sostenibili per la collina interna toscana	Az. Agr. Poggio la Tana (Loro Ciuffenna)	Dicembre 2021

(Continua alla pagina successiva)

(Continua dalla pagina precedente)

Co-progettazione di sistemi agrozooforestali sostenibili per le aree collinari della Calabria	Coop Vitulia - Calabria	Inverno 2021-2022
Co-progettazione di sistemi agrozooforestali sostenibili in Campania Felix	Az. Agr. Pasquale Amico - Campania	Inverno 2021-2022
Co-progettazione di accordi territoriali per il riciclo della sostanza organica tra aree urbane e aree rurali	Az. Agr. Amico Bio - Campania	Inverno 2021-2022
Riunione dello stakeholder group nazionale per la validazione dei modelli agro-zooforestali co-progettati a livello locale. Presentazione dei risultati della ricerca ottenuti nell'ambito del progetto DIFFER (ID19)	Da definire	Autunno 2023

Tabella 3.1: *Cronoprogramma dei seminari previsti nel Task 5.1*

3.2 Allegato 2A

Firme del meeting preliminare di progetto svolto in data 12/02/2020

				
Meeting preliminare progetto DIFFER				
Diversità, Fertilità e Resilienza in Sistemi Agro-Zoo-Forestali Sostenibili				
Data: 12/02/2020		Luogo: Università degli Studi di Firenze - Italy		
	Nome e Cognome	Istituto di appartenenza	E-mail	Firma
1	GINEVRA VIRGINIA LOMBARDI	DISEI - UNIFI	gvlombardi@unifi.it	<i>gvlombardi</i>
2	ANDRINO PANTANI	DASRI - UNIFI	apantani@unifi.it	<i>apantani</i>
3	CARLA CAMPA VALENTINA	PER ASS. PER L'AGR. BD	Valentina.vignini@apas.it	<i>Valentina Carla Campa</i>
4	ELISABETTA BUZZI	DASRI UNIFI	elisabetta.buzzi@unifi.it	<i>Elisabetta Buzzi</i>
5	GAIO CESARE PACINI	DASRI - UNIFI	gaio.cesare.pacini@unifi.it	<i>Gaio Pacini</i>
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				

3.3 Allegato 2B



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



13-14 novembre 2020

PROGETTO DIFFER - DIVERSITÀ, FERTILITÀ E RESILIENZA IN SISTEMI AGROZOOFORESTALI SOSTENIBILI

I° meeting di progetto

VENERDI' 13 NOVEMBRE

09.00-09.30 REGISTRAZIONE

09.30-10.00 **WP1**

PRESENTAZIONE DEL RAPPORTO DI RENDICONTAZIONE
SCIENTIFICA

Cesare Pacini, *coordinatore wp1*

10.00-11.00 **WP3 (T.3.1-T.3.2-T.3.3-T.5.3)**

DESCRIZIONE DEL DISEGNO SPERIMENTALE DEL MOLTE E DEL PIANO
DI SPERIMENTAZIONE NELLE AZIENDE PREVISTO DAL PROGETTO
DIFFER

Margherita Santoni, *dottoranda di ricerca DIFFER*

Ottorino-Luca Pantani, *coordinatore wp3*

Lorenzo Ferretti, *borsista di ricerca DIFFER*

Carlo Viti, *co-coordinatore wp3*

Matteo Daglio, *assegnista di ricerca UNIFI-DAGRI*

11.00-13.00 **WP5 (T.5.1-T.5.2)**

FOCUS GROUP DI CO-PROGETTAZIONE E MODELLIZZAZIONE DI
SISTEMI AGROZOO-FORESTALI BIODINAMICI E BIOLOGICI
SOSTENIBILI E SPERIMENTAZIONE NELLE AZIENDE

Carlo Triarico, *coordinatore wp5*

Sandro Stoppioni, *co-coordinatore wp5 (Lorenzo Ferretti, borsista di ricerca
DIFFER)*

13.00-14.30 **Pausa pranzo**

14.30-15.00 **WP4**

PROGRAMMAZIONE DELLE ATTIVITA' DI RICERCA SU VALU-
TAZIONE SOCIO ECONOMICA DELLE PRATICHE AGROECOLOGICHE
BIODINAMICHE E BIOLOGICHE

Ginevra Lombardi, *coordinatrice wp4*



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE



15.00-17.00 **WP1**

COSTITUZIONE DELLO STAKEHOLDER GROUP PER LA VALIDAZIONE
DEI MODELLI AZIENDALI BIODINAMICI E BIOLOGICI

Cesare Pacini, *coordinatore wp1*

17.00-18.30 **DISCUSSIONI**

SABATO 14 NOVEMBRE

09.30-10.30 **WP3**

PRIMI RISULTATI SU IMPATTI DELLE PRATICHE BIODINAMICHE
E BIOLOGICHE SULLA FERTILITÀ DEL SUOLO E PRESENTAZIONE
DELLE TESI DI LAUREA

Ottorino-Luca Pantani, *coordinatore wp3*

Margherita Santoni, *dottoranda di ricerca Differ*

10.30-13.00 **WP2**

PRESENTAZIONE DELLE LINEE GUIDA PER LA PRODUZIONE DEL
MANUALE SULLE PRATICHE AGROECOLOGICHE E DEFINIZIONE
DELLA PROGRAMMAZIONE

Paola Migliorini, *coordinatrice wp2*

13.00-14.30 **Pausa pranzo**

14.30-16.00 **SINTESI E PROGRAMMAZIONE DEI PROSSIMI EVENTI**

3.4 Allegato 2C





Sabato 12 dicembre 2020

WEBINAR
PRATICHE AGROECOLOGICHE PER LA CONSERVAZIONE DEL SUOLO E
MISURE DI CONDIZIONALITA'
DELLA POLITICA AGRICOLA COMUNITARIA/AGROECOLOGICAL
PRACTICES FOR SOIL CONSERVATION AND CAP CROSS-COMPLIANCE

Link: <https://meet.google.com/jpz-jyex-ooe>

Organizzatore operativo/Operative organizer: *Lorenzo Ferretti*, socio di Agroecology Europe, Agroecology Europe Youth Network e Agroecology Italy/member of Agroecology Europe, Agroecology Europe Youth Network and Agroecology Italy. Contatti/Contact: lorenzo.ferretti@unifi.it; +39 339 8785945

Coordinatore/Chairman: *Gaio Cesare Pacini*, socio di Agroecology Europe e Vice-Presidente di Agroecology Italy/ member of Agroecology Europe, Vice-President of Agroecology Italy

PROGRAMMA/PROGRAMME

09.15-09.30 **SALUTO DEI RAPPRESENTANTI DEI PROGETTI/WELCOME**

Valentina Carlà Campa, APAB
Gaio Cesare Pacini, Università di Firenze/*University of Florence*
Paola Migliorini, Agroecology Europe

09.30-10.30 **VISITA AZIENDALE (video) E CONFRONTO CON L'AGRICOLTORE/FARM VISIT (VIDEO) AND DISCUSSION WITH THE FARMER**



Azienda Agricola "La Scoscesa", progettata in permacultura situata nel Comune di Gaiole in Chianti/*A permaculture farming example in Chianti*. Riprese a cura di Marco Fratoddi

10.30-11.30 **VISITA AZIENDALE (video) E CONFRONTO CON L'AGRICOLTORE /FARM VISIT (VIDEO) AND DISCUSSION WITH THE FARMER**



Podere "Le Cinciole", azienda agricola vitivinicola biologica a Panzano in Chianti/ "*Le Cinciole*" organic farm in Chianti. Riprese a cura di Marco Fratoddi





This conference was organised with the financial support of the LIFE Operating Grant for NGOs of the European Commission
 Agli iscritti all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori forestali verranno rilasciati i crediti formativi professionali



SESSIONE 1/SESSION 1

11.30-11.50 INTRODUZIONE E PRESENTAZIONE DEL BIO-DISTRETTO DEL CHIANTI/*WELCOME AND PRESENTATION OF THE CHIANTI ORGANIC DISTRICT*
Monica Coletta, Associazione Italiana Agricoltura Biologica, AIAB/ *Italian association of organic agriculture (AIAB)*

11.50-12.10 PRATICHE AGROECOLOGICHE PER LA CONSERVAZIONE DEL SUOLO IN VIGNETO/*AGROECOLOGICAL SOIL CONSERVATION PRACTICES FOR VINEYARD MANAGEMENT*
Ruggero Mazzilli, Stazione Sperimentale per la Viticoltura SPEVIS/*The Experimental Station for Viticulture SPEVIS*

12.10.12.30 MISURE DI CONDIZIONALITÀ O UN NUOVO MODELLO DI AGRICOLTURA PER LA CONSERVAZIONE DEL SUOLO? IL RUOLO DELLA PAC/*CROSS-COMPLIANCE MEASURES OR A BRAND NEW MODEL OF AGRICULTURE TO PROMOTE SOIL CONSERVATION? THE ROLE OF COMMON AGRICULTURAL POLICY*
Benedetto Rocchi, DISEI-Università degli Studi di Firenze/*University of Florence*

12.30-13.00 DISCUSSIONE/*DISCUSSION*

Pausa pranzo/lunch break

SESSIONE 2/SESSION 2

14.10.14.30 PRATICHE AGROECOLOGICHE PER LA CONSERVAZIONE DEL SUOLO IN SISTEMI COLTURALI ERBACEI E AGROFORESTALI *AGROECOLOGICAL SOIL CONSERVATION PRACTICES IN ARABLE CROPS AND AGROFORESTRY*
Gaio Cesare Pacini, DAGRI-Università degli Studi di Firenze/*University of Florence*

14.30-14.50 RE-INNOVAZIONE BASATA SULLA CULTURA PROMISCUA/*RE-INNOVATION BASED ON TRADITIONAL MEDITERRANEAN AGROFORESTRY SYSTEMS*
Vittorio Cintolesi, Presidente Comitato Promotore Distretto Biologico di Carmignano/*Organic district of Carmignano*

14.50.15.10 TERRAZZAMENTI E MURI A SECCO NELLA PROVINCIA DI FIRENZE/*TERRACES AND DRY STONE WALLS IN THE PROVINCE OF FLORENCE*
Paolo Baldeschi, DIDA-Università degli Studi di Firenze/*University of Florence*




This conference was organised with the financial support of the LIFE Operating Grant for NGOs of the European Commission
Agli iscritti all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori forestali verranno rilasciati i crediti formativi professionali



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DISEI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
ECONOMICHE E POLITICHE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
AGRICOLE, AMBIENTALI E FORESTALI

BIODISTRETTO
DELCHIANTI



15.10-15.30 PASSATO, PRESENTE E FUTURO DELLE PRATICHE AGROECOLOGICHE IN CHIANTI/*PAST, PRESENT AND FUTURE OF THE AGROECOLOGICAL PRACTICES IN CHIANTI*

Roberto Stucchi-Prinetti, Agricoltore, Presidente Bio-Distretto del Chianti/
President of the Organic district of Chianti

15.30-16.00 DISCUSSIONE/*DISCUSSION*

SESSIONE 3/SESSION 3

16.00-16.20 CARMIGNANO, UNA COMUNITA' IN TRANSIZIONE ECOLOGICA/*THE ECOLOGICAL TRANSITION OF THE CARMIGNANO COMMUNITY*

Edoardo Prestanti, Sindaco del Comune di Carmignano/*Mayor of the Municipality of Carmignano*

16.20-16.40 STATO E PROSPETTIVE DELL'AGRICOLTURA BIOLOGICA IN TOSCANA/*STATE AND PERSPECTIVES OF ORGANIC AGRICULTURE IN TUSCANY*

Alberto Bencistà, Presidente Toscana Bio, Responsabile Toscana FederBio/
President of ToscanaBio, Responsible person for FederBio in Tuscany

16.40-17.00 STATO E PROSPETTIVE DELL'AGRICOLTURA BIOLOGICA IN ITALIA/*STATE AND PERSPECTIVES OF ORGANIC AGRICULTURE IN ITALY*

Maria Grazia Mammuccini, Presidentessa di FederBio/*President of FederBio*

17.00-17.30 DISCUSSIONE/*DISCUSSION*

CONCLUSIONI/ FINAL WRAP UP AND CONCLUSION

17.30-18.00 COMMENTI CONCLUSIVI DA UNA PROSPETTIVA EUROPEA/*CONCLUDING REMARKS FROM A EUROPEAN PERSPECTIVE*

Paola Migliorini, Presidente Agroecology Europe, Univ. Sc. Gastronomiche/
President of Agroecology Europe



Regione Toscana



mipAAF
ministero delle politiche
agricole, alimentari e forestali



This conference was organised with the financial support of the LIFE Operating Grant for NGOs of the European Commission
Agli iscritti all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori forestali verranno rilasciati i crediti formativi professionali



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DISEI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
ECONOMICHE



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

BIODISTRETTO
DELCHIANTI



PROGETTI COINVOLTI/INVOLVED PROJECT

Il progetto DIFFER/ The DIFFER Project

"Diversità, fertilità e resilienza in sistemi agroforestali sostenibili", finanziato dal MIPAAF, ha come obiettivo definire pratiche agro-ecologiche per l'implementazione della sostenibilità in sistemi agro-zoo-forestali biodinamici e biologici mediterranei basati su vite e olivo. Coinvolge oltre all'Università di Firenze, l'Associazione per l'Agricoltura Biodinamica, l'agenzia formativa APAB, 8 agricoltori in Toscana, Campania e Calabria, professionisti agronomi, Coldiretti e Demeter/ "Diversity, fertility and resilience of agro-forestry systems" (National project funded by the Ministry for Agriculture and Forestry Policies; 2020-2023). DIFFER is aimed to define agro-ecological practices to enhance the sustainability of organic and biodynamic agro-forestry systems. Eight organic and biodynamic farms located in central and southern Italy are involved in the project. One of the above mentioned farms is the experimental farm of the University of Florence where the agro-ecological practices will be tested and validated

Il progetto VALBIOAGRI/ The VALBIOAGRI Project

Progetto interamente finanziato nell'ambito della Sottomisura 1.2 "Sostegno ad attività dimostrative e azioni di informazione" del Piano di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Toscana, VALBIOAGRI è finalizzato alla divulgazione dell'innovazione di processo e di prodotto nel campo dell'agroecologia intesa come attuazione dei metodi agricoli certificati, biologico e biodinamico, in un contesto di uso razionale delle risorse. Gli obiettivi preposti saranno perseguiti attraverso la realizzazione di convegni, seminari ed altri strumenti di disseminazione in relazione ad aree tematiche quali diffusione dell'innovazione, condizionalità in agricoltura, misure agroambientali di gestione di acqua, suolo, energia, biodiversità e paesaggio per la mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. VALBIOAGRI coinvolge l'agenzia formativa APAB (Capofila), Università di Firenze, Biodistretto della Valdichiana, Coordinamento Toscano Produttori Biologici, Associazione Bartola, AP Software - Agenzia Formativa, Associazione Nazionale Comuni Italiani/ Project fully financed within the Rural Development Plan 2014-2020 for the Tuscany Region. VALBIOAGRI is aimed at the dissemination of process and product innovation in the field of agroecology as the implementation of certified, organic and biodynamic agricultural methods.

Il progetto LIFE/ The LIFE project

The LIFE Operating Grant for NGO aims at co-financing the operating costs of European environmental NGOs in relation to their activities that involve contributing to the implementation and/or development of EU environmental policy and legislation in Europe

APPROFONDIMENTI/ INSIGHTS

Cos'è la cross-compliance/ What is cross-compliance?

Il termine Condizionalità (cross-compliance in inglese) si riferisce all'insieme di regole introdotte a partire dal 2003 che ogni agricoltore beneficiario di contributi messi a disposizione dalla Politica Agricola Comune (PAC) è tenuto a rispettare. gli impegni di condizionalità sono divisi in Criteri di Gestione Obbligatoria (CGO) e Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali (BCAA). I CGO, denominati anche "Atti" nella normativa italiana, fanno riferimento a normativa europea già esistente, Direttive o Regolamenti, mentre le BCAA, denominate "Norme", sono elencate in relazione a obiettivi di salvaguardia, mantenimento e protezione del suolo agricolo, introdotti dal regolamento stesso. Seppure l'ottemperanza da parte degli agricoltori che usufruiscono dei contributi PAC è obbligatoria, molti agricoltori non ne conoscono nemmeno l'esistenza, pregiudicando l'efficacia di spesa dei fondi pubblici in termini di risultati ambientali/



Regione Toscana



This conference was organised with the financial support of the LIFE Operating Grant for NGOs of the European Commission

Agli iscritti all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori forestali verranno rilasciati i crediti formativi professionali



In order to receive EU income support, farmers must respect a set of basic rules. The interplay between this respect for rules and the support provided to farmers is called cross-compliance. Rules farmers are expected to comply with include:

- *statutory management requirements, these apply to all farmers whether or not they receive support under the common agricultural policy (CAP);*
- *good agricultural and environmental conditions, these apply only to farmers receiving support under the CAP.*

Farmers violating EU law on environmental, public and animal health, animal welfare or land management will have their EU support reduced and may face other penalties. Through cross-compliance, farmers are encouraged to comply with high European Union standards for public, plant, and animal health and welfare. Cross-compliance plays a role in making European farming more sustainable



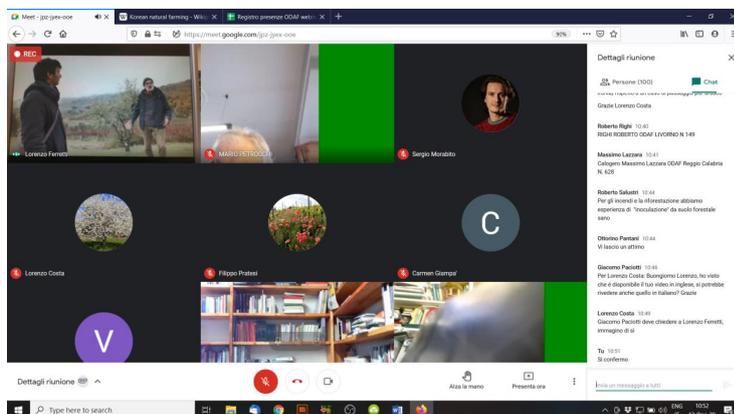
Regione Toscana

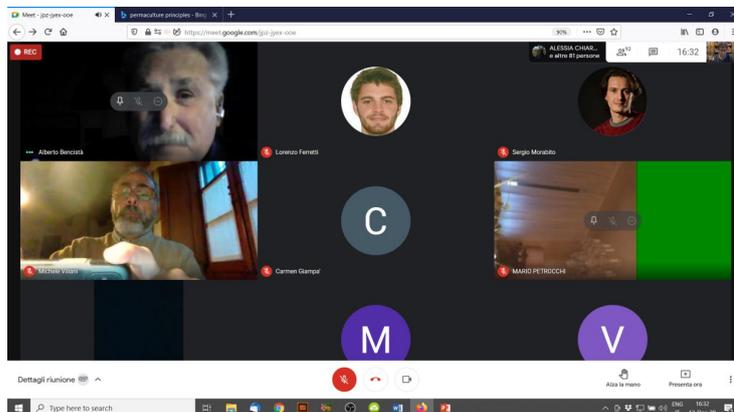


Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali



This conference was organised with the financial support of the LIFE Operating Grant for NGOs of the European Commission
 Agli iscritti all'Ordine dei Dottori Agronomi e Dottori forestali verranno rilasciati i crediti formativi professionali





3.5 Allegato 2D



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
E TECNOLOGIE AGRARIE,
ALIMENTARI, AMBIENTALI E FORESTALI

associazione per l'agricoltura
biodinamica

**AP
AB**

mipAAF
ministero delle politiche
agricole alimentari e forestali

31 marzo 2021

WORKSHOP

**SISTEMI DI GESTIONE DELL'ALLEVAMENTO E DIVERSIFICAZIONE
CULTURALE: IL MODELLO DELL'AZIENDA BIODINAMICA PODERE
FORTE**

Link a google meet: <https://meet.google.com/kwy-uyqc-cvp>

PROGRAMMA

PRIMA PARTE

Moderatore: *Lorenzo Ferretti*

17.00-17.30 SALUTI E OBIETTIVI DEL WORKSHOP

Carlo Triarico, Presidente Associazione per l'agricoltura
biodinamica, Co-coordinatore progetto *DIFFER* e leader del *WP5*

17.30-17.50 CO-PROGETTAZIONE DI SISTEMI DI ALLEVAMENTO CON
ELEVATA EFFICIENZA DI IMPIEGO DI RISORSE ALIMENTARI

Gaio Cesare Pacini, Università di Firenze, Responsabile
scientifico e Coordinatore progetto *DIFFER*

17.50-18.10 IL MODELLO AGRO-ZOO-FORESTALE DI PODERE FORTE: UN
APPROCCIO TERRITORIALE

Cristian Cattaneo, responsabile di settore presso *Podere Forte*

18.10-18.30 LA RICERCA PARTECIPATA IN *DIFFER*: IL DISEGNO
SPERIMENTALE DI PODERE FORTE

Simone Mariotti, responsabile di settore presso *Podere Forte*

SECONDA PARTE

Moderatori: *Gaio Cesare Pacini, Carlo Triarico*

18.30-19.00 DISCUSSIONE E PROGRAMMA PROSSIME ATTIVITÀ'

Confronto tra i partecipanti su contenuti progettuali e
spunti per le prossime attività nell'ambito di *DIFFER*

3° Seminario organizzato nell'ambito del progetto *DIFFER - Diversità, fertilità e
resilienza in sistemi agro-zoo-forestali sostenibili*. Il progetto, finanziato dal
MIPAAF, ha l'obiettivo di definire pratiche agroecologiche per l'implementazione
della sostenibilità in sistemi agro-zoo-forestali biodinamici e biologici mediterranei
basati su vite e olivo. Coinvolge oltre all'Università di Firenze, l'Associazione per
l'Agricoltura Biodinamica, l'agenzia formativa APAB, 8 agricoltori in Toscana,
Campania e Calabria, professionisti agronomi, Coldiretti e Demeter

Contatti: lorenzo.ferretti@unifi.it; +39 339 8785945

3.6 Allegato 2E



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
DAGRI
DIPARTIMENTO DI SCIENZE
AGRICOLE, AMBIENTALI E FORESTALI



associazione per l'agricoltura
biodinamica

25 maggio 2021

Ore 17.00-19.00

WEBINAR

***Una review sulla ricerca scientifica in agricoltura biodinamica.
Il contributo alla sperimentazione dell'azienda agricola universitaria
Montepaldi.***

Evento inserito negli eventi formativi del ciclo XXXVI del Dottorato di Ricerca in Scienze Agrarie e Ambientali dell'Università di Firenze

Link: <https://meet.google.com/okq-weei-ins>

PROGRAMMA

17.00-17.15	REGISTRAZIONE
17.15-17.30	Modera Alessandro Maresca - giornalista Edagricole SALUTI Prof. Gaio Cesare Pacini - DAGRI - Università di Firenze
17.30-18.15	Una review sulla ricerca scientifica in agricoltura biodinamica. Il contributo alla sperimentazione dell'azienda agricola universitaria Montepaldi. Dott.ssa Margherita Santoni , Dottoranda Università di Firenze
18.15-19.00	Ricerca, innovazione e futuro dell'agricoltura biodinamica Prof. Ginevra Virginia Lombardi - DISEI - Università di Firenze Dott. Carlo Triarico , Associazione per l'agricoltura biodinamica

3° Seminario organizzato nell'ambito del progetto *DIFFER-Diversità, fertilità e resilienza in sistemi agrozooforestali sostenibili*. Il progetto, finanziato dal MIPAAF, ha l'obiettivo di definire pratiche agroecologiche per l'implementazione della sostenibilità in sistemi agro-zoo-forestali biodinamici e biologici mediterranei basati su vite e olivo. Coinvolge oltre all'Università di Firenze, l'Associazione per l'Agricoltura Biodinamica, l'agenzia formativa APAB, 8 agricoltori in Toscana, Campania e Calabria, professionisti agronomi, Coldiretti e Demeter.

Contat persona di riferimento: Dot .ssa Margherita Santoni, margherita.santoni@unif.it,
telefono:3358467526

REC M Margherita Santoni sta presentando 17:36

Discussione sulle pratiche di agricoltura biodinamica

Rese colturali: sfide per il futuro

- **Fornire nutrienti alle piante:** + conoscenze sulla disponibilità di fosforo (P) – AMF potrebbero migliorare l'assorbimento di P nei sistemi biologici.
- **Gestione delle infestanti** - cover crops con azione allelopatica contro le infestanti sono ancora scarse (azione inibitoria del *Lolium multiflorum* L. utilizzato come cover crop prima della semina del riso contro le infestanti)
- **Varietà di colture specificamente selezionate** per aumentare la produttività nei sistemi BIO e BIODIN (in sistemi a basso input esterno)
- **Ridurre i divari di rendimento porterebbe a benefici per l'ambiente** riducendo così la perdita di biodiversità e di servizi ecosistemici. I confronti sulla redditività che non riconoscono i benefici delle pratiche BIODIN sull'ambiente a lungo termine, sembrano essere riduzionistici.



Arcano Rocco

Una review sulla ricerca scientifica in a... Alza la mano Attiva sottotitoli Margherita Santoni sta presentando

REC M Margherita Santoni sta presentando 17:45

Discussione sulla sostenibilità ambientale dell'agricoltura biodinamica

(Muller et al. 2017): La riduzione degli sprechi alimentari + diminuzione dell'uso di fertilizzanti azotati e pesticidi + diversificazione all'interno dell'azienda agricola + il riequilibrio tra colture legate agli allevamenti intensivi e quelle che alimentano direttamente le filiere alimentari + cambiamento della composizione della dieta con meno proteine animali e più proteine vegetali → strategie per sistemi agroalimentari realmente sostenibili



Se l'agricoltura europea passasse interamente al BIO, potrebbe comunque soddisfare il fabbisogno di una popolazione di 530 milioni di persone entro il 2050. → dieta più sana ed equilibrata basata sulle raccomandazioni nutrizionali dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, cioè meno prodotti animali, più frutta e verdura di stagione (Poux e Aubert, 2018).

Arcano Rocco

Una review sulla ricerca scientifica in a... Alza la mano Attiva sottotitoli Margherita Santoni sta presentando

**LINEE GUIDA PER
L'IMPLEMENTAZIONE
DELLE PRATICHE
AGROECOLOGICHE NEI
SISTEMI
AGRO-ZOO-FORESTALI
DELLA COLLINA INTERNA
APPENNINICA
(ALLEGATO 3)**

INDICE

Introduzione

- Approccio sistemico
- Principi generali dell'agroecologia
- La transizione agroecologica
- Il ruolo delle pratiche agroecologiche a supporto della fornitura di beni e servizi in agricoltura
- Le politiche europee per agroecologica

Capitolo 1

Pratiche agroecologiche per la transizione nel breve periodo (aumento dell'efficienza e sostituzione degli input)

- 1.1 Scelta varietale e miscugli
- 1.2 Fertilizzazione organica e bio-fertilizzanti
- 1.3 Gestione della fertilità nella pratica biodinamica
- 1.4 Irrigazione localizzata
- 1.5 Utilizzo di fitofarmaci di origine naturale
- 1.6 Introduzione di insetti utili nell'agroecosistema per il controllo biologico
- Supplemento: *Caso studio di riferimento partner DIFFER*

Capitolo 2

Pratiche agroecologiche per la transizione nel medio periodo (ridisegno e diversificazione dei sistemi colturali)

- 2.1 Rotazioni colturali diversificate
- 2.2 Colture di copertura e sovescio
- 2.3 Consociazioni (sequenziali, a file, a strisce)
- 2.4 Gestione della biodiversità erbacea
- 2.5 Impiego di specie allelopatiche e strategie *push and pull*
- 2.6 Lavorazione ridotta del terreno
- 2.7 I flussi di energia e materia nella pratica biodinamica: le funzioni dei preparati biodinamici
- 2.8 Gestione della razione alimentare negli allevamenti
- 2.9 Gestione del pascolo nell'agroecosistema

Supplemento: *Caso studio di riferimento partner DIFFER*

Capitolo 3

Pratiche agroecologiche per la transizione nel lungo periodo (Ridisegno per l'integrazione di sistemi diversi)

3.1 Modelli di inserimento dell'allevamento animale nell'agroecosistema

3.2 Semina diretta su pacciamature vive

3.3 Integrazione di prati-pascolo e aree semi-naturali

3.4 Integrazione di infrastrutture ecologiche

3.5 Agroforestazione

3.6 Sviluppo di ecosistemi di acqua dolce e acquacoltura

Supplemento: *Caso studio di riferimento partner DIFFER*

Contenuto extra

Esempio di transizione agroecologica di un'azienda (Az. Agr. Il Cerreto, Az. Agr. La Violla)

Conclusioni

Bibliografia

**EXTENDED SUMMARIES DI
QUATTRO TESI DI LAUREA
(ALLEGATO 4)**

5.1 Tesi di Laurea Magistrale della Dott.ssa Tatiana Ercoli.

La Dott.ssa Tatiana Ercoli si è laureata il 17/12/2020 con votazione di 110/110 e Lode presso l'Università degli Studi di Firenze, Scuola di Agraria.

Valutazione delle comunità di imenotteri formicidi in sistemi agricoli biologici e convenzionali nell'esperienza di lungo termine di Montepaldi

Abstract

Le comunità di imenotteri formicidi sono ottimi bioindicatori in campo agrario in quanto forniscono indicazioni circa la qualità dell'ambiente in cui vivono e, in maniera indiretta, forniscono un giudizio sulla sostenibilità del modello agrario utilizzato.

La presente tesi ha lo scopo di valutare la comunità di imenotteri formicidi presenti all'interno di sistemi agricoli condotti secondo metodi di gestione biologici e convenzionali nell'esperienza di lungo termine di Montepaldi (MoLTE). Il dispositivo sperimentale MoLTE, situato presso i campi sperimentali dell'azienda agricola di Montepaldi, San Casciano Val di Pesa (Firenze), nasce nel 1991 con l'obiettivo di valutare nel lungo periodo sistemi biologici e convenzionali a confronto. Il dispositivo è costituito da tre differenti agroecosistemi: sistema "Biovecchio", a conduzione biologica dal 1991; sistema "Bionuovo", gestito secondo il metodo dell'agricoltura biologica dal 2001; e sistema "Convenzionale" che adotta pratiche dell'agricoltura convenzionale dal 1991. I tre sistemi sono circondati da infrastrutture ecologiche quali siepi ("Biovecchio" e "Bionuovo") e strisce inerbite ("Convenzionale").

Il campionamento delle formiche è stato effettuato nel mese di giugno 2020, utilizzando il metodo delle "trappole a caduta". Questo metodo consiste in un contenitore di plastica da 250 ml posizionato a livello del terreno contenente una soluzione idroalcolica con funzione di attrattivo nei confronti della fauna edafica. Gli obiettivi della presente tesi sono: i) valutare le comunità di formiche presenti nei tre sistemi agricoli condotti con diversi metodi di gestione; ii) effettuare una comparazione tra "Biovecchio" e "Bionuovo" per verificare se la durata dall'inizio della conversione a biologico possa influire o meno sulla comunità di formiche; iii) verificare eventuali differenze in termini di diversità di specie tra le varie infrastrutture ecologiche (siepi e strisce inerbite) presenti nei diversi sistemi.

Il disegno sperimentale ha previsto il posizionamento di 90 trappole a caduta e il successivo riconoscimento degli individui tramite chiavi dicotomiche. I dati sono stati poi elaborati con tecniche di analisi statistica multivaria-

ta (Multidimensional scaling e PERMANOVA), con software statistico “R”. Come ci aspettavamo, i risultati hanno messo in evidenza che la diversità di specie di formiche presente nei sistemi biologici risulti significativamente maggiore rispetto al sistema convenzionale. I due sistemi “Biovecchio” e “Bionuovo” non hanno mostrato invece differenze in termini di diversità. Ciò può essere dovuto al fatto che il sistema “Bionuovo” abbia raggiunto uno stato di equilibrio tale da essere equiparabile al “Biovecchio”. Infine, per quanto riguarda le infrastrutture ecologiche presenti a margine degli appezzamenti, le quali costituiscono un habitat per molte specie di imenotteri formicidi, la diversa complessità vegetale che le caratterizza non ha avuto effetti significativi sulle comunità di formiche ospitate.

In conclusione, i nostri risultati ci portano ad affermare che una gestione di lungo periodo dell’agroecosistema con metodo biologico ha contribuito ad aumentare la diversità della comunità di imenotteri formicidi rispetto a sistemi gestiti secondo metodo convenzionale.

Introduzione

Le formiche sono insetti sociali evolutosi a partire dal Cretaceo. Appartengono all’ordine degli Imenotteri, famiglia Formicide e attualmente sono conosciute 16 famiglie, 296 generi e 15000 specie differenti [18].

Le formiche sono insetti eusociali, ovvero vivono in colonie dove solo pochi individui hanno capacità riproduttive. Alla base della funzionalità di ogni comunità vi è la formazione e la corretta strutturazione della colonia ed in particolare delle relazioni che si intersecano al suo interno. Le formiche si organizzano infatti in un sistema di caste sociali fortemente specializzato, in cui ogni membro della colonia assolve ad una particolare funzione [26].

In generale una colonia di formiche è composta da regine, operaie e maschi: le regine, salvo rare eccezioni come nel caso del genere *Cataglyphis*, sono le uniche femmine della colonia in grado di riprodursi, il loro compito è infatti quello di assicurare la nascita di nuove operaie, maschi e delle future regine. Generalmente le colonie sono di tipo monoginico in quanto in esse è presente una sola regina, la sua presenza inibisce quindi la nascita di nuove regine e per tale motivo alla sua morte la colonia sarà destinata a scomparire. Esse si sviluppano dalle stesse uova che danno vita alle operaie, ma a differenziare le une dalle altre è la quantità di nutrienti e la temperatura a cui è sottoposta la larva della futura regina [31].

Le operaie invece sono femmine sterili le quali hanno il compito di curare le uova ed i primi stadi di sviluppo (larve e pupe) dei nuovi individui, procacciare il cibo per tutti i membri della colonia ed infine proteggere il nido. Le operaie infatti sono dotate di ovari funzionanti ma l’impossibilità di essere fecondate le rende inidonee alla riproduzione sessuata, per tale motivo esse depongono uova non fecondate dalle quali possono nascere solo individui

maschi.

Infine i maschi sono gli individui preposti alla riproduzione che insieme alle regine daranno vita alle nuove regine ma anche alle operaie. L'accoppiamento avviene in volo mediante il cosiddetto "volo nuziale" o sciamatura, il quale può verificarsi dalla primavera all'autunno. Le regine ed i maschi fertili non ancora accoppiatisi sono infatti gli unici individui della colonia provvisti di ali ed usciranno dal nido esclusivamente per l'accoppiamento. Generalmente avviene un processo di sincronizzazione tra la sciamatura delle diverse colonie della medesima specie, così da permettere l'incrocio tra individui appartenenti a comunità differenti riducendo i rischi dovuti alla consanguineità.

Nonostante la regina possa accoppiarsi con più maschi, essa può essere fecondata da un solo individuo e ne conserva lo sperma per tutto il ciclo vitale all'interno di una spermateca. Generalmente immediatamente dopo l'atto riproduttivo il maschio muore, mentre la regina perde le ali e cerca nel terreno una cavità dove deporre le uova e formare una nuova colonia. Inizialmente in assenza di operaie la regina nutre le larve con uova trofiche (o non embrionate), prodotte grazie alle riserve energetiche immagazzinate nell'ingluvie prima della sciamatura, più raramente esce dal nido per procacciarsi i nutrienti [31].

Come già detto l'organizzazione della colonia si basa su una specifica suddivisione dei compiti tra maschi, regine ed operaie dove quest'ultime assolvono alla cura della covata e della regina, al procacciamento e successivo nutrimento dei vari membri della colonia e alla protezione di quest'ultima. La suddivisione dei ruoli tra le operaie è ben definita ma in genere lo stesso individuo può assolvere a più compiti in funzione dell'età, ovvero nella fase giovanile rimarrà all'interno del nido prendendosi cura di quest'ultimo e dei suoi inquilini, divenuto adulto uscirà dal nido per assolvere alle funzioni di difesa e ricerca dei nutrienti. Infine una considerevole percentuale di operaie svolge funzione di rinforzo rimanendo all'interno del nido senza svolgere alcun ruolo, ma disponibili a sostituire le operaie che potrebbero eventualmente scomparire a causa dell'attacco di un predatore o in seguito ad altre cause accidentali [31].

Dato che solo pochi individui procurano il cibo per l'intera colonia, il trasferimento dei nutrienti avviene per "trofallassi". Ovvero le operaie addette al rifornimento alimentare inglobano il cibo sotto forma liquida all'interno del primo tratto dell'apparato digerente ovvero l'ingluvie (per tali ragioni conosciuto anche "come stomaco sociale") e lo condividono con i vari membri della colonia rigurgitandolo sotto forma di piccole gocce. Tale processo avviene appunto mediante la trofallassi, la quale consiste nello scambio di materiale alimentare tra un'operaia donatrice e una ricevente la quale a sua volta provvederà a trasmetterne una parte alla prole mediante la medesima operazione.

Per quanto concerne la nicchia alimentare occupata dalle formiche, la

maggior parte delle specie risulta essere opportunistica. Ovvero presenta un'alimentazione piuttosto ampia caratterizzata da materiale vegetale, come essudati e semi, ma anche animale sia vivo che morto. Tuttavia alcune formiche più specializzate hanno ristretto la loro nicchia a pochi alimenti, come le specie predatrici [31]. In qualità di insetti sociali, le formiche sovente instaurano delle interazioni con organismi vegetali e animali della biosfera, tali interazioni possono essere di tipo trofico o simbiotico. Per quanto riguarda le interazioni con organismi vegetali molte specie di formiche risultano essere erbivore, ma spesso anche specie prettamente carnivore possono apprezzare il nutrimento fornito dal nettare florale e non. In altri casi invece possono instaurare dei rapporti simbiotici con organismi vegetali, le relazioni attualmente conosciute comprendono 465 piante appartenenti a 52 famiglie differenti. Relativamente alle interazioni esistenti con gli organismi animali, anche in questo caso si parla di interazioni trofiche e simbiotiche. Nel primo caso le formiche possono comportarsi sia da predatrici che da prede, possono infatti cibarsi di vari specie tra i quali le termiti, ma a causa della loro elevata abbondanza in termini numerici possono essere a loro volta predate da altri animali come cimici, alcune larve di carabidi e scarafaggi contro di cui le formiche hanno dovuto imparare a difendersi adottando molteplici strategie. Infine relazioni simbiotiche sono state instaurate con molti organismi, in particolare artropodi [26].

Le formiche sono insetti sociali diffuse in tutto il globo e caratterizzate da un'elevata ricchezza di specie e biomassa prodotta, dato il numero di individui caratteristico di ogni colonia [26]. Tali caratteristiche correlate alla loro rilevanza ecosistemica e alla capacità di tollerare le perturbazioni ambientali le rendono idonee, così come altri invertebrati, a svolgere la funzione di bioindicatori per stimare la resilienza di un ecosistema [1]. A dimostrazione di ciò, le formiche sono state utilizzate con successo come bioindicatori nelle miniere di estrazione; la ricchezza di specie e la loro composizione sono state utilizzate come indicatore del successo di ripristino ambientale [1].

Oltre che alla distribuzione su scala globale, la loro importanza deriva anche dalla loro capacità di occupare differenti livelli trofici, come precedentemente visto. La maggior parte di esse infatti è onnivora ed opportunistica, ma alcuni generi comprendono specie predatrici e vegetariane [7].

Inoltre, il loro successo come bioindicatori è dovuto anche alla semplicità di campionamento. I vari metodi utilizzabili, sono infatti tutti caratterizzati da semplicità, rapidità ed economicità [18].

Le formiche sono spesso utilizzate come bioindicatori anche in campo agrario. Esse sono capaci di indicare il livello di perturbazione ambientale, permettendo di capire quali dinamiche di recupero possano essere applicate [46]. Spesso infatti, i piani di conservazione vengono redatti sulla base delle informazioni ottenute in loco, in particolare in base alla diversità di specie presenti e al ruolo ecologico che esse possono assumere [26].

La semplificazione paesaggistica determinata dall'espansione dei terreni

agricoli e dall'intensificazione delle pratiche agronomiche utilizzate ha determinato sovente un'importante perdita in termini di biodiversità, sia relativamente alle specie vertebrate che a quelle invertebrate originariamente presenti [36]. Per ottenere un'interpretazione corretta della relazione esistente tra l'uso dei suoli agrari e la risposta delle formiche in seguito alle attività agronomiche esercitate, è quindi necessario conoscere adeguatamente l'organizzazione delle comunità di questi artropodi. Ciò al fine di discernere gli impatti causati dall'attività antropica da quelli inerenti la variabilità naturale del sito oggetto di studio [1].

Le pratiche agronomiche possono avere effetti rilevanti conseguenze sulla fauna edafica. Le formiche possono subire effetti diretti ed indiretti derivanti da tali perturbazioni; relativamente agli effetti diretti la prima conseguenza può essere una riduzione della densità iniziale, mentre gli effetti indiretti possono manifestarsi come una riduzione della disponibilità alimentare relativa alla diminuzione del numero di specie predate ma anche di ospiti. conseguentemente si può assistere ad una contestuale riduzione della capacità di controllo biologico dei parassiti e delle specie coltivate di cui le formiche si nutrono [12].

Inoltre come riportato da Offenberg J. [40] le formiche possono svolgere un ruolo fondamentale per la corretta applicazione di modelli agricoli, come nel caso dell'agricoltura integrata. Come già studiato alcune formiche occupano il ruolo di predatore nella catena trofica e per tale motivo possono essere efficacemente utilizzate come degli agenti di controllo dei parassiti agricoli. L'efficacia dell'azione di controllo è direttamente proporzionale alla densità degli individui presenti nel terreno agrario, essa dovrà quindi essere aumentata riducendo l'utilizzo di pesticidi ed introducendo specie vegetali che instaurano simbiosi con questi invertebrati.

Materiali e metodi

Descrizione dell'area sperimentale

Il progetto di tesi si è svolto presso i campi sperimentali del Montepaldi Long Term Experiment – MoLTE nei mesi di Giugno e Settembre 2020. Il progetto MoLTE (Montepaldi Long Term Experiment), in corso nell'azienda agricola dell'Università di Firenze è attivo dal 1991. L'azienda si trova in località Montepaldi, San Casciano Val di Pesa (FI) (Long. 11°09'08"E, Lat. 43°40'16"N) ed occupa una superficie leggermente declive di 15 ettari circa a 90 metri s.l.m. La zona è caratterizzata da un clima è sub-appenninico con precipitazioni totali di circa 800 mm annui con massimo in autunno e primavera e minimo nel periodo tra giugnoagosto. La temperatura media annuale è di 14,1°C con massima che può superare i 30°C in estate e minima nel mese di gennaio. Dal punto di vista pedologico l'Azienda è caratterizza-

ta da terreni evoluti da sedimenti pliocenici di tipo conglomeratici misto a lenti sabbioso e argilloso (aree declivi) e da sedimenti del fiume Pesa risalenti all'Olocene (aree pianeggianti) con caratteristiche tessiturali che li fanno rientrare nei gruppi dei “medio impasto limo-argillosi” fino al gruppo degli “argillosi” con presenza variabile di scheletro di piccole e medie dimensioni.

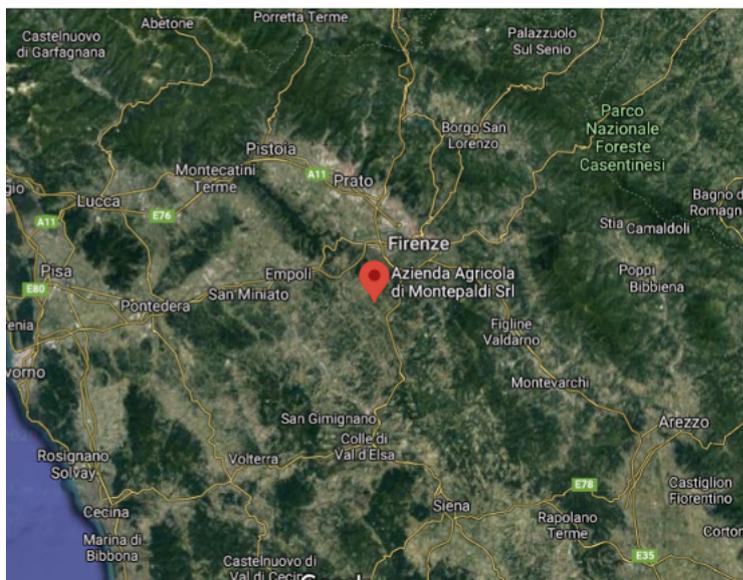


Figura 5.1: Localizzazione geografica dell'azienda agricola “Montepaldi s.r.l.”

L'area sperimentale del MoLTE si trova nell'area pianeggiante dell'azienda, lungo il fiume Pesa. Il dispositivo sperimentale include i seguenti tre differenti agroecosistemi:

- Sistema biologico stabile (“Biovecchio”) è costituito da 4 appezzamenti rettangolari di 1.3 ha ciascuno per un totale di 5.2 ha. Dal 1991 è condotto secondo il metodo dell'agricoltura biologica, secondo il Reg. CE 2092/91 e successivo Reg. 834/08.
- Sistema biologico nuovo (“Bionuovo”) è costituito da 4 appezzamenti rettangolari di 1.3 ha ciascuno per un totale di 5.2 ha. È stato condotto secondo il metodo dell'agricoltura integrata, secondo il reg CE 2078/92, dal 1991 al 2000 e nel 2001 è stato convertito all'agricoltura biologica.
- Sistema Convenzionale, costituito da 2 appezzamenti rettangolari di 1.3 ha ciascuno, per un totale di 2.6 ha. Questo è stato condotto secondo il metodo dell'agricoltura convenzionale dal 1991 ad oggi.

Gli appezzamenti condotti secondo l'agricoltura biologica del dispositivo sperimentale MoLTE (OO e NO) seguono una rotazione quadriennale che

prevede per l'annata agraria 2020-2021 le seguenti colture: trifoglio alessandrino da seme Var. Alex, grano tenero antico Var. Andriolo, Farro, erba medica da seme Var. Maraviglia. Negli appezzamenti condotti secondo l'agricoltura convenzionale invece è stata seminata erba medica da seme



Figura 5.2: *I tre sistemi del Montepaldi Long Term Experiment (LTE MOLTE)*



Figura 5.3: *Veduta panoramica del sito sperimentale*

Progetto di tesi

Il progetto di tesi si è svolto su tutti e tre i sistemi del dispositivo sperimentale MoLTE e sul prato stabile posto nord dell'appezzamento "Bio nuovo" ed utilizzato come controllo.

In particolare i campi presi in considerazione per la sperimentazione sono stati l'appezzamento n.1 (OO) e l'appezzamento 5 (NO) seminati a trifoglio e

l'appezzamento 2 (OO) e l'appezzamento 6 (NO) condotti a grano tenero antico. Per quanto riguarda il convenzionale sono stati presi in considerazione gli appezzamenti 9 e 10 seminati ad erba medica.

La valutazione delle comunità di formiche presenti in sito è stata effettuata ponendo negli appezzamenti oggetto di studio trappole a caduta (Pitfall traps) come quella illustrata in Figura 5.4. Per costituire le trappole, sono stati utilizzati bicchieri monouso in plastica, della capacità di 250 ml, così da permettere la cattura di formiche e artropodi di vari dimensioni.



Figura 5.4: *Esempio di trappola a caduta installata in un appezzamento dei campi sperimentali.*

Ogni trappola prevede l'utilizzo di due bicchieri monouso. Il primo bicchiere è stato posizionato nel terreno e costituisce la base della trappola, che non è stata rimossa fino al termine della sperimentazione. Il secondo bicchiere è stato posizionato sopra al primo, e riempito con 150 ml di soluzione idroalcolica diluita al 50% e glicerina per permettere la cattura degli artropodi. La funzione dell'alcool è stata quella di attirare gli artropodi e permetterne la conservazione. Al termine di ogni sessione di trappolaggio il secondo bicchiere è stato svuotato del suo contenuto e riposizionato in loco. Ogni sessione ha avuto una durata di 6 giorni consecutivi nel mese di giugno e nel mese di settembre.

Le trappole sono state posizionate negli appezzamenti, ponendo attenzione che il bordo delle stesse non superasse il livello del terreno, e che quest'ultimo fosse ben livellato. In tal caso infatti, sarebbe venuto meno l'effetto di "caduta" degli artropodi.

Gli appezzamenti OO e NO, presentavano una dimensione di 260 m di lunghezza e 200 metri di larghezza, ed una divisione in quattro parcelle di

medesima lunghezza e larghezza pari a 50 m.

Le siepi, posizionate ai margini laterali dell'appezzamento OO, presentavano la medesima lunghezza degli appezzamenti, ed una larghezza di 3.5 metri. Infine, l'appezzamento CO presentava una dimensione di 260 m di lunghezza e 100 m di larghezza, ed una suddivisione in due parcelle di eguale dimensione.

Il posizionamento delle trappole, rappresentato in Figura 5.6, è stato effettuato con l'ausilio degli strumenti presenti in Figura 5.5.

Il numero di campioni totali per ogni mese di campionamento è di 90.



Figura 5.5: *Strumenti utilizzati per il collocamento delle trappole.*

Come è possibile vedere nella Figura 5.6, cinque transetti lineari sono stati posizionati negli appezzamenti 1/2 (OO) 5 e 6 (NO) a distanza di 20 metri l'uno dall'altro. Le prime cinque trappole di ogni transetto sono state collocate nell'infrastruttura ecologica a sinistra dei due appezzamenti OO e NO. Le restanti trappole, quattro per ogni transetto, sono state collocate a 15 metri l'una dall'altra lungo la fila del transetto verso l'interno del campo.

In definitiva, per ogni transetto, la prima trappola è stata collocata all'interno della siepe, 2 trappole sono state collocate nei campi 1 (OO) e 5 (NO) seminati a trifoglio e 2 trappole sono state posizionate nei campi 2 (OO) e 6 (NO) seminati a grano tenero antico.

Per gli appezzamenti 9 e 10 appartenenti al CO è stato utilizzato lo stesso metodo di campionamento precedentemente illustrato, con 5 transetti lineari in cui la prima trappola è stata collocata nella striscia inerbita che separa il NO dal CO e 2 trappole negli appezzamenti 9 e 10, seminati a erba medica.

Infine, come mostra la Figura 5.7, tre transetti lineari, costituiti da 5 trappole, sono stati posizionati nel prato (PR) collocato a nord dell'appez-

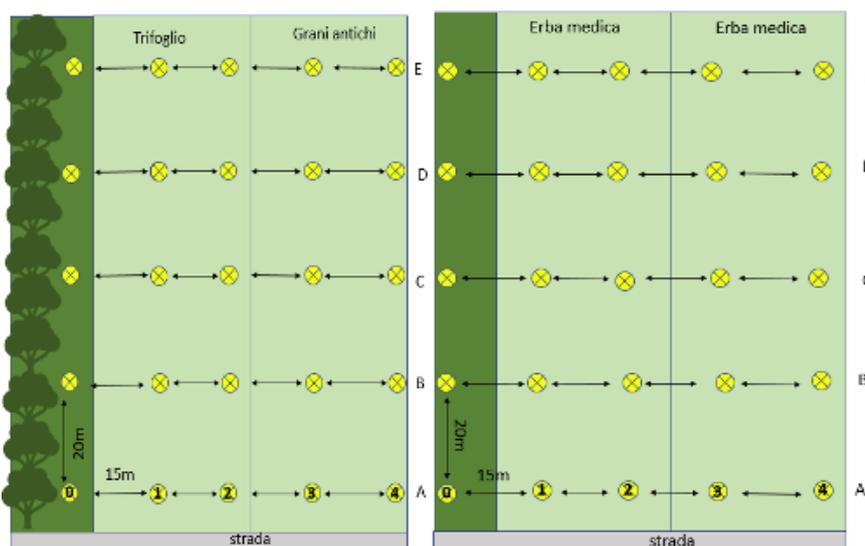


Figura 5.6: Posizionamento delle trappole negli appezzamenti OO e NO nell'immagine a sinistra, e nel CO nell'immagine di destra.

zamento NO. Le trappole sono state distanziate di 20 metri tra le file e 15 metri lungo la fila.

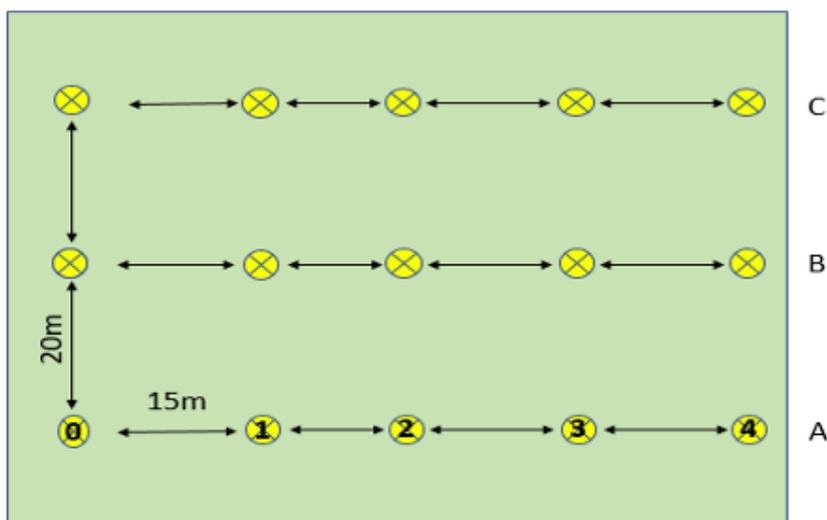


Figura 5.7: Posizionamento delle trappole nel prato stabile

Al termine di ogni sessione di cattura ogni trappola è stata svuotata all'interno di un contenitore monouso, della capacità di 100 ml; quindi ogni barattolo è stato etichettato per poter ricondurre il contenuto alla trappola da cui è stato prelevato. Il codice alfanumerico utilizzato è stato composto

come di seguito illustrato, seguendo lo stesso procedimento utilizzato nelle precedenti sperimentazioni di trappolaggio eseguite a Montepaldi:

- Sigla indicante l'appezzamento di riferimento: OO, NO, CO e PR.
- Numero di transetto: da A a E per OO, NO, CO e PR; da A a C per il prato.
- Numero di trappola: da 0 a 4.
- Ultime due cifre dell'anno di raccolta: 20.
- Iniziale del mese di raccolta: G per il mese di giugno e S per il mese di settembre.

Quindi ad esempio, la prima trappola posta nell'appezzamento OO, raccolta nel primo mese di trappolaggio è stata identificata come di seguito: OOA020G.

Dopo aver svuotato tutte le trappole all'interno dei contenitori, quest'ultimi sono stati portati in laboratorio per analizzarne il contenuto.

Gli strumenti necessari per le analisi di laboratorio sono stati i seguenti:

- Una piastra Petri;
- 4 provette Eppendorf da 20 ml per ogni barattolo;
- Pipette
- Un microscopio binoculare;

L'analisi del contenuto delle trappole è avvenuta come di seguito illustrato.

Ogni barattolo, corrispondente ad una trappola, è stato analizzato singolarmente. Il suo contenuto è stato svuotato in una piastra Petri, e nei casi in cui è stato necessario diluirne il contenuto, è stata utilizzata una soluzione idroalcolica al 50%.

Per ogni trappola sono state utilizzate 4 provette Eppendorf della capacità di 20 ml. Esse sono state riempite con l'ausilio delle pipette, con alcool puro al 96.2% vol., e all'interno di ciascuna di esse è stato inserito un cartellino riportante il codice della trappola. Infine, sopra al tappo è stato scritto con pennarello indelebile un'iniziale che ne indicasse il contenuto: "F" per formiche, "C" per carabidi, "R" per ragni e "A" per altro.

Il contenuto di ogni piastra Petri è stato analizzato per permetterne la suddivisione nelle provette corrispondenti e quando necessario è stato utilizzato il microscopio binoculare per l'identificazione.

Successivamente le provette sono state conservate in cella frigo alla temperatura di 4°C.

Le formiche sono successivamente state contate e riconosciute da biologi specializzati nel riconoscimento delle varie specie.

Obiettivi

Obiettivo di questo progetto di tesi è quello di valutare le comunità di formiche presenti in sistemi agricoli condotti con diversi metodi di gestione e con differente complessità ecosistemica.

Le formiche come bioindicatori ci permetteranno dunque di comprendere se la differente gestione di un terreno agricolo possa determinare dei cambiamenti nella presenza di questi artropodi.

Gli obiettivi del progetto di tesi sono dunque i seguenti:

- Descrivere le comunità di formiche presenti in sistemi a conduzione biologica e convenzionale.
- Effettuare una comparazione tra sistemi biologici con diverse tempistiche di conversione all'agricoltura biologica per verificare se ciò ha influenza sulla comunità di formiche.
- Valutare se diverse tipologie di infrastrutture ecologiche hanno effetti sulla comunità di formiche.

Conclusioni

In conclusione, l'utilizzo delle formiche come bioindicatori ha fornito risultati interessanti sulla sostenibilità ambientale degli agroecosistemi posti a confronto, dimostrando come nel lungo periodo i modelli di gestione biologici presentino una maggiore diversità di specie di imenotteri formicidi rispetto ai sistemi convenzionali. La presenza maggiore di formiche nel sistema biologico ha dimostrato come l'utilizzo di tecniche virtuose che promuovono la biodiversità, favoriscono la creazione di un ambiente più ricco, diversificato e stabile nel tempo, mentre di contro, l'utilizzo di prodotti chimici di sintesi determini una riduzione nella diversità di specie con ovvie ripercussioni negative sull'agroecosistema.

5.2 Tesi di Laurea Magistrale del Dott. Giovanni Pomi.

Il Dott. Giovanni Pomi si è laureato il 17/12/2020 con votazione di 110/110 e Lode presso l'Università degli Studi di Firenze, Scuola di Agraria.

Valutazione della comunità di Coleotteri in sistemi agricoli biologici e convenzionali nell'esperimento di lungo termine di Montepaldi

Abstract

I Coleotteri sono tra gli insetti più utilizzati come bioindicatori ambientali, in quanto forniscono indicazioni dirette circa la qualità dell'ambiente in cui vivono. In questo lavoro di tesi viene effettuato uno studio sulle comunità di Coleotteri presenti all'interno di diversi sistemi agricoli facenti parte l'esperimento di lungo termine di Montepaldi (MoLTE), portato avanti presso l'azienda agricola di Montepaldi dal gruppo di ricerca del Prof. Gaio Cesare Pacini dell'Università degli studi di Firenze. Questo progetto, attivo dal 1991, ha la finalità di valutare l'evoluzione nel lungo periodo di agroecosistemi gestiti secondo metodi di agricoltura biologica e convenzionale. Il dispositivo di MoLTE è costituito da tre diversi agroecosistemi: sistema "Bio-vecchio", a conduzione biologica dal 1991; sistema "Bio-nuovo", gestito secondo il metodo dell'agricoltura biologica dal 2001; e sistema "Convenzionale" che adotta pratiche dell'agricoltura convenzionale dal 1991. I tre sistemi sono circondati da infrastrutture ecologiche quali siepi ("Bio-vecchio" e "Bio-nuovo") e strisce inerbite ("Convenzionale"). Il campionamento della comunità di Coleotteri è stato effettuato durante il mese di Giugno 2020 utilizzando il metodo delle "trappole a caduta". Il metodo consiste in un contenitore di plastica da 250 ml posizionato a livello del terreno e riempito una soluzione idroalcolica.

Gli obiettivi della presente tesi sono: i) valutare la comunità di Coleotteri presenti nei tre agroecosistemi condotti con metodi di coltivazione diversi; ii) effettuare una comparazione tra "Bio-Vecchio" e "Bio-Nuovo" per verificare se la durata dall'inizio della conversione a biologico possa influire o meno sulla comunità di Coleotteri; iii) valutare eventuali differenze in termini di diversità di specie tra le varie infrastrutture ecologiche (siepi e strisce inerbite) presenti nei diversi sistemi. I dati sono stati elaborati utilizzando tecniche di analisi statistica multivariata (Multidimensional scaling e PERMANOVA) e utilizzando l'indice di diversità di Simpson.

Nei tre sistemi di coltivazione sono state trovate 48 specie diverse di Coleotteri appartenenti a 21 famiglie. Le famiglie più presenti sono quelle dei Carabidi (10 specie), degli Stafilinidi (5 specie) e degli Scarabeidi (5 specie).

I risultati hanno mostrato che la comunità di Coleotteri è statisticamente diversa sia tra i vari sistemi di coltivazione, sia tra le tre infrastrutture ecologiche. La comunità di Coleotteri sembra dunque rispondere in modo diretto alle variazioni ambientali dovute alla diversa gestione agronomica.

La distribuzione degli individui campionati ha mostrato che la ricchezza di specie decresce passando dal sistema “Bio-Vecchio” al “Convenzionale”; al “Bio-Nuovo”. In termini di abbondanza di ogni specie, si ha un decremento del numero di individui passando dal sistema “Convenzionale” al sistema “Bio-Vecchio” al sistema “Bio-Nuovo”. Le differenze riscontrate tra “Bio-Vecchio” e “Convenzionale” potrebbero essere attribuite agli effetti dei trattamenti erbicidi, che hanno causato una riduzione del numero di specie presenti nel convenzionale. Anche gli effetti delle rotazioni colturali, più lunghe e diversificate negli appezzamenti biologici, potrebbero aver avuto un effetto positivo sulle specie, fornendo una migliore distribuzione spaziale e temporale delle risorse e una maggiore diversificazione degli habitat.

La ricchezza di specie, così come l’abbondanza, sono risultate maggiori nel “Bio-vecchio” rispetto al “Bio-nuovo”, evidenziando una maggiore complessità della comunità di Coleotteri nel primo sistema. Ciò probabilmente è causato anche dal mancato recupero di 5 trappole del sistema “Bio-Nuovo”, che ha portato ad una diminuzione del numero di campioni alterando dunque i risultati.

Infine, per quanto riguarda le infrastrutture ecologiche, abbiamo rilevato che le differenze maggiori si hanno tra le due siepi arboreo-arbustive e la striscia inerbita a fianco del sistema “Convenzionale”, probabilmente a causa della differente composizione vegetale dei due tipi di infrastruttura.

In conclusione, i Coleotteri risultano buoni bioindicatori per lo studio di sistemi agricoli condotti con metodi di gestione diversi e studi su un arco temporale più lungo ed incentrati sulla verifica delle singole specie, potrebbero portare a informazioni più dettagliate circa l’impatto della gestione degli agroecosistemi.

Introduzione

L’impatto dei metodi di coltivazione sulla biodiversità è argomento di grande interesse per la comunità scientifica. Negli ultimi anni la valutazione di questo impatto tramite l’uso di bioindicatori ha visto un incremento importante nel numero di ricerche svolte e nel numero di risultati ottenuti.

I Coleotteri Carabidi (Arthropoda, Insecta) rappresentano un’importante componente della fauna terrestre epigea sia negli ambienti naturali che in quelli coltivati e presentano un’elevata ricchezza di specie e di individui. Sono considerati degli ottimi bioindicatori in agroecosistemi in quanto sensibili a piccoli cambiamenti dovuti all’impatto dei metodi di coltivazione [28]. Vengono infatti ormai globalmente utilizzati come indicatori di qualità degli

ecosistemi dato che le comunità rispondono direttamente e indirettamente ai cambiamenti di gestione degli agroecosistemi [9]. Numerose sono le pubblicazioni che evidenziano quanto la gestione agricola agisca sulla ricchezza di specie, sulla densità di individui per specie, sulle caratteristiche morfologiche delle stesse e sul grado di strutturazione delle comunità. I Carabidi sono dunque di largo uso come indicatori dello stato dell'ambiente, sia in ambienti naturali che in ambienti modificati o degradati da specifici interventi antropici quali la messa a coltura, l'urbanizzazione, l'inquinamento.

I Carabidi inoltre possono svolgere un ruolo importante anche nell'economia delle aziende agricole dato che molte specie sono predatrici di insetti dannosi.

L'intensificazione agricola ha portato a una drastica riduzione della loro abbondanza in agricoltura e specie comuni sono diventate sempre più rare. Infatti, le pratiche agricole portano ad un aumento del disturbo degli habitat naturali dei Carabidi, diminuendo il numero di specie e di individui presenti [49].

Le caratteristiche biologiche più utili ai fini della valutazione dell'ambiente riguardano ad esempio la fenologia, i ritmi riproduttivi, la scelta alimentare, il potere di dispersione, le caratteristiche biogeografiche e la diversità delle specie.

La relazione negativa tra l'intensità di gestione e l'abbondanza dei Carabidi è determinata principalmente dal tempo di riproduzione. Infatti, le specie che si riproducono durante il periodo di intense pratiche di gestione dell'agroecosistema risultano maggiormente danneggiate rispetto alle specie che si riproducono in situazioni di non disturbo [49]. La risposta delle specie di Carabidi ai disturbi ambientali dipende dal loro potere di dispersione e dalla loro preferenza di habitat. Studi condotti su terreni coltivati hanno evidenziato che le pratiche di gestione sembrano favorire le specie che preferiscono condizioni aride e quelle che posseggono un grande potere di dispersione [49]. Solitamente le specie specialiste di grandi dimensioni e quelle con basso potere di dispersione diminuiscono con l'aumento del disturbo, mentre le piccole specie generaliste con una buona abilità di dispersione aumentano [48].

Per valutare la capacità dei Carabidi come bioindicatori vengono solitamente analizzati parametri e caratteristiche delle specie che consentono di effettuare una diagnosi delle popolazioni in condizioni ambientali diverse attraverso la composizione qualitativa e quantitativa della biocenosi campionata [9].

Il successo dell'utilizzazione dei Carabidi come bioindicatori è basato sulla sensibilità di questi a diversi fattori ambientali e sulla loro necessità di ampi habitat. I vantaggi riguardano anche un facile ed economico metodo di campionamento grazie all'utilizzo di trappole a caduta e alla loro diversità morfologica ed ecologica [39]. Gli svantaggi dell'utilizzo di Carabidi come bioindicatori comprendono la loro variazione stagionale, distribuzione, alto

numero di specie generaliste e difficoltà nello stimare la ricchezza di specie [48].

Non è chiaro comunque fino a che punto i Carabidi siano correlati alla presenza di altri gruppi di specie bioindicatori di sostenibilità ambientale in quanto sono presenti in letteratura diversi studi in cui nessuna o poche correlazioni sono state trovate tra la ricchezza di specie di diversi gruppi tassonomici (piante, uccelli, farfalle, coleotteri ecc.) e la presenza di Carabidi, anche se esiste qualche evidenza in cui la loro presenza riflette una correlazione positiva con i ragni [49].

Per ciò che riguarda invece l'utilizzo di ragni come bioindicatori la letteratura risulta molto più carente. Tuttavia, alcune loro caratteristiche li rendono idonei ad essere utilizzati come bioindicatori: facili metodi di campionamento, metabolismi particolarmente sensibili ai cambiamenti ambientali, la loro diffusione e il loro ruolo come predatori, particolarmente importante all'interno della rete trofica. Inoltre, molte specie di ragni sono endemiche di una località o di una regione e hanno una limitata capacità di spostamento essendo dunque molto rappresentative di una particolare zona. Infine, i ragni possono essere classificati senza l'uso di particolari strumentazioni o tecniche cosa che rende possibile il loro studio in larga scala [17].

Una delle considerazioni da tenere in considerazione nell'interpretazione dei dati relativi alla presenza di ragni in un determinato ambiente è che spesso valori alti di diversità non corrispondono a bassi gradi di disturbo. Appare quindi utile porre l'attenzione sulle specie più frequenti nei diversi ambienti e considerarne le specificità ecologiche. Nonostante ciò, le comunità di aracnidi variano molto in termini di abbondanza e di composizione specifica in base non solo al disturbo antropico, ma anche alla struttura della vegetazione e alla presenza di lettiera. Molti risultati suggeriscono come il mantenimento di componenti naturali (in particolare boschi) o seminaturali (siepi, filari e margini inerbiti) negli agroecosistemi favorisca una maggiore differenziazione delle strategie di caccia e dunque una pressione predatoria maggiore e più diversificata su insetti dannosi per le colture. Le aree di rifugio naturali e seminaturali sembrano favorire la presenza di elementi stenoeci, i quali possono indicare condizioni di maggiore stabilità dell'ecosistema in relazione alla maggiore differenziazione di nicchie ecologiche disponibili [56].

Infine, la suddivisione in gruppi funzionali dati dalla differente tecnica di predazione risulta molto importante per stabilire le condizioni ambientali dell'agroecosistema. Infatti, per alti gradi di complessità vi è una maggiore presenza contemporanea di molti gruppi funzionali tra cui ragni predatori specializzati, mentre ad un aumento dell'omogeneità e ad una semplificazione del paesaggio agricolo segue un aumento di gruppi pionieri in grado di compiere ampi spostamenti tramite *ballooning*.

In questo progetto di tesi verranno monitorati gli effetti sulla comunità di Carabidi e ragni presenti in sistemi agrari condotti con diversi me-

todi di produzione (biologico e convenzionale) e con differente complessità ecosistemica.

I Carabidi e i ragni come bioindicatori permetteranno quindi di capire se e con quale modalità la differente gestione di un terreno agricolo determini cambiamenti nell'agroecosistema.

Materiali e metodi

Il progetto di tesi è svolto presso i campi sperimentali del Montepaldi Long Term Experiment – MoLTE. Il progetto MoLTE (Montepaldi Long Term Experiment) è attivo dal 1991 nell'azienda agricola dell'Università di Firenze (località Montepaldi, San Casciano Val di Pesa) e interessa una superficie leggermente declive di circa 15 ettari a 90 metri s.l.m.

Nell'area pianeggiante dell'azienda, lungo il fiume Pesa, è situata l'area sperimentale.

Il dispositivo sperimentale include i seguenti tre differenti agroecosistemi:

- Sistema biologico stabile (“Biovecchio”) è costituito da 4 appezzamenti rettangolari di 1.3 ha ciascuno per un totale di 5.2 ha. Dal 1991 è condotto secondo il metodo dell'agricoltura biologica, secondo il Reg. CE 2092/91 e successivo Reg. 834/08.
- Sistema biologico nuovo (“Bionuovo”) è costituito da 4 appezzamenti rettangolari di 1.3 ha ciascuno per un totale di 5.2 ha. È stato condotto secondo il metodo dell'agricoltura integrata, secondo il reg CE 2078/92, dal 1991 al 2000 e nel 2001 è stato convertito all'agricoltura biologica.
- Sistema Convenzionale, costituito da 2 appezzamenti rettangolari di 1.3 ha ciascuno, per un totale di 2.6 ha. Questo è stato condotto secondo il metodo dell'agricoltura convenzionale dal 1991 ad oggi.

Gli agroecosistemi sono circondati da infrastrutture ecologiche (siepi naturali e/o artificiali e/o strisce di essenze erbacee spontanee). In particolare, sono presenti due siepi: una naturale che separa il biologico vecchio da quello nuovo, costeggiata da entrambi i lati da due strisce inerbite di 2 metri; l'altra siepe artificiale, piantata dal DISAT con l'aiuto del WWF agli inizi degli anni '90, separa il biologico dagli altri campi aziendali ed è formata da specie autoctone. Inoltre, una striscia inerbita separa il sistema “Bionuovo” da quello convenzionale.

Gli appezzamenti del dispositivo condotti secondo l'agricoltura biologica (OO e NO) seguono una rotazione quadriennale che prevende per l'annata agraria 2020-2021 le seguenti colture: trifoglio alessandrino da seme Var. Alex, grano tenero antico Var. Andriolo, Farro, erba medica da seme Var. Maraviglia. Negli appezzamenti condotti secondo l'agricoltura convenzionale invece è stata seminata erba medica da seme. Gli appezzamenti presi



Figura 5.8: *I tre sistemi del Montepaldi Long Term Experiment (LTE MOLTE)*

in considerazione per la sperimentazione comprendono l'appezzamento n.1 (OO) e l'appezzamento 5 (NO) seminati a trifoglio e l'appezzamento 2 (OO) e l'appezzamento 6 (NO) condotti a grano tenero antico. Per quanto riguarda il convenzionale sono stati presi in considerazione l'appezzamento 9 e 10 seminati ad erba medica.



Figura 5.9: *Veduta panoramica del sito sperimentale*

Infine, è stato preso in considerazione come controllo un prato stabile posto a nord dell'appezzamento NO e denominato PR.

Il campionamento si è svolto e si svolgerà nei mesi di Giugno e Settembre 2020.

La valutazione delle comunità di formiche presenti in sito è stata effettuata ponendo negli appezzamenti oggetto di studio trappole a caduta (Pitfall

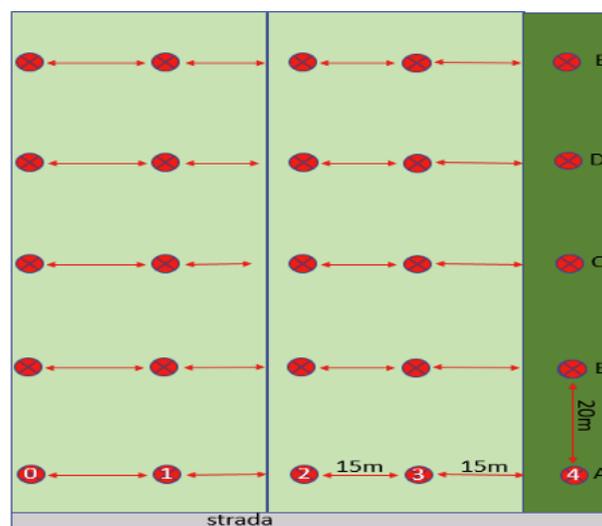


Figura 5.10: Posizionamento delle trappole negli appezzamenti OO e NO

traps). Le trappole sono costituite da bicchieri monouso in plastica della capacità di 250 ml ed ogni trappola prevede l'utilizzo di due bicchieri. Il primo bicchiere è stato posizionato nel terreno e costituisce la base della trappola, mentre il secondo bicchiere è stato posizionato sopra al primo e riempito con 150 ml di soluzione idroalcolica diluita al 50% e glicerina per permettere la cattura degli artropodi. La funzione dell'alcool è quella di attirare gli artropodi e permetterne la conservazione. Al termine di ogni sessione di trappolaggio il secondo bicchiere è stato svuotato del suo contenuto e riposizionato in loco. Ogni sessione ha avuto una durata di 6 giorni consecutivi nel mese di Giugno e nel mese di Settembre. Il posizionamento delle trappole è rappresentato in Figura 5.10. Il numero di campioni totali per ogni mese di campionamento è di 90. Come è possibile vedere in Figura 5.10, cinque transetti lineari sono stati posizionati nell'appezzamento 1/2 e 5/6 rispettivamente OO e NO seminati a trifoglio alessandrino e grano tenero antico, a distanza di 20 metri l'uno dall'altro. Le prime cinque trappole di ogni transetto sono state collocate nell'infrastruttura ecologica relativa agli appezzamenti OO e NO, ovvero rispettivamente all'interno della siepe artificiale e nella siepe naturale. Le restanti trappole, quattro per ogni transetto, sono state collocate a 15 metri di distanza l'una dall'altra lungo la fila del transetto verso l'interno del campo. In definitiva, per ogni transetto, la prima trappola è stata collocata all'interno della siepe, due trappole sono state collocate nel campo 1 (OO) e 5 (NO) seminato a trifoglio e due trappole sono state posizionate nel campo 2 (OO) e 6 (NO) seminato a grano tenero antico. Per gli appezzamenti 9 e 10 del CO è stato utilizzato lo stesso metodo di campionamento con 5 transetti lineari in cui la prima trappola è stata collocata nella striscia inerbita che separa il NO dal CO, due trappole

nell'appezzamento 9 e due trappole nell'appezzamento 10, entrambi seminati a erba medica. La distribuzione delle trappole è illustrata in Figura 5.11.

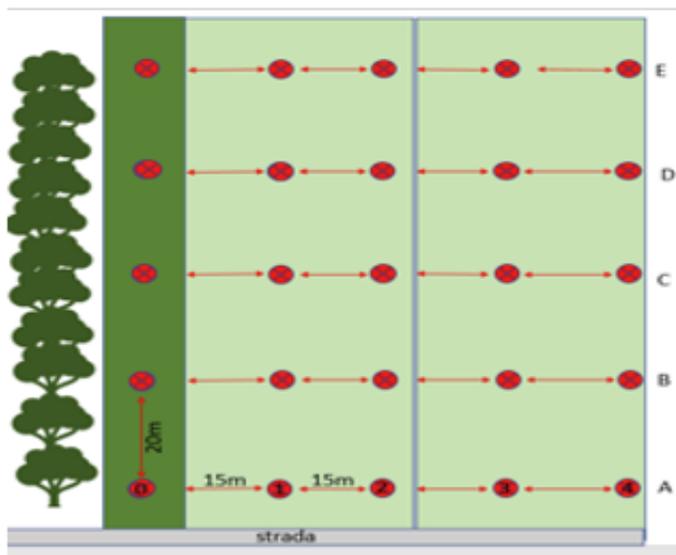


Figura 5.11: *Posizionamento delle trappole negli appezzamenti CO*

Infine, come mostra la Figura 5.12, tre transetti lineari costituiti da 5 trappole sono stati posizionati nel prato (PR) collocato a nord dell'appezzamento NO. Le trappole sono state posizionate a 20 metri di distanza tra le file e a 15 metri di distanza lungo la fila.

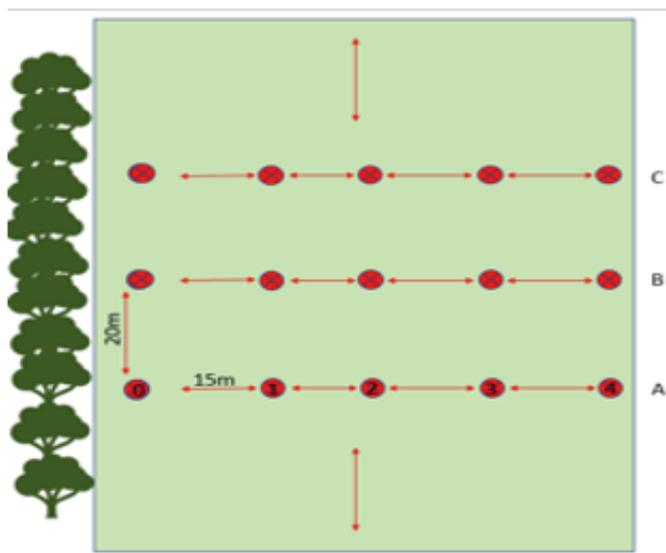


Figura 5.12: *Posizionamento delle trappole nel prato (PR)*

Per poter identificare ogni trappola, ad ogni transetto è stata assegnata una lettera dalla A alla E. La lettera “A” è stata assegnata al transetto più vicino alla strada. Questo ordine è stato rispettato per i tre appezzamenti OO, NO e CO. Nel caso del prato, essendo stati posizionati solo tre transetti, ad essi sono state assegnate le lettere dalla A alla C, assegnando la lettera “A” al transetto più vicino all’appezzamento NO.

Infine, ad ognuna delle cinque trappole costituenti ogni transetto è stato assegnato un numero da 0 a 4, in cui lo 0 rappresenta la trappola posta nelle varie infrastrutture ecologiche.

Dunque, il codice alfanumerico per l’identificazione di ogni campione è il seguente:

- Sigla indicante l’appezzamento di riferimento: OO, NO, CO e PR.
- Numero di transetto: da A a E per OO, NO, CO e PR; da A a C per il prato.
- Numero di trappola: da 0 a 4.
- Ultime due cifre dell’anno di raccolta: 20.
- Iniziale del mese di raccolta: G per il mese di giugno e S per il mese di settembre.

A titolo esemplificativo dunque la prima trappola nella siepe posta nell’appezzamento OO, raccolta nel mese di Giugno è stata identificata come di seguito: OOA020G.

Dopo aver svuotato tutte le trappole all’interno di contenitori appositi, i campioni sono stati portati in laboratorio per analizzarne il contenuto.

L’analisi del contenuto delle trappole è avvenuta suddividendo inizialmente gli artropodi presenti nelle seguenti categorie: “formiche”, “carabidi”, “ragni” e “altro”. Nella categoria “altro” sono stati posti tutti gli artropodi non appartenenti alle categorie elencate in precedenza. La conservazione dei campioni è in alcool puro al 96.2% vol. alla temperatura di 4°C.

In seguito, le formiche e gli altri artropodi saranno riconosciuti da biologi specializzati nel riconoscimento delle varie specie.

Obiettivi

In questo progetto di tesi verranno valutati gli effetti sulla comunità di Coleotteri, con particolare riferimento alle famiglie dei Carabidi, Stafilinidi e degli Scarabeidi, in tre sistemi agricoli condotti con metodi di produzione biologica e convenzionale, al fine di valutare lo stato qualitativo dei suddetti agroecosistemi. I Coleotteri come bioindicatori permetteranno quindi di iniziare a capire se e con quale modalità la differente gestione di un terreno agricolo determini cambiamenti nell’agroecosistema.

Gli obiettivi del progetto di tesi sono dunque i seguenti

- Valutare la comunità di Coleotteri presente in sistemi biologici e convenzionali.
- Effettuare una comparazione tra sistemi biologici con diverse tempistiche di conversione all'agricoltura biologica per verificare se ciò ha influenza sulla comunità di Coleotteri.
- Valutare se diverse tipologie di infrastrutture ecologiche hanno effetti sulla comunità di Coleotteri.

Conclusioni

L'utilizzo dei Coleotteri come bioindicatori ha permesso di dimostrare come le differenti gestioni agronomiche producano effetti diversi all'interno dell'agroecosistema. La maggiore ricchezza specifica riscontrata nel sistema biologico vecchio ha evidenziato come l'utilizzo di pratiche virtuose che promuovono la biodiversità, favorisca la creazione di un ambiente più ricco, diversificato e stabile nel tempo, mentre di contro, le pratiche convenzionali, caratterizzate dall'utilizzo di prodotti chimici di sintesi e da rotazioni colturali meno diversificate, determinano una riduzione della diversità di specie con ovvie ripercussioni negative sull'agroecosistema.

Tramite l'osservazione di questi bioindicatori si è potuto poi contribuire a valutare lo stato di maturità dei due sistemi biologici, i quali sono apparsi, almeno da questo punto di vista, molto diversi tra loro: il "Biovecchio" infatti è risultato più ricco di specie, mentre il "BioNuovo" meno biodiverso. Questa differenziazione è stata imputata alla perdita di 9 campioni presenti sul sistema "Bionuovo" a seguito della distruzione delle trappole ad opera della fauna selvatica.

Per quanto riguarda le infrastrutture ecologiche vi sono state differenze nella composizione specifica delle comunità di Coleotteri in esse ritrovate. Una diversità più marcata è stata osservata confrontando le infrastrutture arboreo-arbustive con la striscia inerbita. L'analisi svolta tuttavia non ha permesso di chiarire come la differente composizione specifica di una siepe possa influenzare la composizione delle comunità di Coleotteri. Per questo motivo saranno necessarie analisi strutturate su più anni che considerino le singole specie e le loro esigenze ecologiche, le caratteristiche morfologiche e le dinamiche temporali della popolazione, al fine di poter comprendere più ampiamente l'effetto reale delle infrastrutture ecologiche.

Un'analisi su più anni, incentrata sulle singole specie e sulla definizione di gruppi funzionali all'interno della comunità dei Coleotteri, sarebbe opportuna anche per comprendere meglio gli effetti reali della gestione biologica e di quella convenzionale.

Per concludere, una lettura dei risultati descritti in questo lavoro, in aggiunta a quelli riportati in studi sulla biodiversità vegetale e sulla biodiversità delle comunità di imenotteri formicidi, svolti parallelamente a questo studio, potrà ampliare la comprensione dello stato ecologico dei campi sperimentali di Montepaldi.

5.3 Tesi di Laurea Triennale della Dott. Mattia Lancioli

Il Dott. Mattia Lancioli si è laureato il 15/12/2020 con votazione di 110/110 e Lode presso l'Università degli Studi di Firenze, Scuola di Agraria.

Il lombrico e la fertilità del suolo nella collina interna a clima mediterraneo

Abstract

È possibile valutare la fertilità di un suolo tramite il monitoraggio della popolazione di lombrichi. Sono disponibili diversi metodi di campionamento, ma molti di essi si riferiscono a zone a clima continentale. È stato preso quindi in considerazione un suolo della collina interna mediterranea, situato presso l'azienda sperimentale Montepaldi. Il lavoro mira a individuare il miglior momento e le migliori condizioni del terreno per la conta dei lombrichi e a redigere un protocollo attuabile dagli agricoltori. A questo scopo sono state effettuate, in aprile e in ottobre, 2 + 2 sessioni di misura. Tali sessioni hanno previsto campionamenti del numero di individui di lombrichi su 120 posizioni negli appezzamenti aziendali a diversi orari. Sono state rilevate anche l'umidità e la temperatura del suolo al momento del campionamento. A causa dell'assenza di piogge nel periodo di campionamento, gli individui di lombrico campionati sono stati solo 5. Già dalla prima sessione, dunque, è stata inclusa anche la conta dei tunnel prodotti dagli animali. I risultati ottenuti indicano una leggera prevalenza di presenza dei lombrichi in una specifica area e permettono una migliore futura pianificazione delle operazioni, oltre a stimare il numero minimo di campionamenti per una efficace valutazione delle eventuali differenze tra appezzamenti.

Obiettivi

Il nostro lavoro di monitoraggio ha come scopo quello di rispondere a diversi quesiti inerenti il campionamento di lombrichi in ambiente mediterraneo collinare interno, come ad esempio quali variabili influiscono sulla loro presenza e quale sia il momento più adatto per il campionamento. Gli obiettivi, dunque, sono quelli di individuare il miglior periodo e le condizioni ottimali per aumentare la probabilità di campionamento dei lombrichi. Il fine ultimo è di utilizzare i lombrichi come bioindicatori della fertilità del terreno e di redigere una serie di linee guida per il campionamento, utilizzabile da aziende agrarie in ambiente mediterraneo collinare interno.

Caratteristiche generali dei lombrichi

I lombrichi sono caratterizzati dall'aver il capo non distinto dal resto del corpo, che è metamerico, con una segmentazione esterna che in genere corrisponde a quella interna, dalla presenza di poche setole semplici distribuite sui vari segmenti di tutto il corpo. Sono tutti ermafroditi: gli organi riproduttori maschili e femminili (i primi più cefalici rispetto ai secondi) sono situati nella parte anteriore del corpo [29]. Durante il periodo della maturità sessuale si ha la formazione di un clitello, un ispessimento cutaneo di alcuni segmenti del corpo situato in prossimità degli sbocchi degli organi genitali; è dovuto alla presenza di voluminose cellule ghiandolari epidermiche di vario tipo, il cui secreto, oltre a favorire l'accoppiamento, costituisce l'ooteca contenente le uova ("clitello in Vocabolario - Treccani," n.d.) che avranno sviluppo diretto senza metamorfosi [29].

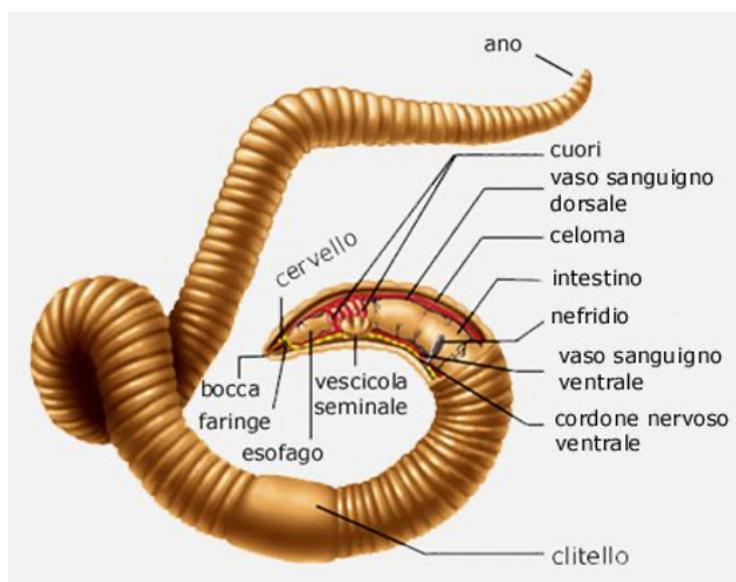


Figura 5.13: *Morfologia del lombrico*

La superficie viscosa del lombrico gli consente di respirare. La cuticola è porosa e i vasi sanguigni presenti in sua prossimità assorbono ossigeno dall'aria o dall'acqua rilasciando anidride carbonica. Questo scambio di gas può avvenire solo se la cuticola è umida.

Il suo corpo costituito da segmenti anulari è mosso da due fasci di fibre muscolari per ciascun segmento. Un fascio, posto sotto l'epidermide, avvolge il lombrico in senso circolare mentre il secondo fascio si estende longitudinalmente. Il lombrico si muove grazie alla distensione e alla contrazione di questi due fasci muscolari, tendendo segmento dopo segmento con un ritmo che produce movimenti flessuosi. Il lombrico fa presa sul terreno grazie a piccole appendici filamentose dette setole presenti su ogni segmento. Il lombrico le protende, si trascina e poi le ritrae. Può muoversi in entrambe le

direzioni usando una serie di setole alla volta oppure, se è spaventato, può ancorare un'estremità del corpo mentre ritrae rapidamente l'altra [29].

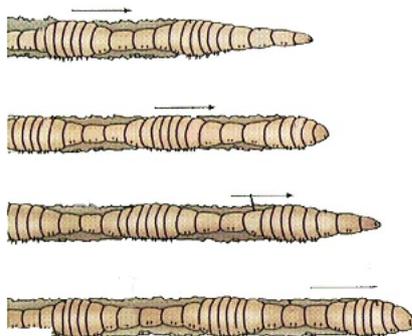


Figura 5.14: *Movimento dei lombrichi tramite setole poste su ogni anello del suo corpo*

Gli organi di senso del lombrico associati all'alimentazione si trovano sul prostoma, situato all'estremità anteriore dell'organismo. I chemiorecettori sono sensibili agli alcaloidi, ai polifenoli e agli acidi. Le risposte negative sono causate dall'acido e dagli alcaloidi (a determinati livelli), mentre la sensibilità del polifenolo identifica diverse fonti alimentari.

I chemiorecettori possono anche essere trovati su altre parti del corpo dell'organismo [34]. In un solo segmento ce ne possono essere circa 1.900. Questi recettori conferiscono al lombrico il senso del tatto, quello del gusto e la capacità di percepire la luce dirigendo l'organismo lontano da pericoli come variazioni di temperatura o pH ma anche verso possibili fonti alimentari. Le migliaia di organi di senso e i complessi sistemi muscolari sono tutti collegati al ganglio cerebrale, che si trova nella parte terminale della bocca [29].

I fattori abiotici sono molti importanti per lo sviluppo dei lombrichi in un terreno. La temperatura è significativa, con implicazioni per la crescita, la respirazione, il metabolismo e la riproduzione. Un ulteriore fattore abiotico importante è l'umidità, che è fondamentale per la respirazione. Per quanto riguarda l'intensità della luce, la maggior parte delle specie sono fotonegative a forti fonti di luce e fotopositive a deboli fonti di luce. Ciò è attribuibile agli effetti della luce intensa, come l'essiccazione e la mancanza di fonti alimentari trovate al di sopra del suolo [34].

I lombrichi sono caratterizzati da un periodo di letargo che si manifesta negli individui adulti che hanno abbondantemente depresso: sarebbe da interpretarsi come un periodo di riposo necessario alla reintegrazione dell'apparato riproduttivo anche se non è in dipendenza della attività sessuale [55]. Durante il letargo gli animali restano immobili, strettamente ravvolti in una cavità del terreno, i loro organi sessuali, sia interni che esterni, si involgono. Questa condizione biologica è influenzata dall'azione di fattori termici, alimentari, igroscopici ed endogeni. L'inattività indotta nei lombrichi

chi sia dall'essiccamento, sia dal freddo intenso non è paragonabile al letargo stagionale in quanto scompare al regredire dello stimolo. Gli individui si ritirano isolatamente o a gruppetti entro piccole cavità levigate e tappezzate di muco e vi rimangono strettamente ravvolti e immobili [41].

*Caratteristiche generali del lombrico *Hormogaster**

I lombrichi del genere *Hormogaster* sono grandi animali che possono misurare fino a 90 cm di lunghezza e fino a 100 g di peso. L'aspetto più notevole della loro fisiologia è la loro tolleranza a periodi prolungati di siccità grazie a una lunga diapausa. *H. redii* unisce questa attitudine con una valenza ecologica eccezionalmente ampia: oltre ai terreni ottimali per il suo sviluppo, può infatti abitare boschi di sclerofille, pascoli sovraccaricati, terreni pietrosi, sabbia a grana grossa e persino spiagge sabbiose sopra il litorale.

Il genere *Hormogaster* è diffuso nel bacino del Mediterraneo e ha creato anche degli endemismi, come nel caso di *H. pretiosa*, limitato alla sola Sardegna meridionale. *Hormogaster samnitica*, un parente stretto del *H. pretiosa*, è diffuso in Corsica, Elba e Capraia e nella terraferma toscana a sud del fiume Arno. Insieme a *H. redii*, abita anche le isole minori dell'Arcipelago toscano e l'arcipelago della Maddalena (NE della Sardegna), mentre in Sardegna è limitato alla costa della Gallura. Una stazione isolata in Abruzzo ha dato il nome a questa specie.

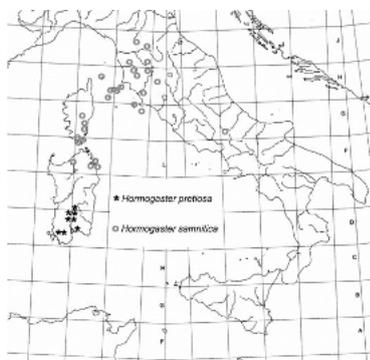


Figura 5.15: *Distribuzione geografica di H. pretiosa e H samnitica*

Ruolo dei lombrichi nell'ecosistema agrario

I lombrichi svolgono diverse funzioni all'interno di un agroecosistema e, con la loro attività, influenzano direttamente la fertilità del suolo. Scavando nel terreno modificano la circolazione di aria e acqua, aumentando così la porosità. Inoltre, grazie alla loro produzione di sostanza organica facilmente e velocemente mineralizzabile da microrganismi terricoli, viene migliorata la

struttura del suolo e il suo contenuto di elementi minerali disponibili per le piante. La loro presenza è infatti fondamentale per il riciclo dei nutrienti quali il fosforo e l'azoto [42, 52].

Alcuni agenti patogeni e alcuni inquinanti possono essere controllati efficacemente dal biota del suolo, se supportato da pratiche agricole sostenibili (come la gestione dei residui, la rotazione delle colture, l'utilizzo di cultivar meno sensibili e l'applicazione sostenibile degli agrofarmaci). Oltre alla diminuzione nell'uso di fungicidi, ciò significherebbe anche che i fertilizzanti potrebbero essere ridotti, limitandone quindi il loro dilavamento nei corpi idrici [30].

I lombrichi si trovano nella parte più bassa di molte catene trofiche, andando così a costituire una risorsa importante per il mantenimento della biodiversità all'interno di un ecosistema.

Per conservare la fertilità di un suolo in tutti i suoi aspetti è quindi necessario favorire l'insediamento di questi animali, senza effettuare operazioni che possono arrecargli disturbo. Le specie più grandi di lombrico scompaiono subito dopo la trasformazione di un terreno naturale in un campo coltivato, principalmente a causa delle operazioni di lavorazione del terreno. La lavorazione minima, l'assenza di aratura e l'aratura in cresta sono le operazioni che consentono di alterare il meno possibile la popolazione dei lombrichi che vivono sulla superficie del suolo. Queste pratiche di miscelazione del terreno sono meno invasive e permettono di incorporare i residui colturali a 10-15 cm sotto la superficie (o di non spostarli affatto). I residui colturali lasciati sulla superficie del suolo proteggono i lombrichi dalla predazione e dall'essiccamento durante i periodi di siccità [42].

L'aggiunta di letame influisce positivamente sulla presenza di lombrichi sia nelle praterie che nei campi. I lombrichi generalmente rispondono meglio al letame organico che ai fertilizzanti chimici [15]. Tuttavia, il letame liquido come il liquame di maiale può stressare le popolazioni di lombrichi nelle praterie e nei campi coltivati se applicato in grandi quantità. Data al terreno sufficiente umidità, con l'applicazione di una pacciamatura "viva" o "morta" ci si aspetta che essa promuova la biomassa di lombrichi, soprattutto delle specie endogene [42].

Il lombrico come bioindicatore di fertilità del suolo

Negli ultimi anni è sorta l'esigenza di affiancare ai comuni metodi di indagine strumentale (misurazione di parametri chimico-fisici) altre metodiche di tipo biologico che misurano le variazioni dei popolamenti animali e vegetali, senza perdere di vista che la diversità biotica, intesa come prodotto delle interazioni fra evoluzione biologica e variazione dei parametri ambientali, non dipende solo dagli inquinanti. Tale metodica va sotto il nome di "Biomonitoraggio" e si basa sull'impiego di organismi viventi "sensibili", in

grado cioè di fungere da indicatori del degrado della qualità ambientale dovuto all'inquinamento. L'uso di organismi sensibili a stress ambientali si è reso necessario in quanto i dati di tipo chimico-fisico non davano una visione globale del possibile impatto ambientale, ma fornivano solamente una misura puntiforme ed istantanea di un unico parametro [5]. I lombrichi vengono divisi nelle seguenti categorie generali, tenendo conto delle loro caratteristiche di base come la capacità di scavare, le preferenze alimentari, il colore, la forma e le dimensioni del corpo [32]:

- Le specie epigeiche, lunghe 2-6 cm, decompongono materia organica fresca vicino alla superficie del suolo. Sono piccoli e per lo più rosso scuro. Si trovano in prati, foreste e compost, più raramente si possono trovare nelle terre coltivate a causa della mancanza di strati di materiale organico permanenti. Hanno un tasso di riproduzione vigoroso ma una durata della vita corta.
- Specie endogeiche (fino a 18 cm di lunghezza) decompongono le sostanze organiche nel suolo e vivono in gallerie orizzontali instabili nell'area della radice presente nello strato superiore del suolo. Sono pallidi, non pigmentati. Il loro tasso di riproduzione è limitato (8-12 bozzoli / anno) e la durata della vita è di 3-5 anni.
- Le specie aneciche, lunghe 15-45 cm, portano parti di piante dalla superficie del suolo nelle loro tane verticali (diametro di 8-11 mm), dove vengono decomposte. Per via del loro comportamento, quando sono attivi sono particolarmente sensibili alle lavorazioni del terreno. Il tasso di riproduzione è limitato e la vita è lunga. Le specie di *Lumbricus* aneciche sono grandi e di colore rosso-marrone. Gli animali adulti depositano le loro feci nel suolo o fuori terra.
- Le specie coprofaghe vivono nel letame.
- Le specie arboricole che vivono in terreni sospesi nelle foreste tropicali umide.

Per quanto riguarda l'utilizzo di bioindicatori per la qualità del suolo, sono prese in considerazione solo le prime 3 classi di lombrichi.

Per descrivere la popolazione di lombrichi di un ambiente è bene sapere la quantità di giovani e di adulti, in quanto i primi indicano il tasso di ricambio generazionale, mentre la presenza dei secondi presuppone che abbiano avuto le condizioni necessarie e sufficienti per crescere e svilupparsi e sono dei potenziali riproduttori, fondamentali per la prosecuzione della specie [43].

Un'alta densità di lombrichi in un suolo sarà favorita da [27]:

- Piccoli disturbi del suolo (lavorazione del terreno, protezione delle piante);

- Vegetazione (prati, sovescio di colture);
- Materiale vegetale morto (compost, pacciamatura).

Al contrario, le ragioni principali del declino dei lombrichi sono la monocoltura, i residui colturali rimossi, lunghi periodi di terreno nudo, macchinari pesanti e lavorazione del terreno intensiva come aratura frequente e pesticidi (ad es. erbicidi) [27].

Materiali e metodi

Questo progetto ha indubbiamente risentito delle eccezionali condizioni generali in cui la nazione si è venuta a trovare per la nota pandemia. La presente relazione è stata quindi divisa in due parti: cosa era stato pensato di fare e cosa in realtà è stato possibile fare.

Sito sperimentale

L'azienda agricola dell'Università di Firenze, situata in Località Montepaldi, San Casciano Val di Pesa, (Lat. 43°40'16"N, Long. 11°09'08"E) interessa una superficie leggermente declive di 15 Ha circa a 90 m s.l.m.

Il clima è subappenninico con precipitazioni totali di 800 mm/anno, con massimo in autunno e primavera e minimo nel periodo tra giugno e agosto. La temperatura media annuale è di 14,1° C, con massima oltre i 30°C in estate e minima a gennaio intorno a 5°C.

Dal punto di vista pedologico, l'azienda è caratterizzata da terreni evoluti da sedimenti pliocenici di tipo conglomeratico misto a lenti sabbiose e argillose nelle aree declivi mentre nell'area pianeggiante da sedimenti del torrente Pesa. La tessitura fa rientrare i terreni nelle categorie che intercorrono tra i medio impasto limo-argillosi e gli argillosi, con presenza di scheletro di piccole e medie dimensioni. I campi sperimentali (Figura 5.16) sono composti da 3 agroecosistemi classificati come "Biologico vecchio" (BioVecchio), "Biologico nuovo" (BioNuovo) e "Convenzionale" (Conv). BioVecchio e BioNuovo sono gestiti con metodi di agricoltura biologica rispettivamente dal 1991 e dal 2001.

Questi due agroecosistemi sono circondati da infrastrutture ecologiche quali siepi naturali e/o artificiali e/o strisce di essenze erbacee spontanee. In particolare sono presenti due siepi: una naturale che separa il BioVecchio dal BioNuovo, costeggiata da entrambi i lati da due strisce inerbite di 2 m; l'altra artificiale, che separa gli appezzamenti a conduzione biologica dagli altri campi aziendali ed è formata da specie autoctone. Inoltre, una striscia inerbita separa il BioNuovo dal Conv. Oltre a questa distinzione, la superficie interessata è ulteriormente divisa in 10 campi sperimentali. Il monitoraggio è stato effettuato nei campi BioVecchio3 e BioNuovo7 che misurano 132 m x 47,5 m ciascuno.

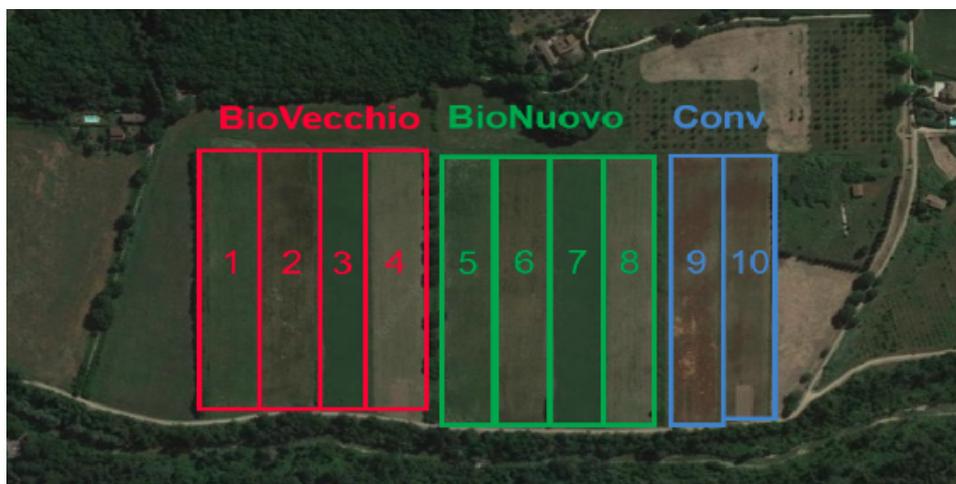


Figura 5.16: *Divisione degli appezzamenti sperimentali a Montepaldi secondo diverse metodologie di conduzione*

Disegno sperimentale: periodo pre-COVID19

In previsione di esperimenti futuri, che saranno relativi all'introduzione di vari tipi di letame, entrambi i campi presi in considerazione sono stati divisi in 3 righe separate da 2 corridoi larghi 8 m, ottenendo così 3 superfici di 36 m x 47,5m ciascuna (Figura 5.17). Inizialmente, a tavolino, fu stimato possibile effettuare 15 campionamenti al giorno e di alternare i 2 campi. In questo modo trascorreranno 14 giorni prima di tornare nello stesso campo e questo permetterà di influire in misura minore sui campionamenti. Successivamente però è stato notato che il terreno tendeva a perdere velocemente il proprio contenuto idrico, aumentando così la sua tenacità e impedendo di procedere con il campionamento e successiva conta dei lombrichi. È stato quindi deciso di eseguire i campionamenti ogni qual volta le condizioni pedologiche e meteorologiche lo permettessero, lasciando comunque trascorrere almeno una settimana per non condizionare i successivi campionamenti. Per ottimizzare i tempi, sfruttando al meglio i giorni ottimali per i campionamenti, sono stati campionati 15 punti per campo, per un totale di 30 per ogni sessione di misura.

Disegno sperimentale: randomizzazione e individuazione dei punti

Il gradiente di umidità causato dal corso d'acqua (torrente Pesa) presente vicino al terreno oggetto di studio e il fatto che i lombrichi sono disturbati dal calpestio degli operatori hanno reso necessarie randomizzare i campionamenti su griglia spaziale (posizione) e su scala temporale (sequenza). Un campionamento sequenziale ordinato avrebbe probabilmente ridotto le probabilità di trovare soggetti che si sarebbero allontanati dall'area investigata. La sequenza temporale è casuale all'interno di ogni riga. Una completa

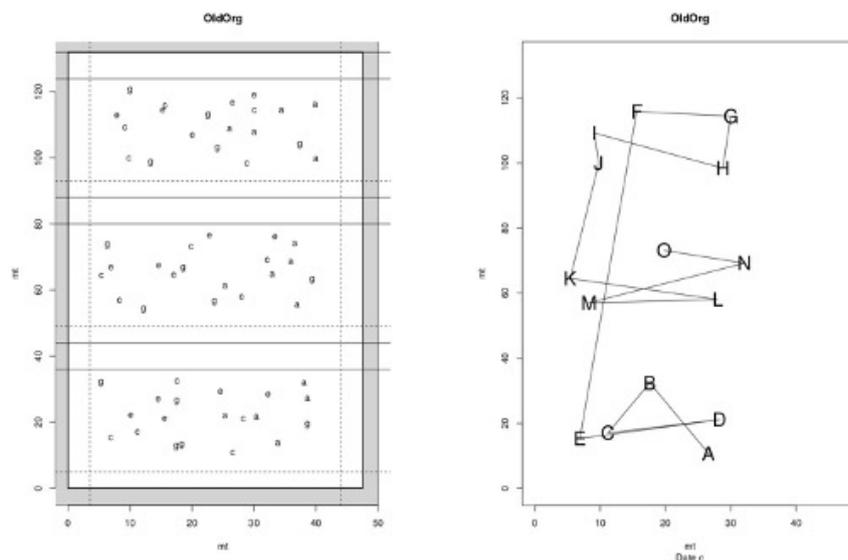


Figura 5.17: *Randomizzazione dei punti e dell'ordine di campionamento*

randomizzazione in tutto il campo sperimentale avrebbe comportato sia un eccessivo calpestamento che un allungamento della sessione di campionamento. Si è comunque randomizzato la sequenza delle tre righe: ad es. (Figura 5.17) dopo aver processato la striscia inferiore (lettere da A a E), si passa al campionamento della striscia più in alto (lettere da F a J) e solo infine si procede al campionamento nella striscia centrale (da K a O). Le aree di campionamento sono state localizzate all'interno di ogni riga, escludendo dal campionamento un'area di 3,5 m di larghezza per eliminare effetti di bordo lungo la direzione Y per fossi adiacenti al campo e di 5 m di altezza lungo l'asse X per la presenza di una strada e dei corridoi di manovra delle macchine operatrici. La superficie utile è risultata quindi essere 40,5 x 26 m. Ogni buca di campionamento ha lato di circa 35 cm (dimensione della forco-vanga di prelievo), pertanto la superficie di campionamento della riga è stata idealizzata essere di-visa in 117 colonne per 77 righe ($39,78 * 26,18$ m considerando un quadrato di 34 cm di lato). Sono stati individuati 20 poligoni per ogni striscia, così da coprire completamente tutta la superficie in 8 sessioni di misura. Per evitare che un campionamento su griglia fissa potesse raccogliere dati spazialmente ciclici (es: lavorazioni del terreno con organi a distanze fisse, accavallamento del passaggio della trattrice, ecc), il campo è stato diviso in 20 poligoni equilateri e, all'interno di essi è stato individuato un punto casuale (Figura 5.18). Un disegno ottimale avrebbe

dovuto prevedere il campionamento giornaliero di 60 punti per campo, ma questo avrebbe comportato un eccessivo allungamento della sessione di rilevamento, che suggerisce di cominciare il campionamento nelle prime ore del mattino e comunque terminarlo entro mezzogiorno.

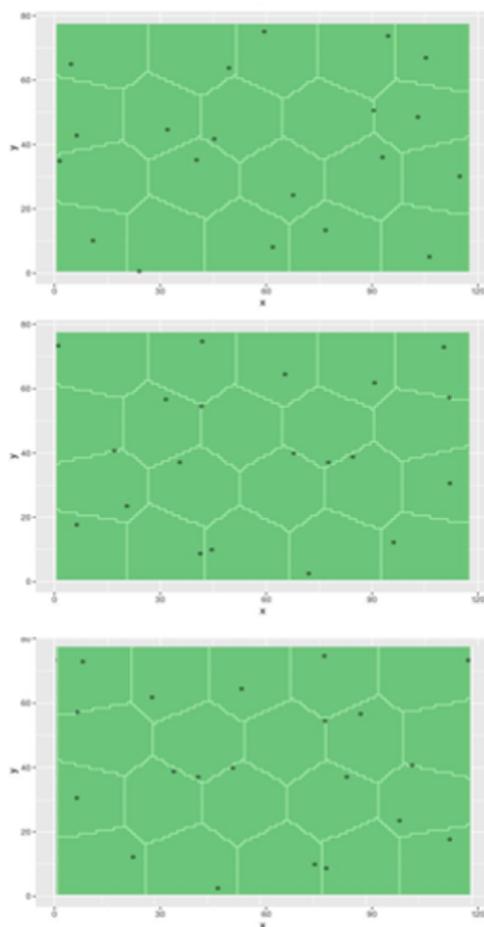


Figura 5.18: *Individuazione casuale dei punti all'interno di poligoni equilateri. Gli assi x e y indicano il numero di quadratini in cui è stata idealmente divisa l'area da campionare*

L'uso di apparati GPS rende impossibile riportare sul terreno le coordinate teoriche dei singoli punti con sufficiente precisione. È stato deciso di adottare un metodo di individuazione del punto di campionamento più accurato possibile. Tramite lo squadra del terreno, infatti, sono stati posti dei pali alle estremità di ogni riga ai quali verranno tesi dei nastri su cui saranno state preventivamente segnate le coordinate di ogni punto: due fettucce con le identiche coordinate da stendere lungo la lunghezza Y ai due lati della riga e una fettuccia da stendere lungo la larghezza X (Figura 5.19). Dopo avere

disposto le due fettucce Y ai lati del campo, tre operatori hanno identificato tutti i punti mediante paline colorate. Due operatori, posti ai bordi della striscia, si spostavano lungo la lunghezza Y, tenendo tesa la fettuccia con le coordinate X e fermandosi in corrispondenza degli omologhi punti Y, in modo da mantenere l'ortogonalità durante l'identificazione della coordinata X che veniva effettuata da un terzo operatore il quale infine piantava la palina identificativa del punto (Figura 5.19).



Figura 5.19: *Stesura della fettuccia "X" per individuare i punti da campionare*

Disponendo le paline è stato possibile ottimizzare i tempi di campionamento, permettendo un disturbo inferiore ai lombrichi e una riduzione dei tempi morti, e quindi una migliore qualità dei dati.

Campionamento durante il periodo COVID19

Tutta la procedura precedentemente descritta, era stata pensata durante l'autunno 2019 in modo da potersi recare in campo tempestivamente in primavera, quando l'umidità e la temperatura avrebbero potuto aumentare la probabilità di raccogliere e contare individui. La squadra di conteggio lombrichi era formata da tre operatori, due addetti all'ispezione della zolla

con relativo conteggio dei lombrichi e un operatore addetto alla rilevazione e registrazione dei dati secondo un modulo cartaceo.

Era stato deciso di raccogliere i seguenti dati:

- Data e ora di campionamento;
- Temperatura del suolo a 0 cm e a 30 cm;
- Umidità del suolo a 0 cm e a 30 cm;
- Numero di individui trovati (suddivisi in adulti, giovani, infanti);

La fase 1 della pandemia Covid, iniziata il 9 marzo 2020, ha colto tutti di sorpresa. Le nuove procedure per autorizzare le missioni in campo hanno richiesto del tempo, quindi la prima missione, anche senza la squadra al completo, è stata effettuata il 24 marzo, data in cui il terreno si presentava fessurato, inadatto all'escavazione e tantomeno al reperimento dei lombrichi. In tale occasione, è stato deciso di rilevare, oltre al numero di lombrichi, il numero di tunnel che ne testimoniano il passaggio. Questi tunnel sono inequivocabilmente identificabili a causa del segno lasciato dagli anelli del corpo dell'animale (Figura 5.20). Al modulo cartaceo è stato quindi aggiunta una colonna per il numero dei tunnel. Le missioni successive sono state effettuate con la squadra al completo grazie all'autorizzazione dell'INAIL valida da 1/04 a 31/05 che ci autorizzava a recarsi sul sito sperimentale.



Figura 5.20: Tunnel di lombrico, si nota bene la traccia lasciata dagli anelli del corpo dell'animale

Dopo ogni pioggia significativa, è stato fatto un rilevamento per un totale di 2 date primaverili di campionamento. Per puro scrupolo, un sopralluogo finale è stato fatto il 15 giugno, ovvero dopo una precipitazione cumulata di 31.6 mm nei 10 giorni precedenti. Il terreno si presentava purtroppo in condizioni non idonee al rilevamento, e in questa occasione sono stati rimossi tutte le paline che avrebbero ostacolato le imminenti operazioni di mietitrebbiatura del farro. A ottobre è stato possibile effettuare 2 date di campionamento. Le precedenti lavorazioni del terreno, in particolare l'aratura, hanno inciso sul metodo di campionamento. Non essendo più possibile effettuare uno scavo nel punto ipotizzato al fine di ottenere una zolla 30x30x30 cm, è stato deciso di controllare la zolla di terreno più vicino alla coordinata.

Metodo di campionamento e materiali necessari

Per effettuare il campionamento si è scelto di prelevare una zolla di terreno 30 cm x 30 cm, profonda circa 30 cm, e sminuzzarla su telo al fine di accertare la presenza di lombrichi contenuti in essa. Gli individui trovati verranno poi puliti per distinguere al meglio il grado di sviluppo del clitello, identificandone così l'età. Inoltre verranno anche contate le gallerie, prova del passaggio e della presenza di lombrichi nell'area. Per le sessioni di campionamento sono stati utilizzati i seguenti materiali:

- Forca-vanga (utile per evitare di tagliare gli individui);
- Telo;
- Scheda di monitoraggio;
- Igrometro specifico per suolo;
- Termometro a sonda.

Misura dell'umidità del suolo

L'umidità del suolo è misurata sulla superficie del suolo e a 30 cm di profondità. Si è deciso di utilizzare la sonda ML3 di Delta-T Devices (Figura 5.21) che ci permette di avere una misura volumetrica del contenuto idrico del suolo con una precisione dell'1%. Questo igrometro funziona sul principio della permittività, una grandezza fisica che quantifica la tendenza del materiale a contrastare l'intensità del campo elettrico presente al suo interno. Descrive quindi il comportamento di un materiale in presenza di un campo elettrico.

La sonda infatti è in grado creare ed emanare nel terreno delle onde con frequenza di 100MHz (simile alle onde radio). In base alla risposta del suolo, il computer associato alla sonda trasforma la lettura in mV in quantitativo volumetrico (m^3m^{-3}). Vista l'eterogeneità dei terreni, è possibile impostare

il computer associato al campionamento di diversi suoli, tarandolo per 5 terreni che saranno mantenuti poi in memoria contemporaneamente.



Figura 5.21: *Igrometro con sonda ML3 per la misura dell'umidità volumetrica del suolo*

La sonda ML3 può esser utilizzata anche per la misura della temperatura del suolo ma in questo esperimento è stato preferito utilizzare un termometro a sonda digitale.

Sono state anche prelevate delle carote di terreno di volume noto che saranno pesate prima e dopo il passaggio in stufa a 105°C per determinare così l'umidità del suolo con metodo classico.

Funzionamento dell'igrometro

L'igrometro Delta T misura l'umidità del suolo attraverso un sensore complesso denominato ML3. Questo sensore complesso genera un campo magnetico a radiofrequenza (100 MHz) che viene applicato a tre antenne poste ai vertici di un triangolo equilatero. Tramite queste tre antenne il campo elettrico viene quindi trasferito al mezzo poroso (suolo minerale, torba etc.).

Lo spazio interessato dalla radiofrequenza può essere considerato come il dielettrico di un condensatore: in quanto tale possiede la sua caratteristica permittività elettromagnetica (Permittività su wikipedia). Essa è la proprietà che misura il grado di polarizzabilità del dielettrico.

Un alto valore ci indica che il mezzo è fortemente polarizzabile, ovvero che le particelle e le molecole che ne fanno parte sono facilmente orientabili quando viene applicato un campo magnetico. Un basso valore, al contrario, indica un materiale poco polarizzabile. Il valore viene usato come riferimento

ed è pari a Farad/metro. Nel vuoto le molecole sono infatti scarsissime o del tutto assenti. L'aria ha un ε di circa 1, mentre l'acqua si aggira intorno a 80.

Ne consegue che un mezzo eterogeneo come il suolo, mostra un ε che è funzione sia delle molecole minerali e organiche di cui è composto, ma anche e soprattutto del contenuto di acqua, molecola molto polarizzabile in quanto nettamente dipolare.

Il sensore ML3 fornisce in uscita una tensione, il cui valore è legato a dalla relazione polinomiale il cui l'andamento è mostrato nella Figura 5.22.

È quindi necessaria una curva di taratura che permetta di passare all'acqua contenuta nel volume di suolo (mc/mc).

Calibrazione dell'igrometro

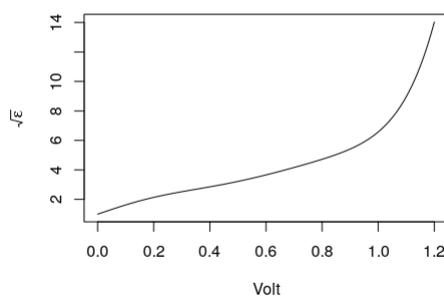


Figura 5.22: *La relazione polinomiale valida per il sensore attivo ML3, che lega l'indice di rifrazione al volume di acqua contenuta in un mezzo.*

Lo strumento è dotato di due generiche curve di calibrazione lineare, una per i substrati minerali e una per i substrati torbosi. Nel caso attuale è stato preferito calibrare lo strumento specificatamente sul suolo oggetto di studio, soprattutto in previsione di future ripetute sessioni di misura.

Ricordando che lo strumento misura un valore relativo al volume e non al peso del suolo, si è reso necessario un campionamento a volume noto.

La calibrazione è stata condotta come segue. Mediante 4 tubi d'acciaio di dimensioni note (diametro 8.5 cm, volume 804.78 ± 1.76), sono stati prelevati 4 cilindri di terreno.

Tali cilindri son stati mantenuti all'interno del corrispondente tubo d'acciaio, ne è stata misurata l'umidità in campo appena dopo il prelievo e quindi portati in laboratorio e ognuno chiuso in una busta ermetica di plastica e pesato.

Ogni due o tre giorni e per qualche settimana, si è provveduto all'aggiunta di note quantità d'acqua, per aumentarne l'umidità. Il ciclo di due tre giorni

si è reso necessario per permettere la diffusione dell'acqua all'interno di tutto il volume di suolo campionato. L'umidità è stata rilevata sia sulla faccia superiore del cilindro che su quella inferiore. Prima di ogni misura è stato rilevato il peso del campione, comprendente la tara del tubo e della busta plastica.

Alla fine delle misure, i campioni son stati messi in stufa a 105 °C fino a peso costante, per ottenere il peso secco e quindi poter calcolare l'acqua contenuta nei vari momenti di misura.

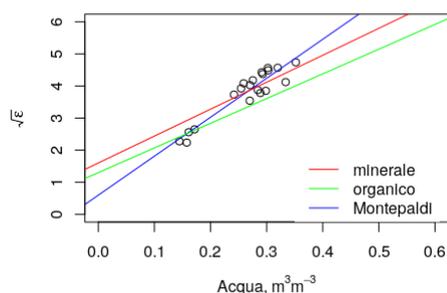


Figura 5.23: *La curva di calibrazione per il suolo oggetto di studio.*

Questa procedura ha permesso di ottenere delle coppie di dati riportati nella Figura 5.23.

La linea blu rappresenta la retta di calibrazione del terreno in esame. Essa è visivamente diversa da quelle contenute nello strumento e il formale test t conferma una pendenza del valore di 12.15 significativamente diversa da valore 8.4 del suolo minerale e 7.7 per quello organico (valori di p inferiori in entrambi i casi).

In conclusione, le misure appositamente fatte per la calibrazione, si sono rivelate necessarie per avere valori accurati.

Misura della temperatura

Analogamente all'umidità del suolo, anche la temperatura è misurata sulla superficie del suolo e a 30 cm di profondità. Per la misura della temperatura è stato utilizzato un termometro a termistore PTC di tipo digitale in quanto i termometri a infrarossi, misurando la emissività termica delle superfici, hanno mostrato dei limiti in quanto influenzati ad es. dalla presenza di luce solare.

Conclusioni

Con questo lavoro ci eravamo posti di rispondere ai seguenti quesiti:

- Quali sono le variabili che influiscono sulla presenza dei lombrichi in un terreno in ambiente mediterraneo collinare interno?
- Qual è il momento più idoneo per andare in campo a campionarli?
- Questo metodo di campionamento può essere utilizzato da aziende agricole per utilizzare il lombrico come bioindicatore della fertilità dei propri terreni?

Avendo trovato pochi lombrichi durante i nostri campionamenti, non è stato possibile ottenere i dati sufficienti per rispondere alle prime 2 domande. In compenso però, analizzando l'operato, è possibile proporre una serie di suggerimenti per i campionamenti futuri.

- Prima di procedere con una sessione di campionamento, utilizzare una trivella da carotaggio al fine di verificare l'assenza di uno strato asciutto e compatto in profondità. Si può dedurre che, qualora sia presente, i lombrichi anecici come *H. samnitica* non riescano a risalire in superficie.
- Al fine di ottenere dei dati che rispecchino la realtà fin da subito, è consigliato di rodare la squadra, effettuando un paio di prove in bianco. In questo modo gli operatori riconosceranno meglio i tunnel di lombrico presenti nella zolla e diminuiranno i tempi di campionamento.
- Notando che la presenza dei tunnel di lombrico non è legata all'orario di campionamento, è consigliato di effettuare più campionamenti possibile in una giornata, coprendo meglio l'area interessata. Si possono effettuare 60 campionamenti/giorno, divisi in 15+15 al mattino e 15+15 al pomeriggio.
- Effettuare qualche campionamento durante le ore notturne, prima dell'alba o dopo il tramonto. I lombrichi sono animali fotosensibili e quindi è ragionevole ipotizzare che si nascondano con la presenza del sole in cielo.

Alla terza domanda invece è stato possibile trovare una risposta.

Un'azienda agraria potrebbe voler controllare che la propria gestione mirata all'incremento della fertilità del terreno stia avendo effetto. Il metodo è ancora da affinare ma è possibile proporlo con le seguenti accortezze.

Da marzo a giugno e da settembre a fine ottobre, un imprenditore agricolo dovrebbe campionare ogni 3-4 settimane in diversi punti del proprio terreno, annotando il numero di lombrichi e di tunnel trovati. Se questi aumentano di anno in anno (un aumento nel breve periodo potrebbe essere dovuto all'incremento stagionale della popolazione) si può pensare che le pratiche effettuate stiano dando i risultati previsti. Comunque, come paragono suggerirei di considerare che in questa occasione, ovvero in ambiente

mediterraneo collinare interno, abbiamo trovato circa 6-8 tunnel per buca ispezionata e più frequentemente 4 tunnel. Considerando che il numero minimo di campionamenti necessario ad ottenere dei dati paragonabili ai nostri è di 35 campionamenti/Ha, consiglieri a un imprenditore agricolo di effettuare minimo 45-50 campionamenti/Ha.

La presenza dei lombrichi è fortemente influenzata dalla variabilità climatica. Questo è testimoniato in letteratura ed è evidenza anche di questa tesi. Tale aspetto è parzialmente compensato dalla capacità dei suoli argillosi di conservare le tracce del passaggio dei lombrichi sotto forma di tunnel e buchi che deve essere quindi visto come un vantaggio in quanto può svincolare dall'obbligo di effettuare la conta in momenti precisi. In altri tipi di suolo più sciolti, con frazioni sabbiose preponderanti, o comunque in caso di condizioni climatiche estreme che escludano la presenza dei lombrichi, gli agricoltori hanno a disposizione altri metodi speditivi per la valutazione della fertilità del suolo. Ad esempio, il test della vanga, il campionamento delle erbe infestanti come bioindicatori della fertilità del suolo sono metodi utili e veloci che gli agricoltori possono applicare a costo zero a complemento del campionamento dei lombrichi. La fertilità, come molti altri fenomeni naturali, è caratterizzata da molteplici sfaccettature e possono necessitare diversi metodi per valutarla nel suo complesso.