



25 settembre 2018

# Report progetto FAGADOP

**Caratterizzazione Genetica e Pedoclimatica del Farro della Garfagnana IGP  
e dell'areale di coltivazione, con ridefinizione del processo agronomico di  
produzione, finalizzato alla costituzione del marchio DOP**

## PARTNER

**- GARFAGNANA COOP ALTA VALLE DEL SERCHIO SOC COOP ARL**

**- DISPAA-UNIFI**

**- FONDAZIONE PER IL CLIMA E LA SOSTENIBILITA'**

**PSR 2014-2020  
PROGETTO PIF "*Farro della Garfagnana*"  
Bando Misura 16.2 "*FaGaDOP*"**

# Introduzione

In ambito agricolo la variabilità pedo-climatica e orografica di un territorio è determinante nella riuscita di una coltivazione sia dal punto di vista produttivo sia da quello qualitativo. Tale variabilità è un fattore determinante per le performance di una coltura anche se adattata all'ambiente. All'interno di uno stesso areale può essere molto ampio il motivo per cui rese e qualità del prodotto finale possono essere molto differenti.

Alla variabilità ambientale si può aggiungere poi quella genetica che caratterizza antiche varietà e loro popolazioni/ecotipi locali, ma che è praticamente assente nelle varietà moderne. Se da un lato la presenza di genotipi diversi all'interno di una varietà può costituire una risorsa importante per la resistenza ai vari stress abiotici e biotici, dall'altro tale risorsa si traduce in una variabilità produttiva sia a livello quantitativo che qualitativo.

La produzione di per sé è un elemento influenzato da innumerevoli fattori tra cui suoli, clima, nutrienti, caratteri genetici della coltura, pratiche culturali etc. Questi fattori sono importanti sia presi singolarmente ma soprattutto se visti nel loro complesso, poiché è indubbia la loro interazione e l'importanza che questa ha nella gestione agronomica e nella produzione finale.

Spesso la presenza di colture in determinate aree, specialmente se dedicate e specifiche, quale può essere il farro in Garfagnana, è importante per la valorizzazione del territorio come anche per la rivitalizzazione del comparto agricolo in aree di difficile gestione o marginali che rischiano di essere abbandonate perdendo con esse la tradizione e il mantenimento di un territorio. In queste aree l'adattabilità della coltura è un fattore importante per la sua riuscita e spesso tali colture si sono evolute negli anni con l'ambiente o in funzione di esso creando popolazioni in sintonia con le condizioni pedoclimatiche presenti. La difficoltà di intensivizzazione della pratica agronomica, intrinseca in questi territori, ha consentito il mantenimento di alcune colture che richiedono pochi input esterni, che hanno buona resistenza agli stress biotici o abiotici creando di conseguenza una agricoltura ecosostenibile. Risulta quindi importante il mantenimento e conservazione di questi ambienti marginali e delle colture in esso presenti non solo per una corretta gestione territoriale ma anche per il mantenimento di tradizioni agricole, culturali e di tipicità quali può essere il farro in Garfagnana.

In Garfagnana l'impiego del farro a scopo alimentare non si è mai interrotto, nemmeno negli ultimi anni quando il frumento coltivato con tecniche moderne ha provocato la scomparsa di molte popolazioni di cereali minori coltivate in ambienti marginali con bassissimi input di coltivazione. Si è così mantenuta la popolazione autoctona, caratterizzata da elevata variabilità fenotipica quale espressione dell'adattamento alle caratteristiche ambientali di coltivazione. Questa tradizione, nel 1996 si è tradotta in un riconoscimento europeo del marchio IGP "Farro della Garfagnana".

Lo sviluppo di questa filiera ha rivitalizzato le aziende agricole che tendevano ad abbandonare la coltivazione dei seminativi per la scarsa remuneratività delle colture, compreso quelle superfici sottratte al farro e destinate a grano e orzo. La coltivazione del

farro medio si è conservata in Italia come coltura tradizionale, oltre che in Garfagnana, in una decina di zone di media o alta collina e montagna del Centro e del Meridione, caratterizzate da sistemi produttivi a basso grado di intensificazione. A differenza che in Garfagnana, le aziende in cui ciò è avvenuto (nicchie di conservazione) sono in genere isolate, comunque in numero esiguo in ciascuna zona.

Considerando la distribuzione geografica delle zone, si può parlare di tre areali di aggregazione delle nicchie, dei quali uno solo territorialmente poco esteso, ma in compenso geograficamente ben delimitato, quello della Garfagnana inserito nell'Appennino Toscano; gli altri essendo un vasto areale che comprende Umbria, Lazio e Abruzzo ed un "areale meridionale" che abbraccia Molise, Campania, Puglia e Basilicata, con una concentrazione di nicchie nel Molise. In tutti gli areali sono presenti nicchie caratterizzate da basse temperature invernali, una fertilità dei terreni scarsa o media e la limitata superficie coltivata dai singoli agricoltori.

A partire dalla fine degli anni '80, l'accresciuto interesse per il farro ha determinato la progressiva espansione delle superfici coltivate, non rispettando sempre l'abbinamento areale-farro. In altri termini, entro i confini di un areale, le semine di farro sono state realizzate anche impiegando semente non originaria dell'areale stesso.

Si è così creata una confusa situazione legata alla mancanza di un sistema di riproduzione del seme, a scapito della valorizzazione del farro come coltura tradizionale di particolari ambienti e aggravata dal fatto che relativamente alle superfici coltivate non esistono statistiche basate su ordinati rilevamenti, ma solo stime. La coltivazione del farro si trova attualmente ad un bivio in cui risulta fondamentale il supporto della coltivazione anche attraverso la valorizzazione delle caratteristiche genotipiche e di quelle tecnologiche della granella derivata. Considerato il contesto specifico della Garfagnana la valorizzazione della popolazione originale di farro, legata ad un percorso che vede un modello di coltivazione sostenibile a garanzia dell'ambiente ed una tracciabilità delle produzioni a tutela del consumatore sembra la strada più idonea per il proseguimento della sua coltivazione.

### *Il farro*

La pianta del farro ha una taglia alta che in concorso con la lunghezza del ciclo vegeto-produttivo e il forte potere di accestimento, le conferisce una elevata suscettibilità all'allettamento, avversità che la modesta fertilità dei suoli degli ambienti marginali permette di contenere e che sconsiglia l'apporto di concimi alle coltivazioni, il cui impiego è normalmente inesistente o limitato ad apporti molto ridotti di fertilizzanti azotati.

Inoltre, grazie al rapido accrescimento iniziale e all'accestimento vigoroso, nonché al forte e diffuso apparato radicale, il farro risulta fortemente competitivo nei confronti delle erbe infestanti riuscendo a bloccarne la crescita. Allo stesso modo, gli involucri glumeali che rivestono la granella (cariosside vestita) costituiscono una valida protezione contro le avversità biotiche (parassiti animali e malattie fungine) e le possibili alterazioni del seme dovute alla piovosità che normalmente accompagna la granigione e la maturazione negli ambienti alto collinari e montani. Per questi motivi di solito nella coltivazione del farro

non si eseguono interventi diserbanti ma solo strigliature con appositi erpici strigliatori, né trattamenti fitoiatrici e antiparassitari.

Questo cereale, grazie alle caratteristiche fisiologiche e morfologiche della pianta, alla rusticità, alle modeste esigenze in fatto di fertilità dei terreni e alla resistenza al freddo si presta per la valorizzazione agricola di ambienti marginali, dove attuare tecniche di produzione di particolare significato agronomico per realizzare modelli colturali di tipo estensivo per produzioni di qualità, adeguata redditività e sostenibilità paesaggistico-ambientale.

La valorizzazione di agro-ambienti marginali con la coltivazione del farro è principalmente dovuta a caratteristiche morfologiche e fisiologiche della pianta:

- i) alta capacità di accestimento che consente alla coltura, entro certi limiti, di realizzare una adeguata copertura anche nel caso di diradamenti dovuti a forti cali termici invernali oppure a semine mal riuscite;
- ii) ciclo di sviluppo tardivo, adatto per ambienti di collina e di montagna dove le fasi finali del ciclo colturale (riempimento della granella) si svolgono in condizioni climatiche di buona piovosità e di temperature estive non eccessivamente calde;
- iii) modeste esigenze in fatto di elementi nutritivi, in quanto utilizza efficacemente quella parte di fertilità del terreno che altre colture non sono in grado di sfruttare o che si rende disponibile solo dopo la loro coltivazione;

La tendenza agronomica alla semplificazione delle operazioni effettuate per la coltivazione del farro, con un minor numero e intensità di interventi, presenta aspetti di grande interesse non solo per i vantaggi derivanti dalla riduzione dei costi di coltivazione ma anche per il contenimento dell'impatto ambientale, con particolare riferimento all'uso di prodotti chimici di sintesi e al rischio di erosione dei suoli negli agro-ambienti collinari e di montagna.

#### *Il modello di coltivazione del farro in Garfagnana*

In Garfagnana il farro viene coltivato con successo a quote comprese tra i 300 e i 1200 metri s.l.m. su terreni poveri, poco profondi e generalmente ricchi di scheletro, in appezzamenti per lo più piccoli, di forma irregolare e con pendenze da moderate a forti.

Si tratta di ambienti di alta collina e di montagna caratterizzati da condizioni climatiche, morfologiche e pedologiche poco adatte a sostenere sistemi colturali intensivi basati sulle moderne varietà di cereali autunno-vernini molto esigenti quanto a input tecnologici e tecnica di coltivazione, mentre il farro consente alle aziende agricole del territorio la realizzazione di una cerealicoltura a basso investimento, bassi input e bassa produttività ma con produzioni apprezzate sia per gli aspetti salutistici sia per la sostenibilità ambientale ed economica che ricade nell'areale di coltivazione.

La tecnica colturale normalmente attuata per la coltivazione del farro è estremamente semplificata e caratterizzata da un ridotto apporto di input chimici e tecnologici.

La coltura del farro non riceve normalmente concimazioni organiche e minerali dirette, né alla semina né in copertura, quando l'impiego di concimi azotati è generalmente sconsigliato in quanto la pianta ha taglia elevata e pertanto è particolarmente soggetta

all'allettamento. Le prove svolte con tipologie differenti di concimi azotati distribuiti in fase fenologica di levata (copertura) non hanno portato a significativi miglioramenti di produttività ed, in alcuni casi, hanno favorito maggiormente le infestanti a scapito del farro. Solo poche aziende con stalle effettuano la letamazione prima dall'aratura. Questa ha effetto benefico deducibile dalle maggiori produzioni che tali aziende hanno. Le analisi del terreno hanno mostrato carenze in molti appezzamenti soprattutto a carico di calcio, magnesio e potassio. L'apporto di questi fertilizzanti in maniera corretta va calibrato per ciascun appezzamento al fine di evitare squilibri nutrizionali che si ripercuotono su quantità e qualità delle produzioni e dovrebbe essere effettuato in deroga al disciplinare e sotto controllo di un organismo scientifico che garantisca la corretta operazione colturale.

Da disciplinare, non è previsto nessun impiego di diserbanti chimici né di prodotti antiparassitari sulla coltura. I maggiori problemi si riscontrano nella gestione delle infestanti che sono controllate unicamente attraverso una corretta gestione degli avvicendamenti e delle lavorazioni. La taglia elevata, la competitività di crescita su terreni poveri e l'elevata copertura del suolo consentono al farro di avere una bassa sensibilità alle infestanti, sia autunno vernine sia primaverili. La rottura di prati semi incolti da più anni con presenza di stolonifere, arbusti e rovi causa spesso un ricaccio di infestanti che vanno ad inficiare la coltivazione del farro nel primo anno. Le prove di diserbo meccanico svolte con erpice strigliatore, svolte in accestimento, hanno mostrato buoni risultati di riduzione delle infestanti, soprattutto a foglia larga, senza incidere sulla produttività. Tale pratica è diffusa sulla coltivazione del farro in diverse aree d'Italia ed è auspicato il regolare impiego nel modello di coltivazione.

In Figura 1 il modello di coltivazione del farro della Garfagnana e in Allegato 1 alcuni modelli di coltivazione e gestione aziendale presente sul territorio.

Nella coltivazione del farro generalmente non vengono adottati regolari schemi di successione delle colture. L'avvicendamento è quasi sempre rappresentato dalla coltivazione dopo la rottura di un prato naturale (generalmente di terzo anno, sfalcato per la produzione di fieno) oppure da un "rinfarro" sullo stesso terreno. Il prato falciato, oltre a residuare nel terreno una buona struttura, lascia al terreno anche la cosiddetta "forza vecchia" o "residua", ovvero un accumulo di residui organici di cui la coltura del farro può beneficiare con gradualità nello svolgimento del ciclo colturale. Il prato, inoltre, anche per le caratteristiche del suo utilizzo mediante sfalcatura per la produzione di fieno, determina un buon controllo dell'infestazione di malerbe. Varianti allo schema di avvicendamento colturale possono essere la realizzazione di tre coltivazioni successive dopo la rottura del prato, oppure dopo un "rinfarro" il terreno viene lasciato uno o due anni a riposo e poi lavorato con erpature per l'estirpazione delle infestanti.

La coltivazione del farro protratta oltre i due anni consecutivi è causa di perdita di produzione sia per il depauperamento dei principi nutritivi, principalmente l'azoto, lasciati dal prato, sia per l'aumento di infestanti che divengono competitive rispetto al farro.

Modello di coltivazione del farro in Garfagnana	
<u>Avvicendamento</u>	
<i>Principale:</i>	<i>farro - farro - prato - prato - prato</i>
<i>Varianti:</i>	<i>farro - farro - farro - prato - prato - prato</i> <i>farro - farro - maggese - (maggese)</i>
<u>Tecnica colturale</u>	
<i>Lavorazioni terreno:</i>	- aratura a 25-30 cm nel periodo estivo (agosto-settembre) - erpicatura per la preparazione del letto di semina
<i>Semina:</i>	- autunnale (ottobre-novembre) - dose 100-120 kg/ha di granella vestita - a spaglio con spandiconcime centrifugo o a mano - erpicatura superficiale per l'interramento del seme
<i>Concimazione:</i>	- letame bovino di produzione aziendale, prima dell'aratura - nessuna concimazione
<i>Raccolta:</i>	- intorno alla metà di luglio con mietitrebbia

**Figura 1. Modello di coltivazione del farro in Garfagnana**

La lavorazione del terreno consiste normalmente in un'aratura superficiale (25-30 cm di profondità) realizzata nel periodo estivo tra la fine di agosto e gli inizi di settembre, per la rottura del prato oppure per l'interramento dei residui della precedente coltura di farro. La semina viene preceduta da una erpicatura con erpice a denti oppure con erpice rotante per la preparazione del letto di semina. Il seme vestito viene generalmente seminato a spaglio utilizzando uno spandiconcime centrifugo; in situazioni in cui la forma degli appezzamenti non consente una corretta distribuzione meccanica della granella, la semina viene solitamente realizzata a spaglio manuale. La semina viene effettuata in autunno, tra la fine di ottobre e l'inizio di novembre a quote comprese tra 300 e 800 metri, mentre alle quote maggiori la semina tende ad essere anticipata di circa un mese tra la fine di settembre e l'inizio di ottobre. Per quanto riguarda la dose di seme utilizzata, questa risulta variabile in funzione del tipo di suolo, dell'andamento climatico e della tradizione aziendale; mediamente vengono distribuiti 100-120 kg/ha di granella vestita. La semina viene completata con un passaggio di erpice per l'interramento della granella.

Il ciclo colturale del farro in Garfagnana si completa con la raccolta effettuata in piena estate, mediamente verso la metà di luglio utilizzando le normali mietitrebbie opportunamente regolate. Alle quote superiori ai 1000 mslm la raccolta avviene intorno alla metà di agosto.

Il modello di coltivazione descritto è un relitto del modello di coltivazione tradizionale che vedeva il farro coltivato in aziende dove venivano praticate le rotazioni con altre colture quali mais, patata, legumi, erbai e prati, oltre alla presenza della stalla e conseguentemente di letame. Attualmente per una buona riuscita produttiva e quindi per la sua persistenza su un territorio è essenziale la conoscenza approfondita dell'ambiente di coltivazione,

dalle caratteristiche meteorologiche alle pedologiche alle interazioni con la coltivazione del farro. In tale ambito è importante eseguire e conoscere il contesto territoriale di coltivazione, le caratteristiche chimico-fisiche del suolo, la sua orografia e il suo clima. Allo stesso tempo risulta importante conoscere la coltura non solo dal punto di vista fenologico e di risposta alla gestione agricola o dell'ambiente, ma caratterizzare anche quei caratteri genetici che la differenziano da altre, al fine di riportare alle condizioni originali quelle semente evolute in sintonia con l'ambiente. Il nuovo modello di coltivazione ha così l'obiettivo di migliorare la gestione e mantenere standard produttivi elevati affinché la coltivazione non venga abbandonata e il prodotto mercato possa essere conosciuto per la sua qualità e territorialità.

Oggi il mercato ha una richiesta in continuo aumento di prodotti tradizionali, legati a un territorio e di nicchia.. L'atteggiamento dei consumatori di tali prodotti propende anche verso un' aumentata sensibilità al rispetto dell'ambiente e del lavoro. L'industria della pasta, del pane e dolciaria ricerca materie prime con particolari proprietà tecnologiche salutistiche, ma anche semplicemente capaci di avere una tipicità legata agli aspetti sensoriali. L'attitudine alla pastificazione o panificazione sono infatti importanti dal punto di vista della commercializzazione di un prodotto trasformato, quale la farina di farro, ma anche importanti per la definizione di varietà atte a diverse tipologie di consumo.

La creazione di un marchio DOP con il proprio disciplinare al cui interno vengono riportate le linee guida per una corretta gestione della coltura nel suo territorio, può essere lo strumento più idoneo per valorizzare e consentire il mantenimento d'identità alla produzione del Farro.

#### *Scopo del progetto*

La finalità principale del progetto è la definizione di un disciplinare di produzione, atto al riconoscimento di una certificazione DOP del Farro della Garfagnana.

A tal fine si è reso necessario:

- analizzare e caratterizzare le condizioni pedoclimatiche dell'areale di coltivazione e dei fattori climatici sulla crescita e lo sviluppo anche in base alle tecniche agronomiche impiegate
- definire e caratterizzare la base genetica della popolazione di farro della Garfagnana in modo da avere un maggior controllo della base genetica delle popolazioni e migliorare le caratteristiche della semente utilizzate, le caratteristiche quali-quantitative delle produzioni e poter avere un controllo sulla semente e commercializzazione della semente iscrivibile anche al Registro delle Varietà; valutare stabilità dei caratteri
- monitorare il comportamento delle popolazione nei diversi ambienti pedoclimatici in base anche alle epoche di semina e alla gestione agronomica dei campi determinandone il modello di coltivazione ottimale
- valutare le sinergie agronomiche e commerciali delle rotazioni.



## **Azione progettuale 1 (Garfagnana COOP)**

### **Costituzione ATS, definizione e gestione della rete di cooperazione del partenariato**

La Garfagnana COOP in qualità di capofila si è occupata della costituzione dell'associazione temporanea di scopo (ATS) e della predisposizione dell'accordo con definizione del ruolo e impegno di ciascun partner, come di quelli comuni. Ha gestito la rete di cooperazione, il piano delle attività ed i relativi tempi di realizzazione, condivisi tra i soggetti partecipanti attraverso riunioni di coordinamento periodiche, contatti telefonici e/o mail: tale attività è stata svolta da personale dipendente della Cooperativa. Gli incontri sono stati finalizzati al monitoraggio dello stato di avanzamento delle azioni progettuali, alla condivisione della programmazione delle attività, alla condivisione dei risultati intermedi e finali, alla identificazione di eventuali criticità.

La documentazione prodotta in itinere relativamente all'aggiornamento dei risultati raggiunti e delle attività svolte da ciascun partner, è stata condivisa attraverso posta elettronica e inserimento su appositi spazi web ( [www.climaesostenibilita.it](http://www.climaesostenibilita.it)).

Attualmente tutto il materiale e le informazioni sono disponibili presso il sito web <http://www.garfagnanacoop.com/progetto-fagadop-2016-2018>.

Di seguito vengono elencati gli incontri di coordinamento eseguiti. In rosso sono indicati gli incontri avvenuti a Firenze, mentre in blu quelli avvenuti in Garfagnana.

18/10/2016 - Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

24/10/2016 - Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

26/10/2016 - Incontro avvenuto in Garfagnana

09/12/2016 - Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

02/02/2017- Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

08/02/2017 - Incontro avvenuto in Garfagnana

22/02/2017- Incontro avvenuto in Garfagnana

02/03/2017- Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

31/03/2017- Incontro avvenuto in Garfagnana

21/04/2017- Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

02/05/2017- Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

04/05/2017- Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

11/05/2017- Incontro avvenuto in Garfagnana

17/05/2017- Incontro avvenuto in Garfagnana

27/06/2017- Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

10/07/2017- Incontro avvenuto in Garfagnana

04/07/2017- Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

02/08/2017- Incontro avvenuto in Garfagnana

31/08/2017- Incontro avvenuto a Firenze presso il Dispaa della Scuola di Agraria

18/10/2017- Incontro avvenuto in Garfagnana

13/12/2018 - Incontro avvenuto in Garfagnana

24/01/2018 - Incontro avvenuto in Garfagnana

23/02/2018 - Incontro avvenuto in Garfagnana  
21/04/2018 - Incontro avvenuto in Garfagnana  
07/05/2018 - Incontro avvenuto in Garfagnana  
07/06/2018 - Incontro avvenuto in Garfagnana  
13/06/2018 - Incontro avvenuto in Garfagnana  
13/07/2018 - Incontro avvenuto in Garfagnana  
25/07/2018 - Incontro avvenuto in Garfagnana

## **Azione progettuale 2 (DISPAA-UNIFI)**

### **“Messa a punto dei campi di valutazione”**

In questa azione è stato messo a punto il programma di dettaglio per le prove sperimentali.

Sono state eseguite ne corso del progetto le seguenti attività:

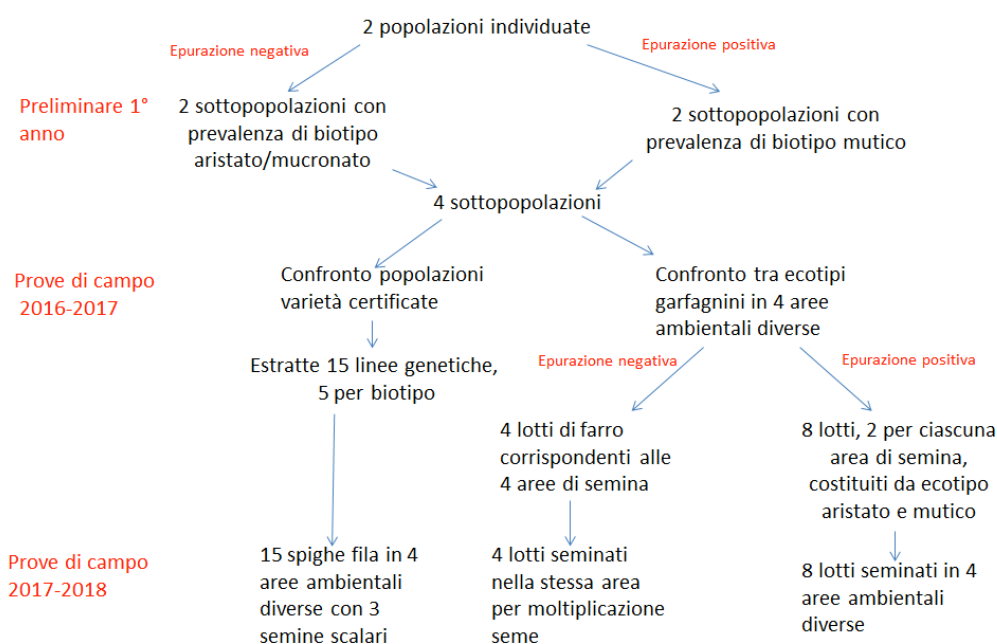
- individuazione di 4 lotti di farro autoctono della Garfagnana utilizzati come confronto per la valutazione della variabilità genetica tra ed entro popolazioni autoctona;
- identificazione di 8 differenti popolazioni di farro italiano da utilizzare come confronto con il farro autoctono per valutare le distanze genetiche. Si è reso quindi necessario il reperimento di quantitativi adeguati di materiale idoneo ad approntare prove di confronto;
- definite le specifiche di coltivazione;
- individuazione di sottozone pedo-climatiche ove realizzare le prove di confronto per le valutazioni dell'interazione genotipo-ambiente;
- eseguiti incontri di coordinamento con tecnici delle Garfagnana COOP e con il coordinatore del progetto.

All'interno dell'areale di coltivazione del farro della Garfagnana nell'alta valle del Serchio, sono state individuate 2 popolazioni di farro autoctono. Tali popolazioni sono risultate al loro interno abbastanza eterogenee, a causa della diffusione al loro interno di piante di farro con caratteristiche non conformi all'ecotipo locale. Il farro della Garfagnana in base a precedenti studi e alle informazioni legate alla tradizione locale risulta essere una popolazione costituita da tre diversi biotipi che si differenziano soprattutto a livello della morfologia della spiga (Fig.2.1) e dalle caratteristiche delle cariossidi. Sono infatti presenti un biotipo aristato con cariossidi vitrea, uno semi aristato/mucronato con cariossidi semivitrea e uno mutico con cariossidi farinosa, che si ritrovano nella popolazioni con percentuali rispettivamente del 20%, 20% 60%.



**Figura 2.1 Spighe dei tre ecotipi di farro della Garfagnana, dall'alto il fenotipo mutico, semiaristato e aristato**

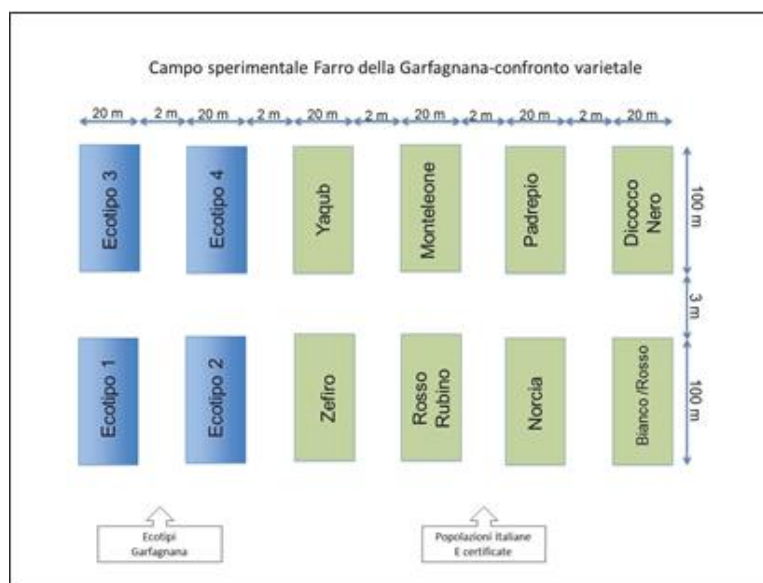
La caratteristica comunque che accomuna entrambi i biotipi e li differenzia morfologicamente dalle altre varietà di farro è il ripiegamento della spiga a maturazione che si incurva verso il basso lungo la sezione maggiore spesso a formare una sorta di S. Nelle due popolazioni individuate si è provveduto ad una preliminare rimozione manuale degli individui che non presentavano le caratteristiche fenotipiche dei biotipi autoctoni (epurazione negativa) e a raccogliere una parte delle piante che invece rappresentavano a pieno i biotipi garfagnini (epurazione positiva). Sono state quindi identificate 4 sottopopolazioni (due con prevalenza di biotipo semi-aristato e due con prevalenza di ecotipo mutico). La semente così ottenuta è stata impiegata nelle prove di valutazione successive (Fig2.2).



**Figura 2.2 Schema delle prove effettuate nelle due annate del progetto.**

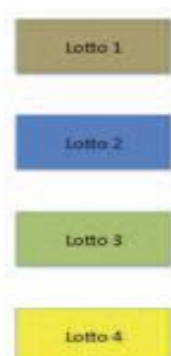
Sono state individuate e reperite le sementi di diverse popolazioni/varietà di farro italiane da confrontare con quella della Garfagnana sia mediante analisi genetica, per la determinazione delle distanze genetiche, sia con prove su campo per valutarne le performance e caratteristiche agronomiche. Queste popolazioni sono Zefiro, Yakube, Rosso Rubino, Padre Pio (farri certificati); Farro Bianco/Rosso, Dicocco Nero, Monteleone, Norcia.

Nell'annata agraria 2016-2017 è stato allestito un campo sperimentale per il confronto dei 4 lotti (ecotipi) di farro della Garfagnana con i 3 farri commercializzati come semente certificate e le 5 popolazioni di farri italiani la cui semente, non commercializzata, è stata fornita dall'Università di Firenze. All'interno del campo sperimentale sono state allestite 10 parcelle secondo lo schema seguente in figura 2.3. Alla raccolta sono state individuate 15 linee genetiche di farro garfagnino, 5 per ciascun biotipo, da utilizzare per le prove di semina scalare l'anno seguente.



**Figura 2.3. Schema di campo sperimentale di confronto varietale tra ecotipi di farro della Garfagnana e popolazioni/varietà di farro italiano.**

Nella stessa annata è stato necessario studiare le performance produttive delle 4 sottopopolazioni di farro della Garfagnana in 6 aree pedoclimatiche differenti per altitudine, esposizione e tipo di terreno seguendo lo schema sottostante (Fig. 2.4). Per questo sono state create parcelle di 2500 m<sup>2</sup> presso 4 aziende ubicate a differenti quote altimetriche (300-500-800-1200 m.s.l.m). Così facendo è stato possibile anche selezionare in parte i genotipi presenti nelle popolazioni più adatti alle diverse aree climatiche. . A maturazione le parcelle sono state prima epurate positivamente raccogliendo in ciascuna area un centinaio di biotipi aristati e altrettanti mutici, e poi negativamente per permettere la raccolta totale di tutta la parcella e ristabilire le giuste frequenze dei diversi biotipi. Le sementi ottenute in ogni area dalla raccolta totale delle parcelle sono state riunite a formare 4 lotti corrispondenti alle 4 aree altimetriche di semina. I biotipi raccolti positivamente invece sono stati mantenuti separati per ogni località ottenendo in tutto 8 lotti diversi (1 aristato e 1 mutico per ciascuna località).



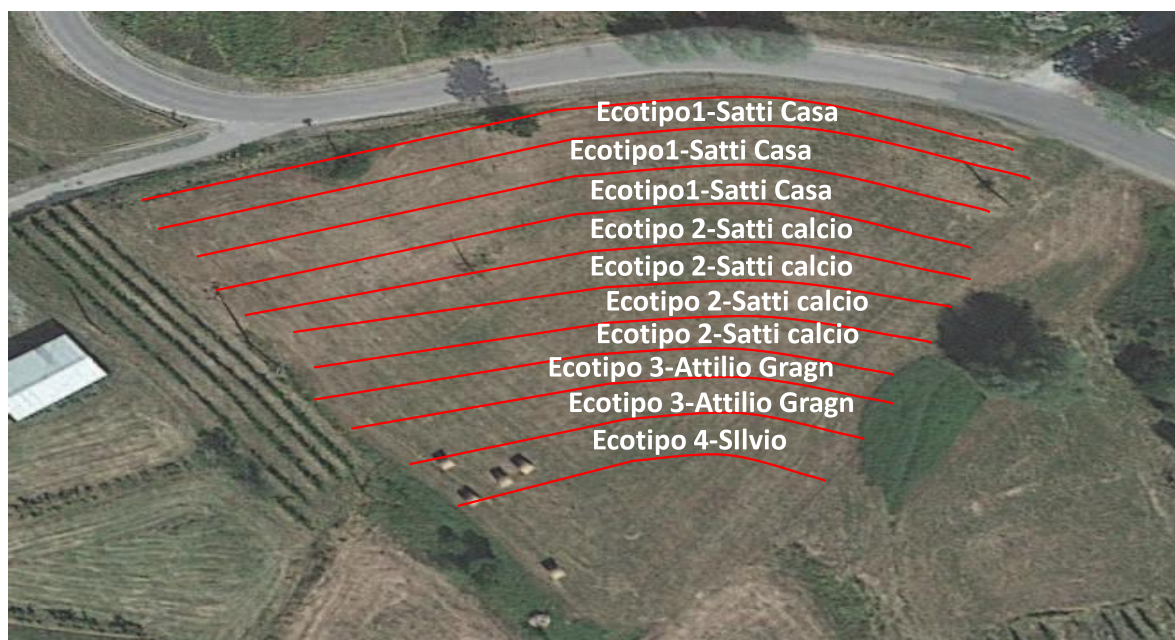
**Fig. 2.4. Schema sperimentale di confronto dei 4 ecotipi di farro della Garfagnana nelle 6 aree pedoclimatiche**

La semina è stata effettuata con differente metodologie a seconda dell'azienda considerata che l'ha inserita all'interno del proprio avvicendamento culturale come evidenziato in tabella 2.1

UC	Data semina	Dose semina kg/ha	Modalità semina		Posizione avvicendamento
F1	10/11/2016	150	righe	seminatrice	<b>farro</b> - farro - farro - medica - medica - medica - medica - (medica)
F2	10/10/2016	90	righe	seminatrice	farro - <b>farro</b> - maggese - (maggese)
F3	15/10/2016	125	spaglio	manuale	farro - <b>farro</b> - (farro) - prato - prato - prato
F4	05/11/2016	140	spaglio	spandiconcime	<b>farro</b> - farro - prato - prato - prato
F5	20/10/2016	90	righe	seminatrice	<b>farro</b> - farro - maggese - (maggese)
F6	20/10/2016	130	spaglio	spandiconcime	farro - <b>farro</b> - farro - prato - prato - prato
F7	20/09/2016	120	spaglio	spandiconcime	farro - farro - <b>farro</b> - maggese - (maggese)
F8	05/10/2016	110	spaglio	manuale	farro - <b>farro</b> - prato - prato - prato
F9	25/10/2016	130	spaglio	spandiconcime	farro - <b>farro</b> - farro - prato - prato - prato

**Tab. 2.1. Metodologia di semina del farro per ciascuna azienda e tipologia di avvicendamento culturale eseguito**

Nell'annata agraria 2017-2018 i 4 lotti di farro selezionati e ottenuti con le prove di valutazione nelle 4 aziende l'annata precedente sono stati seminati in un campo sperimentale a San Romano con l'intento di moltiplicare il seme in modo da ottenere seme di base che sarà poi ricostituito con le giuste frequenze dei diversi biotipi aggiungendo i semi ottenuti con la prova successiva degli 8 lotti (Fig.2.5).

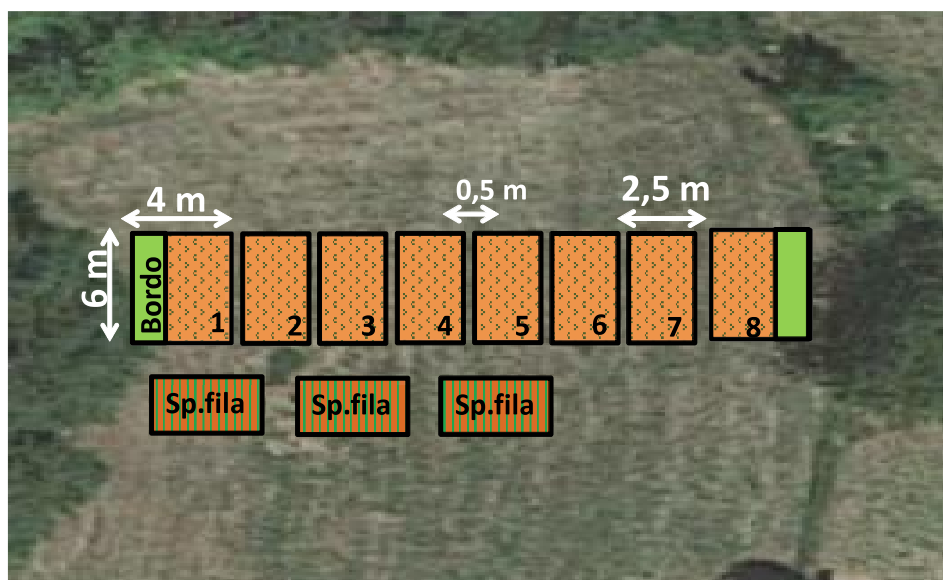


**Fig. 2.5. Schema sperimentale del campo di moltiplicazione dei 4 lotti di farro identificati.**

Sempre nel secondo anno sono stati riseminati gli 8 lotti individuati con epurazione positiva, in 4 terreni che ricadono in aree pedoclimatiche differenti per altitudine, esposizione e tipo di terreno seguendo lo schema sottostante (Fig.2.6). Questo è stato fatto



per poter propagare separatamente i diversi biotipi provenienti dalle quattro aree, confrontarli tra loro in base alle diverse condizioni pedoclimatiche, e in modo da poter disporre di biotipi diversi per riequilibrare con tali sementi le 4 popolazioni in moltiplicazione viste prima.



**Fig. 2.6. Schema sperimentale del campo di valutazione degli 8 lotti e delle spighe fila in una delle quattro aree delle prove.**

Nelle stesse 4 aree sono state seminate con semine effettuate in tre epoche differenti (16/11/17, 24/01/18, 18/04/18) le 15 linee genetiche individuate in precedenza con l'aggiunta di una linea di controllo estratta dalla popolazione di Radicondoli (Fig2.6 e 2.7). Tale prova è stata fatta per valutare la capacità di sviluppo e produzione dei diversi biotipi in risposta ad epoche di semina differenti.

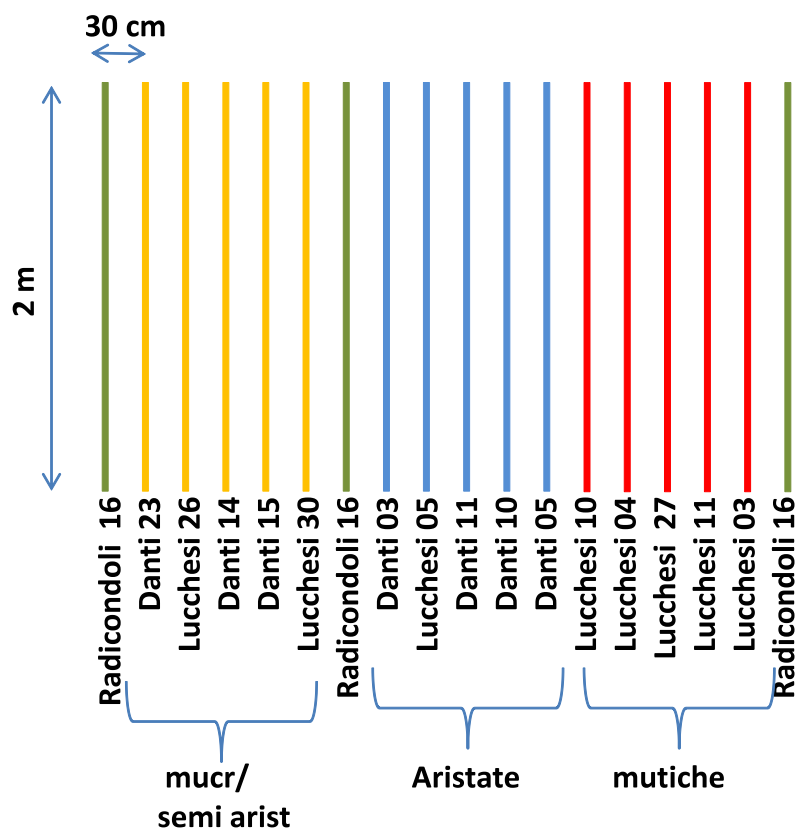


Fig. 2.7 Schema sperimentale delle prove di comparazione delle 16 linee genetiche estratte per le prove di semina scalari. In ogni epoca di semina si è provveduto ad una randomizzazione dell'ordine delle differenti linee.



### **Azione progettuale 3 (Garfagnana COOP)**

#### **“Allestimento e gestione delle parcelle sperimentali su cui sono state effettuate le prove sperimentali imputate al progetto”**

La Garfagnana COOP si è occupata sia dell'allestimento della prova di confronto delle differenti popolazioni di farro, sia della prova dei 4 ecotipi di farro della Garfagnana nelle 6 aree pedoclimatiche riportate nell' Azione progettuale 2.

La Coop ha provveduto all'allestimento delle parcelle sperimentali tramite aratura, erpicatura e semina parcellare. Alle aziende agricole coinvolte sono stati corrisposti i costi di coltivazione, considerando che il farro viene coltivato senza input chimici quali concimazioni, interventi fitosanitari e diserbanti.

La densità di seme adottato è stata di 120 kg/ha, il seme è stato distribuito a spaglio, utilizzando lo spandi concime rotativo e manualmente. Non è stata eseguita alcuna fertilizzazione né in presemina né in copertura. La raccolta è poi stata effettuata mediante mietitrebbia parcellare e nelle prove di spiga fila attraverso raccolta manuale delle singole spighe che sono state descritte e catalogate. Tutte queste operazioni sono state accompagnate dagli organismi di ricerca ed eseguite in collaborazione con il personale della Garfagnana COOP.

Alcune delle particelle sperimentali, dopo aver le lavorazioni del suolo, sono state recintate con tre fili elettrici e successivamente sono stati eseguiti dei passaggi di controlli di funzionamento e pulizia da vegetazione.

Il personale dipendente della Garfagnana COOP ha provveduto a seguire le operazioni, a monitorare frequentemente le parcelle, a rilevare i dati fenologici ed ad intervenire nei casi di necessità (affossature di guardia, pulitura dei corridoi, etc.).

La Garfagnana COOP, in più, si è occupata di effettuare prove di successione colturale da impiegare nelle future rotazioni e tecniche di coltivazione atte a migliorare le caratteristiche produttive e qualitative del farro. In particolare ha effettuato:

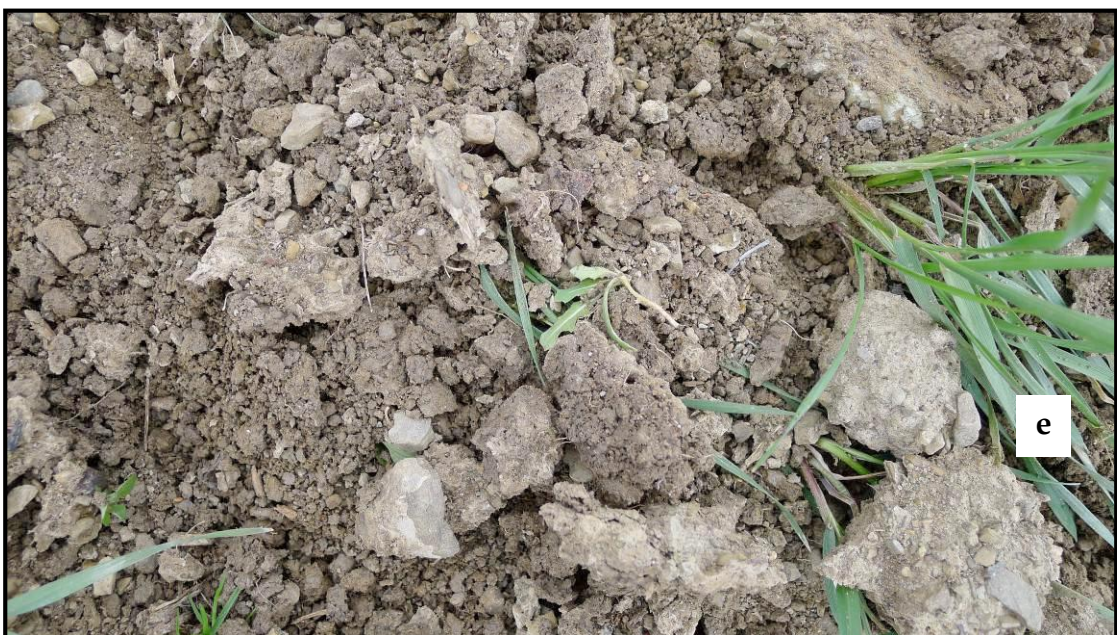
- a) prove di bulatura e strigliatura, ossia la semina di trifoglio in primavera in consociazione con il farro. Questa tecnica, adottata in passato, è andata in disuso nell'agricoltura moderna a seguito dell'ampia diffusione della concimazione minerale e dell'adozione di tecniche agronomiche innovative. La bulatura si esegue alla fine dell'inverno al termine della fase di accestimento del cereale e, comunque, prima dell'inizio della fase di levata. La leguminosa (trifoglio violetto, trifoglio bianco, sulla, erba medica, ecc.) viene seminata fra le file di terreno ancora spoglio, non coperto dallo sviluppo delle piante del cereale. La presenza della leguminosa durante il periodo primaverile ha inoltre un effetto di contenimento parziale dello sviluppo di eventuali infestanti del cereale. Dopo la mietitura la leguminosa ha già un buon grado di copertura del terreno ed è in grado di fornire il primo sfalcio in piena estate, offrendo una produzione foraggera in secondo raccolto (tratto da: L'informatore Agrario, 37/2015, 41-46).

All'interno del progetto la prova ha previsto la semina a spaglio del trifoglio pratense durante la fase di accestimento del farro, e successivamente il passaggio

dell'erpice strigliatore con lo scopo di interrimento del seme, eliminazione delle infestanti appena nate e stimolo dell'accestimento del farro (Fig. 3.1 a,b,c,d,e,f). Lo scopo è stato quello di valutare l'introduzione delle rotazioni con colture quali il trifoglio che può essere valorizzato sia a scopo foraggero, sia per la produzione di seme e contemporaneamente verificare in loco l'efficacia della strigliatura nella riduzione delle infestanti. Dai monitoraggi successivi è emerso che la strigliatura ha ridotto la presenza di infestanti di oltre il 40%, senza effetti visibili sulla pianta di farro. Il trifoglio è nato regolarmente, anche se sono state evidenti le disuniformità di semina legata ad una distribuzione manuale poco omogenea. L'elevata taglia del farro a in parte soffocato il trifoglio nell'ultima parte della stagione (giugno-luglio).











**Fig. 3.1. Prova di bulatura: a) infestanti prima della bulatura; b) semina del trifoglio; c) erpicatura; d-e) risultato dell'erpicatura; f) nascita trifoglio consociato con farro**

b) prove di sovescio con miscuglio di favino, facelia, colza e tritcale da impiegare prima di una coltura da rinnovo (ipoteticamente girasole per seme commestibile) per poi inserirlo in rotazione prima del farro. Questa pratica agronomica consiste nella coltivazione di specie erbacee le quali, una volta raggiunto il massimo sviluppo vegetativo, vengono interrate con lo scopo principale di apportare sostanza organica al terreno. Il miscuglio permette di mettere assieme specie con differente valenza funzionale, in particolare specie azotofissatrici capaci di aumentare l'azoto nel terreno e specie rustiche a elevato accumulo di biomassa e specie fittonanti capaci di lasciare residui organici in profondità nel suolo. Tale aspetto assume notevole importanza soprattutto ove manca la concimazione a base di letame.

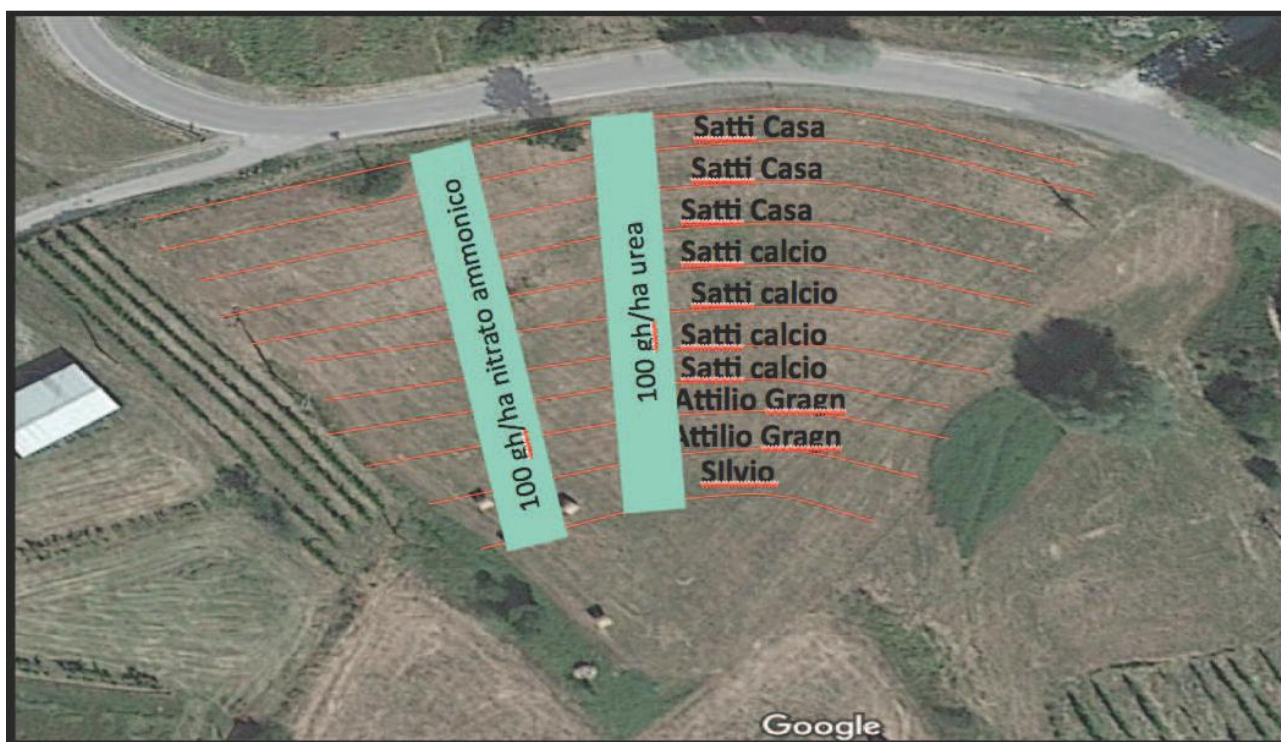
Entrambe le prove hanno avuto anche valenza dimostrativa attraverso il coinvolgimento dei coltivatori locali durante i seminari previsti presso la sede della COOP (vedi Azione progettuale 8).

Una prova sperimentale di concimazione azotata, della durata di due anni, è stata allestita per valutare la risposta del farro. I concimi impiegati sono stati l'Azostar e il Verdeazoto biologico (Certaldo Fertilizzanti) il primo anno e l'Azostar e il nitrato ammonico il secondo anno. In fase di copertura (accestimento) verso inizio marzo è stata somministrata in unica distribuzione la dose di 100 unità. Lo schema sperimentale ha previsto 10 parcelle di 6.m2 ciascuna ed altrettante, adiacenti azotate senza concimazione.

Le concimazioni azotate in copertura in due anni di prova non hanno portato a benefici produttivi. Nel primo anno il farro ha mostrato in maniera evidente un maggiore vigore e rigoglio vegetativo, con piante di un verde più intenso e più alte di circa 3 centimetri. La produzione finale nei 10 campioni concimati non è stata però più elevata degli adiacenti

campioni non trattati, sia ove era stato distribuito azoto chimico ammoniacale in concime ricco di zolfo sia ove era stato distribuito concime azotato organico.

Nel secondo anno è stato impiegato nitrato ammonico e urea con le dosi dell'anno precedente (100 kg/ha), in un totale di 20 parcelle (Fig. 3.2). Nelle tesi trattate con urea non sono state rilevate evidenze vegeto-produttive. Nelle tesi trattate con nitrato ammonico le infestanti ne hanno tratto vantaggio con conseguente problema per il farro.



**Fig. 3. 2 Parcelle trattate con nitrato ammonico il 27 marzo 2018.**

Per concludere è possibile affermare che servono maggiori prove in condizioni di minor variabilità di campo, sia dipendente da clima che da terreno, al fine di avere uniformità di vegetazione su cui interviene o meno il fattore azoto. Sicuramente nel sistema di coltivazione tradizionale e minimale, senza impiego di diserbanti, la somministrazione di azoto in copertura può favorire la competizione delle infestanti che, indipendentemente dalla produttività, rappresentano un elemento critico sia in fase di raccolta sia nella gestione delle colture negli anni successivi. Ulteriori prove di concimi complessi, con basso contenuto d'azoto organico ed eventuale presenza di potassio sono auspicate per compensare le asportazioni e le carenze nutrizionali evidenziate dalle analisi chimico fisiche.

Prove parziali sono state eseguite con i singoli elementi carenti nel terreno quali potassio, magnesio, calcio. I primi risultati non sono chiari anche a causa della somministrazione ritardata di detti elementi nutritivi.

Sono state inoltre svolte prove di panificazione e pastificazione delle farine prodotte nelle 4 aree altimetriche al fine di testare le caratteristiche tecnologiche degli impasti e



l'attitudine verso le due principali trasformazioni alimentari. Questo ha permesso di capire se ambienti differenti forniscono partite di farro.

L'analisi sensoriale (fig. 3.3) non ha mostrato particolari e significative differenze sui campioni di pane e pasta ottenuti in differenti zone pedoclimatiche. Le schede valutative sono riportate in allegato 2.



**Fig. 3. 3 Analisi sensoriale della pasta e del pane, con valutazione tramite scheda descrittiva dei principali aspetti considerati.**

## **azione progettuale 4 (DISPAA-UNIFI)**

### **“Definizione e caratterizzazione genetica della popolazione di farro autoctona”**

A partire dalla fine degli anni '80, l'accresciuto interesse per il farro ha determinato la progressiva espansione delle superfici coltivate, non rispettando sempre l'abbinamento areale-farro. In altri termini, entro i confini di un areale, le semine di farro sono state realizzate anche impiegando semente non originaria dell'areale stesso.

La confusa situazione che si è creata, a scapito della valorizzazione del farro come coltura tradizionale di particolari ambienti, è aggravata dal fatto che relativamente alle superfici coltivate non esistono statistiche basate su ordinati rilevamenti, ma solo stime.

Si è resa necessaria una valutazione delle caratteristiche genetiche delle popolazioni autoctone, anche in funzione delle altre popolazioni e dell'espressione fenotipica in differenti sottozone pedo-climatiche di coltivazione.

Per questo il DISPAA ha effettuato prove e rilievi finalizzati alla caratterizzare dell'espressione fenotipica e genetica dei differenti genotipi, avvalendosi anche del supporto di laboratori esterni qualificati.

Inizialmente sono state individuate 2 popolazioni molto eterogenee di farro della Garfagnana che rispondevano alle caratteristiche della popolazione originaria seppur con all'interno molti individui non conformi agli ideotipi autoctoni e con percentuali di biotipo aristato molto alte. E' stata fatta quindi un'epurazione negativa preliminare prima della raccolta in modo da eliminare il maggior numero di individui non conformi o appartenenti ad altre varietà, e una epurazione positiva scegliendo gli individui che meglio rappresentavano gli ideotipi di farro garfagnino da sottoporre alle analisi genetiche.

Dalla selezione negativa sono stati ottenuti i 4 lotti (due con prevalenza di ecotipo semi-aristato/aristato e due con prevalenza di ecotipo mutico). La semente ottenuta da questi lotti è stata utilizzata per le diverse prove di confronto varietale con altri farri e per la caratterizzazione genotipo-ambiente, come riportato nell'azione progettuale 3. Al termine di queste prove dopo un'ulteriore epurazione negativa sulle spighe, sono stati raccolti i campioni destinati alle analisi genetiche.

Per la caratterizzazione genetica dei diversi lotti di farro della Garfagnana sono stati selezionati da ciascuna sottopopolazione 60 individui che presentavano caratteristiche fenotipiche tipiche del farro della Garfagnana, per i quali è stata raccolta una spiga (60 campioni x 4 lotti = 240 campioni tot). Da ognuna delle 4 varietà di farro certificate reperite sono stati presi 15 campioni (15 x 4 = 60 campioni totali) mentre dalle popolazioni di farro italiano non certificate (descritte nell'azione progettuale 2, con l'aggiunta di altre 5 varietà reperite e non confrontate nelle prove di campo) altri 15 campioni ciascuna (15x9=135).

I semi delle diverse accessioni di farro raccolte sono stati seminati all'interno di pot di torba contenenti un apposito substrato di crescita (mix terriccio, sabbia e torba) (Fig. 4.1), e fatti germinare all'interno di una cella climatica con temperatura ed illuminazione ottimali. Allo stadio fenologico di terza foglia vera si sono individuate le piante migliori e provveduto all'asportazione della terza foglia ancora in fase di crescita ridotta per le successive operazioni di isolamento del DNA genomico. Da ogni pianta è stato prelevato dai 50 ai 100 mg di tessuto.



**Fig. 4.1 Piantine seminate in pot di torba a diversi stadi fenologici per il prelievo del tessuto vegetale per le analisi genetiche**

La foglia prelevata è stata subito congelata in azoto liquido e conservata in un frigorifero a  $-80^{\circ}\text{C}$  fino all'estrazione del DNA. Le foglie, ancora congelate, sono state tritate e successivamente immerse in un buffer di estrazione CTAB (Cetyltrimethyl ammonium bromide) e sottoposte a fasi successive di precipitazione e risospensione degli acidi nucleici mediante lavaggi con Cloroformio-isoamilico (24:1), etanolo puro e etanolo al 70%, seguendo il protocollo di Doyle e Doyle (1987). Una volta estratti gli acidi nucleici, l'RNA è stato rimosso mediante l'impiego di un enzima RNAasi e successive fasi di lavaggio con cloroformio ed etanolo. Il DNA genomico così ottenuto è stato inviato al Laboratorio Bristol Genomics Facilities in Inghilterra dove è stato analizzato utilizzando degli SNPs array specifici, gli Wheat breed Axiom Array 35K prodotti dalla ditta Affymetrix (Santa Clara, California, Stati Uniti), che permettono l'analisi di 20.000 marcatori a singolo polimorfismo nucleotidico (SNPs). Tali marcatori sono distribuiti con un'alta densità nei due genomi presenti nel farro e la loro posizione è mappata su ogni singolo cromosoma. I dati così ottenuti sono stati sottoposti ad analisi statistica utilizzando il software R (R core team 2013) con il pacchetto "Cluster" calcolando prima la matrice delle distanze genetiche e poi utilizzando l'algoritmo presente nella funzione hclust che effettua una clusterizzazione basata sulla ricostruzione gerarchica dei gruppi. Con il software Structure (Pritchard et al 2000) è stato possibile suddividere i genotipi in gruppi diversi in base alle distanze genetiche e ricostruire i rapporti filogenetici presenti tra le diverse accessioni.



Le analisi genetiche effettuate ci hanno permesso di individuare il grado di variabilità genetica presente all'interno delle popolazioni e delle varietà certificate analizzate. Per quanto riguarda il farro della Garfagnana sono stati individuati 30 genotipi diversi nelle 4 sottopopolazioni analizzate. Questo evidenzia come il farro della Garfagnana sia a tutti gli effetti una popolazione multilinea costituita da genotipi e conseguentemente ideotipi diversi, frutto della selezione combinata dell'uomo e delle caratteristiche ambientali peculiari di questo territorio. Anche le altre 9 popolazioni analizzate (4 nelle prove di comparazione di campo, Monteleone, Dicocco Nero, Norcia, Bianco/Rosso e 5 aggiuntive solo per la parte genetica, Cascia, Tuscania, Sei Colli, Fiorentino, Radicondoli) si sono dimostrate a tutti gli effetti popolazioni multilinea caratterizzata da un numero di genotipi e quindi una variabilità genetica interna diversa. Per quanto riguarda le varietà certificate è stato individuato un numero di genotipi variabile da uno a tre, il che ne evidenzia l'uniformità e la bassa variabilità genetica tipica delle varietà certificate, frutto della selezione dell'uomo nel processo di miglioramento.

I dati genetici ottenuti sono stati poi utilizzati per determinare le distanze genetiche presenti tra le diverse accessioni, evidenziate nel dendrogramma sottostante (Fig.2) con cui è stato poi possibile individuare i diversi cluster genetici.

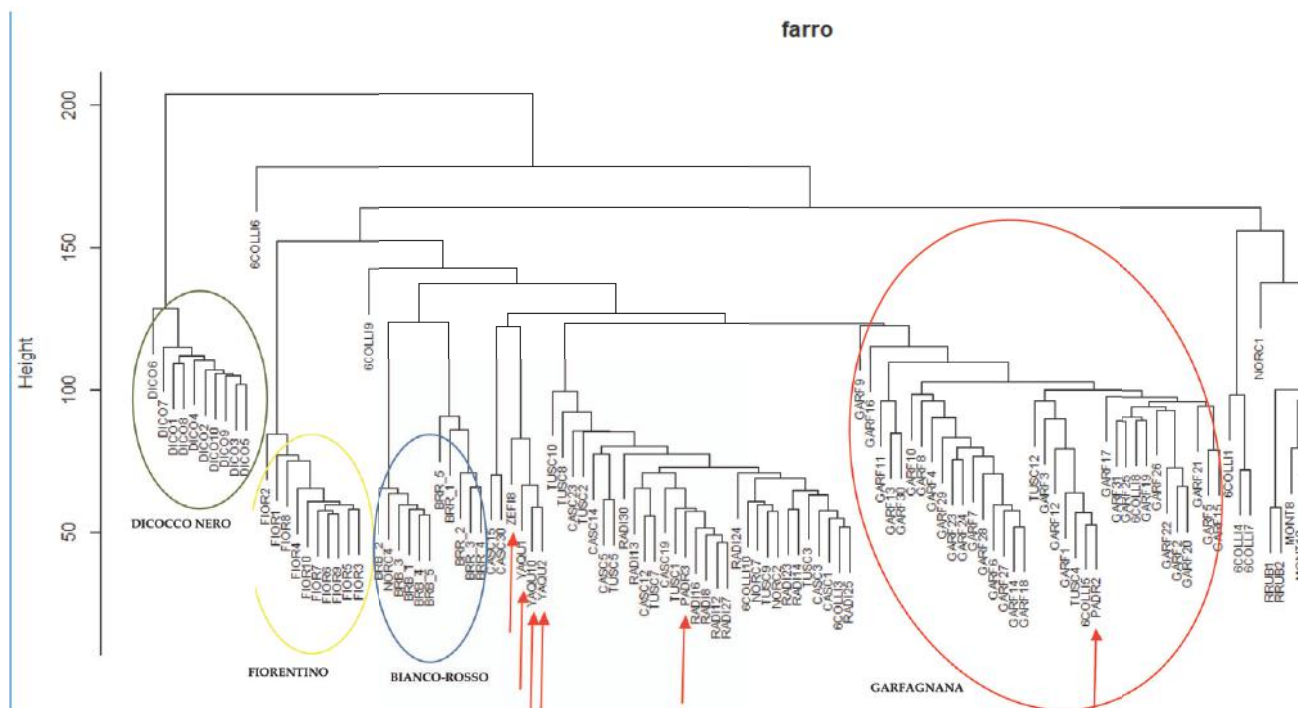
I genotipi della Garfagnana ricadono tutti all'interno dello stesso gruppo evidenziando la loro base genetica comune e sottolineando l'effetto selettivo del territorio. All'interno del gruppo ritroviamo però 4 genotipi appartenenti a popolazioni e varietà diverse che molto probabilmente sono originari della Garfagnana e sono stati trapiantati in passato in altre regioni. Anche i genotipi delle popolazioni Dicocco Nero, Fiorentino e Bianco/Rosso ricadono all'interno degli stessi cluster evidenziando come queste popolazioni siano distinte geneticamente dalle altre. Per quanto riguarda i genotipi delle altre popolazioni Sei colli, Cascia, Tuscania, Radicondoli, Monteleone, Norcia, questi si posizionano geneticamente in maniera molto variabile evidenziando come tali popolazioni si siano originate e siano state selezionate molto probabilmente a partire da popolazioni comuni.

I genotipi delle varietà certificate risultano tra loro molto vicini geneticamente, essendo il frutto di mutazioni o eventi di incrocio del genotipo di partenza utilizzato per la costituzione della varietà. L'unica eccezione risulta la varietà Padre Pio che presenta due genotipi che evidenziano una possibile origine diversa.

Possiamo quindi concludere che la popolazione del Farro della Garfagnana risulta geneticamente ben differenziata dalle altre popolazioni e varietà di farro italiane il che rende necessario una sua salvaguardia con azioni che ne regolamentino la produzione sementi.

Le analisi di caratterizzazione molecolare mediante marcatori DarT previste nel progetto, sono state sostituite con una tecnologia di caratterizzazione molecolare più avanzata, specifica per il frumento e farro, l'Axiom wheat breed array (affymetrix). Tale tecnologia si basa sull'analisi per ogni campione di farro di 20.000 marcatori nucleari polimorfici (SNP) a differenze dei 10.000 analizzati dalla tecnica DarT, permettendoci quindi un'analisi più approfondita del genoma. Inoltre avendo un costo inferiore, ci ha permesso con lo stesso

importo definito nel progetto di aumentare i campioni analizzati ed effettuare una analisi migliore.



**Fig.4.2 Dendrogramma basato sulle distanze genetiche presenti tra i diversi genotipi individuati nelle diverse popolazioni e varietà di farro analizzate.**

DICO=Dicocco Nero, FIOR=Fiorentino, BRB e BRR=Bianco/Rosso, ZEF=Zefiro, YAQU=Yakube, RAD=Radicondoli, GARF=Garfagnana, 6COLLI= Sei Colli, RRUB= Rosso Rubino, NORC= Norcia, PADR=Padre Pio, CASC=Cascia. Le frecce indicano i genotipi appartenenti alle varietà certificate mentre le ellissi i cluster trovati riferiti alle popolazioni

## Azione progettuale 5 (FCS)

### “Caratterizzazione pedoclimatica dell'areale di coltivazione”

Per lo svolgimento delle attività la Fondazione per il Clima e la Sostenibilità è ricorsa al maggior impiego di personale proprio.

L'area di studio è definita dal Disciplinare di produzione della Indicazione Geografica Protetta "Farro della Garfagnana" ed è costituita dall'aggregazione del territorio di quindici Comuni della Provincia di Lucca: Camporgiano, Careggine, Castelnuovo di Garfagnana, Castiglione di Garfagnana, Fosciandora, Galliciano, Minucciano, Molazzana, Piazza al Serchio, Pieve Fosciana, San Romano Garfagnana, Sillano, Giuncugnano, Vagli di Sotto, Vergemoli, Villa Collemandina. Si tratta di un'area geografica di circa 544 kmq compresa tra le Alpi Apuane e la Catena appenninica settentrionale a quote variabili tra i 130 e i 2050 m s.l.m. (Fig. 5.1)

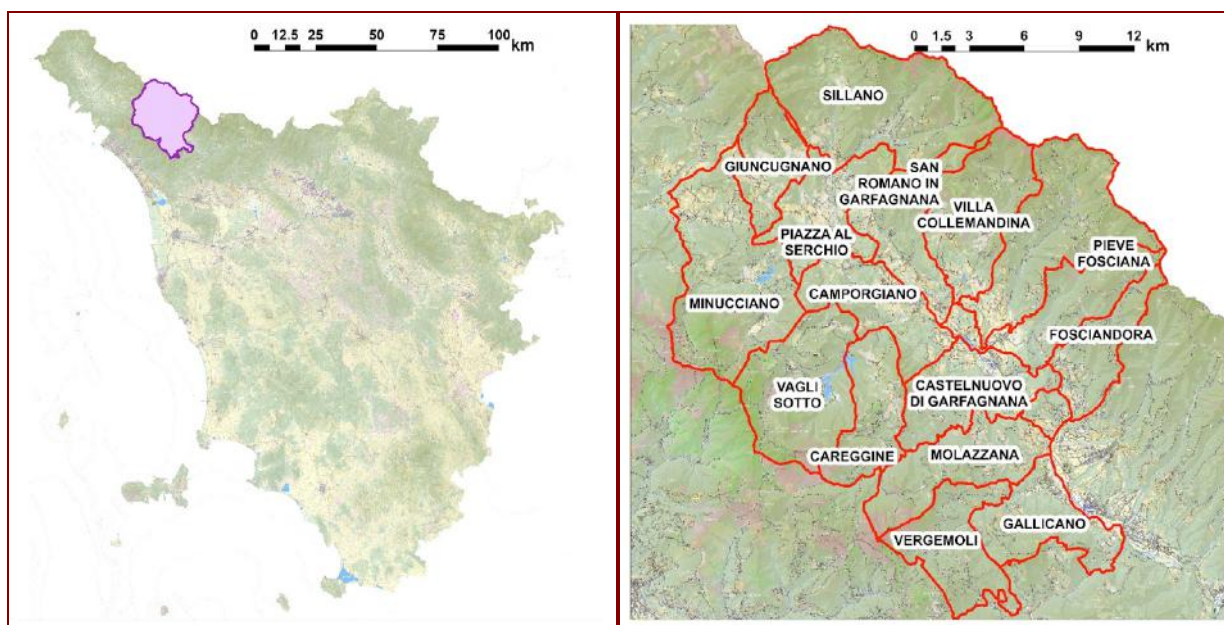


Fig. 5.1. localizzazione dell'areale in toscana e dei comuni compresi nell'areale di produzione del Farro della Garfagnana IGP.

La morfologia è caratterizzata in gran parte da rilievi montani molto scoscesi ed alto collinari con forti pendenze, e parzialmente da superfici pianeggianti e debolmente pendenti di bassa quota e basse colline da moderatamente a fortemente pendenti (Fig. 5.2). La coltivazione del farro si svolge prevalentemente in un area ristretta limitrofa al corso del fiume Serchio, che percorre il territorio da Nord Ovest a Sud Est, in condizioni di quota e pendenza più favorevoli allo svolgimento delle operazioni colturali.

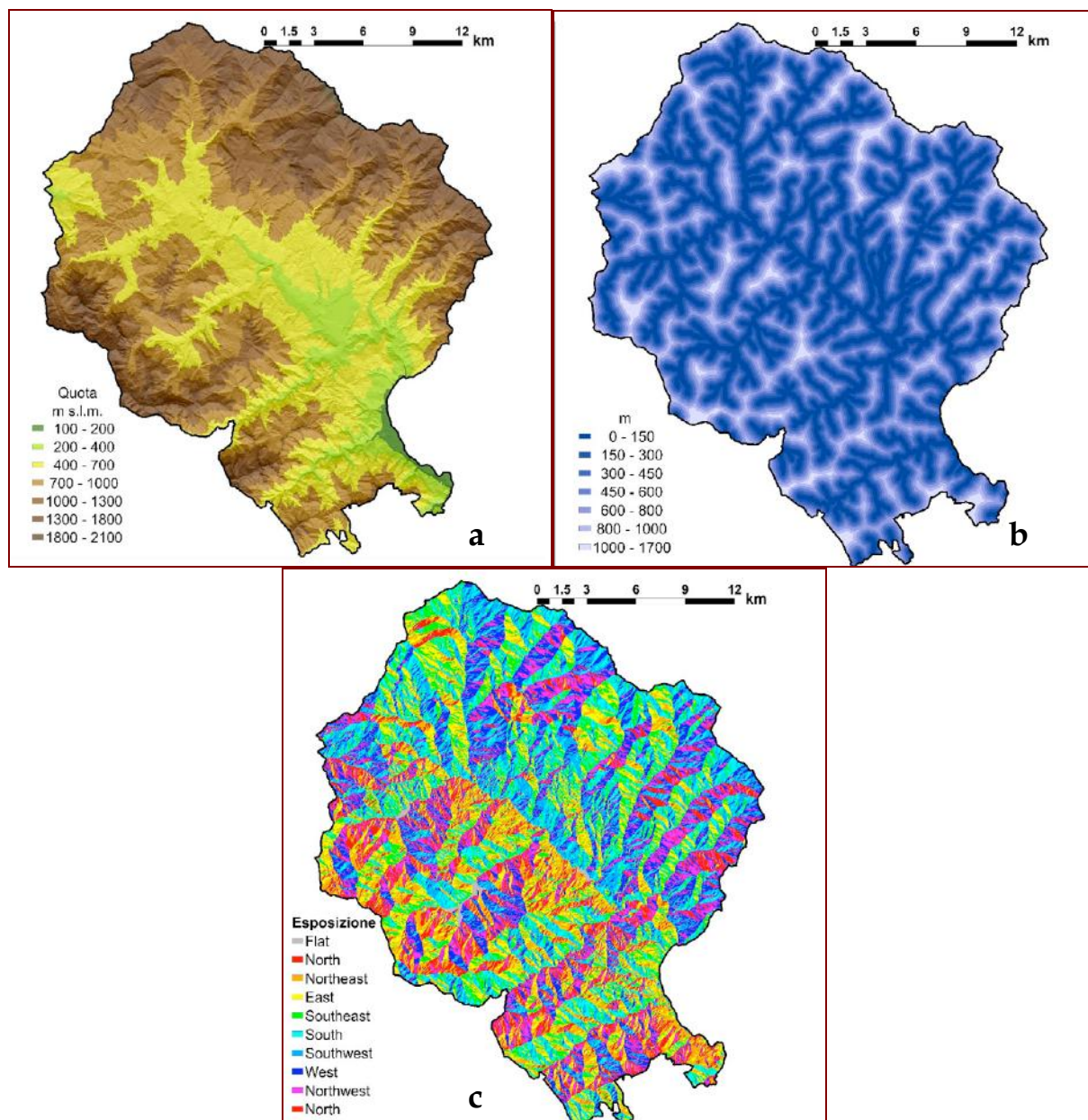


Fig. 5.2. Orografia dell'areale di produzione; a) quota altimetrica, b) distanza dal fondovalle, c) esposizione dei suoli.

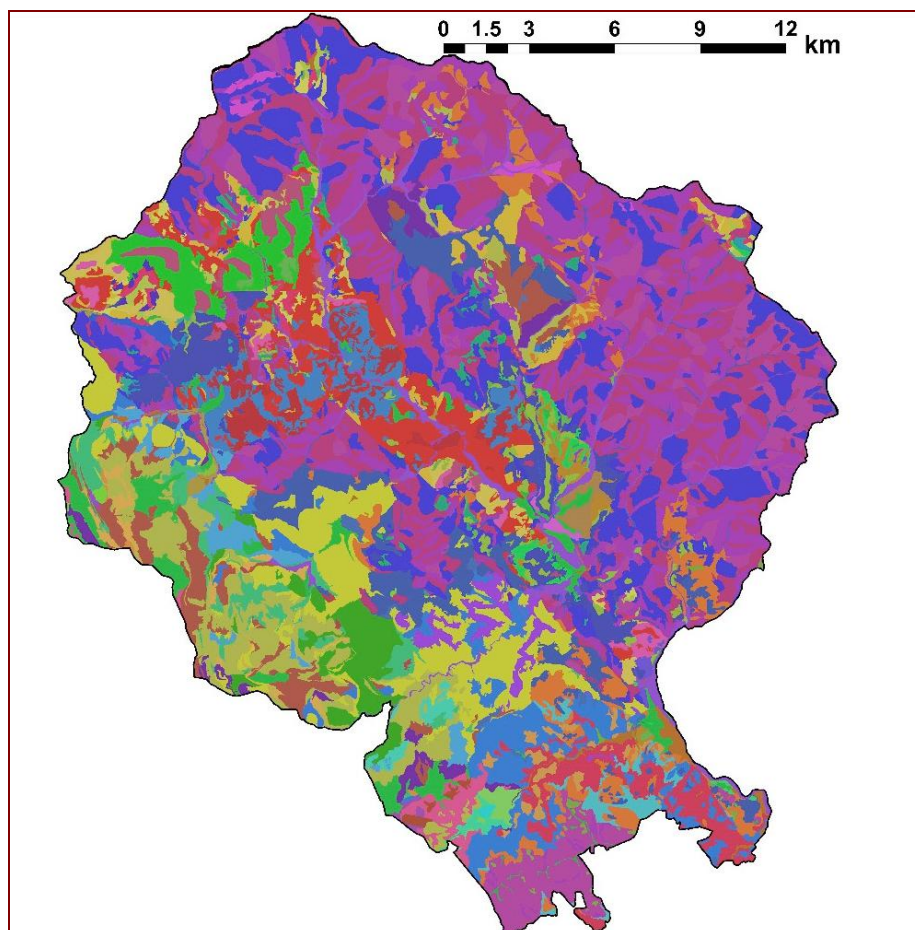
### Caratterizzazione pedologica.

La caratterizzazione pedologica dell'area è iniziata sulla base della "Carta dei Suoli in scala 1:250.000" della Regione Toscana.

Il territorio della Garfagnana presenta numerosi tipi di suolo come conseguenza delle diverse litologie affioranti, degli assetti morfologici complessi e della intensa e prolungata azione antropica. I diversi suoli presenti nell'area in esame sono riconducibili alle seguenti 4 tipologie pedologiche: Alfisuoli, suoli evoluti che hanno subito processi di alterazione da modesti a relativamente intensi; Inceptisuoli, suoli moderatamente evoluti, in cui la pedogenesi ha avuto uno sviluppo limitato ma sufficiente da permettere la differenziazione di orizzonti diagnostici; Mollisuoli, suoli minerali caratterizzati dalla



presenza di un orizzonte superficiale di colore scuro ricco di sostanza organica; Entisuoli, suoli nella loro fase iniziale di evoluzione, durante la quale i processi pedogenetici non hanno ancora portato alla formazione di orizzonti di alterazione (Fig. 5.3). In Allegato 3 sono riportati nel dettaglio tutti i suoli presenti nel territorio della Garfagnana.



**Fig. 5.3. Carta regionale dei suoli.**

Il territorio rurale della Garfagnana è caratterizzato dalla presenza di unità fisiografiche differenti, ovvero porzioni di territorio costituite da uno o più poligoni in cui i processi della pedogenesi hanno determinato la formazione di suoli con gli stessi caratteri pedologici, graficamente rappresentate come Unità Cartografiche nella “Carta dei suoli del territorio agrario della Garfagnana”.

In base alle caratteristiche funzionali dei tipi di suolo e delle unità fisiografiche, a ciascun suolo è stata attribuita una classe di attitudine alla coltivazione del farro distinguendo due categorie principali. La prima gradua le diverse condizioni di attitudine (S1, S2, S3) in base alla profondità del franco di coltivazione, alla composizione granulometrica (tessitura), al drenaggio interno, alla reazione (pH), alla capacità di scambio cationico (CSC) ed ai contenuti in scheletro e calcare totale ( $\text{CaCO}_3$ ). La seconda (S4) distingue i suoli non idonei alla coltivazione del farro (Tab. 5.1).

<b>Caratteristiche</b>	<b>S1 ottimali</b>	<b>S2 sub-ottimali</b>	<b>S3 marginali</b>	<b>S4 non idonei</b>
Profondità	40-60 cm	30-40 cm	20-30 cm	< 20 cm
Tessitura	Media, moderatamente grossolana	Moderatamente fine	Fine	Fine
Scheletro	< 20 %	20-40 %	40-70 %	> 70 %
pH	6-7	5-6	4,5-5	< 4; > 8
CaCO <sub>3</sub>	0,5-10 %	10-20 %	20-40 %	> 40 %
CSC	5-15 meq	15-25 meq	<5; >25 meq	> 25 meq
Drenaggio interno	Buono	Moderato	Eccessivo, piuttosto mal drenato	Mal drenato

**Tab. 5.1 di valutazione dell'attitudine dei suoli alla coltivazione del farro**

Di seguito sono riportate le tabelle che descrivono le proprietà generiche dei suoli e quelle specifiche dei suoli in esame (Tab. 5.2, 5.3, 5.4)

<b>Suolo</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Comuni</b>
ARN1	Mollisuolo	Careggine, Minucciano, Molazzana, Vagli di Sotto, Vergemoli
AUL1	Entisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Fosciandora, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Pieve Fosciana, San Romano G.
BAB1	Entisuolo	Minucciano, Piazza al Serchio, Giuncugnano
BAR1	Inceptisuolo	Camporgiano, Castiglione G., Gallicano, Minucciano, Molazzana, Piazza al Serchio, Pieve Fosciana, San Romano G., Sillano Giuncugnano, Villa Collemandina
BOL1	Inceptisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Careggine, Fosciandora, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Vagli di Sotto, Vergemoli
CAB1	Alfisuolo	Castelnuovo G., Castiglione G., Gallicano, Molazzana, Pieve Fosciana, San Romano G., Villa Collemandina
CAE1	Inceptisuolo	Camporgiano, Castiglione G., Gallicano, Minucciano, Molazzana, Piazza al Serchio, Pieve Fosciana, San Romano G., Sillano Giuncugnano, Villa Collemandina
CAL1	Mollisuolo	Castiglione G., Pieve Fosciana
CLV1	Entisuolo	Minucciano
CMA1	Inceptisuolo	Minucciano, Piazza al Serchio, Sillano Giuncugnano
COA1	Inceptisuolo	Careggine, Minucciano, Molazzana, Vagli di Sotto, Vergemoli
COT1	Inceptisuolo	Camporgiano, Minucciano, Piazza al Serchio, San Romano G., Sillano Giuncugnano Villa Collemandina
CPE1	Entisuolo	Castelnuovo G., Camporgiano, Careggine, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Vagli di Sotto, Vergemoli
DEG1	Inceptisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Minucciano, Piazza al Serchio, Sillano Giuncugnano
LEP1	Entisuolo	Castiglione G., Villa Collemandina
MBS2	Alfisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Minucciano, Piazza al Serchio, Sillano Giuncugnano
MCR1	Entisuolo	Camporgiano, Minucciano, Piazza al Serchio, San Romano G., Sillano Giuncugnano Villa Collemandina
MLS1	Entisuolo	Minucciano, Piazza al Serchio, Sillano Giuncugnano
MPT1	Entisuolo	Camporgiano, Minucciano, Piazza al Serchio, San Romano G., Sillano Giuncugnano Villa Collemandina
MRS1	Inceptisuolo	Camporgiano, Careggine, Castelnuovo G., Castiglione G., Fosciandora, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Piazza al Serchio, Pieve Fosciana, San Romano G., Sillano Giuncugnano, Vagli di Sotto, Vergemoli, Villa Collemandina
PGG1	Inceptisuolo	Camporgiano, Careggine, Castelnuovo G., Castiglione G., Fosciandora, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Piazza al Serchio, Pieve Fosciana, San Romano G., Sillano Giuncugnano, Vagli di Sotto, Vergemoli, Villa Collemandina
PLD1	Alfisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Careggine, Fosciandora, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Vagli di Sotto, Vergemoli
PON1	Inceptisuolo	Camporgiano, Careggine, Castelnuovo G., Castiglione G., Fosciandora, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Piazza al Serchio, Pieve Fosciana, San Romano G., Sillano Giuncugnano, Vagli di Sotto, Vergemoli, Villa Collemandina
POR1	Inceptisuolo	Careggine, Minucciano, Molazzana, Vagli di Sotto, Vergemoli
PPE1	Mollisuolo	Castiglione G., Pieve Fosciana
PRT1	Mollisuolo	Minucciano

PRU1	Mollisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Careggine, Fosciandora, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Vagli di Sotto, Vergemoli
RAV1	Mollisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Careggine, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Piazza al Serchio, San Romano, Sillano Giuncugnano, Vagli di Sotto, Vergemoli, Villa Collemantina
SPG1	Inceptisuolo	Castelnuovo G., Castiglione G., Gallicano, Molazzana, Pieve Fosciana, San Romano G., Villa Collemantina
STB1	Inceptisuolo	Castelnuovo G., Camporgiano, Careggine, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Vagli di Sotto, Vergemoli
TAV1	Entisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Fosciandora, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Pieve Fosciana, San Romano G.
VCA1	Alfisuolo	Castelnuovo G., Camporgiano, Careggine, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Vagli di Sotto, Vergemoli
VEI1	Entisuolo	Castiglione G., Villa Collemantina
VLB1	Inceptisuolo	Minucciano
VLC1	Inceptisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Minucciano, Piazza al Serchio, Sillano Giuncugnano
VRG1	Mollisuolo	Camporgiano, Castelnuovo G., Careggine, Gallicano, Minucciano, Molazzana, Piazza al Serchio, San Romano, Sillano Giuncugnano, Vagli di Sotto, Vergemoli, Villa Collemantina

**Tab. 5.2. Tipi di suolo presenti nel territorio della Garfagnana (Rif. Legenda della Carta dei Suoli in scala 1:250.000 della Regione Toscana).**

<i>Suolo</i>	<i>Classe di attitudine</i>	<i>Limitazioni</i>
SUO_1	S3	Forti: - profondità - drenaggio eccessivo
SUO_2	S2	Modeste: - scheletro - drenaggio moderato
SUO_3	S2	Modeste: - CSC - drenaggio moderato
SUO_4	S2	Modeste: - tessitura - CSC
SUO_5	S2	Modeste: - calcare totale - CSC
SUO_6	S3	Forti: - profondità - drenaggio eccessivo
SUO_7	S2	Modeste: - calcare totale - reazione pH - drenaggio eccessivo
SUO_8	S3	Forti: - profondità - CSC - drenaggio eccessivo
SUO_9	S4	Gravi: - scheletro - calcare totale
SUO_10	S2	Modeste: - reazione pH - drenaggio moderato
SUO_11	S3	Forti: - scheletro

SUO_12	S2	Modeste: - drenaggio moderato
SUO_13	S3	Forti: - CSC
SUO_14	S2	Modeste: - scheletro - drenaggio moderato

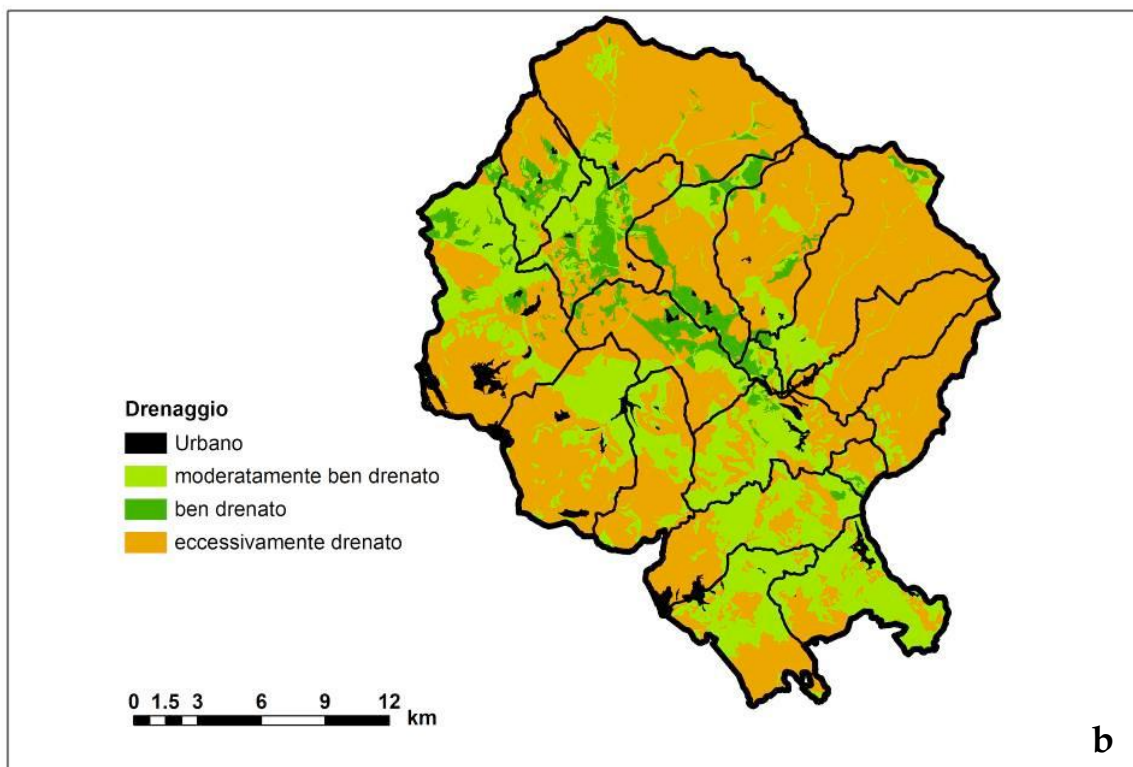
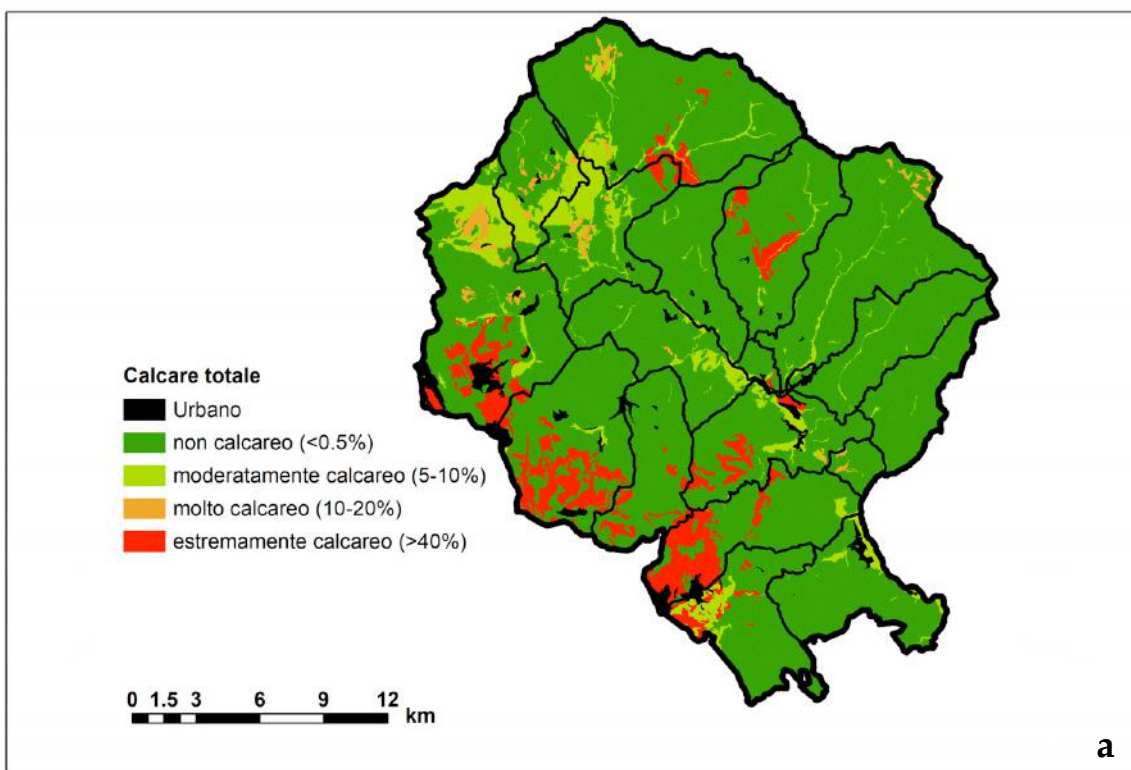
**Tab. 5.3** Attitudine dei suoli agricoli della Garfagnana alla coltivazione del farro.

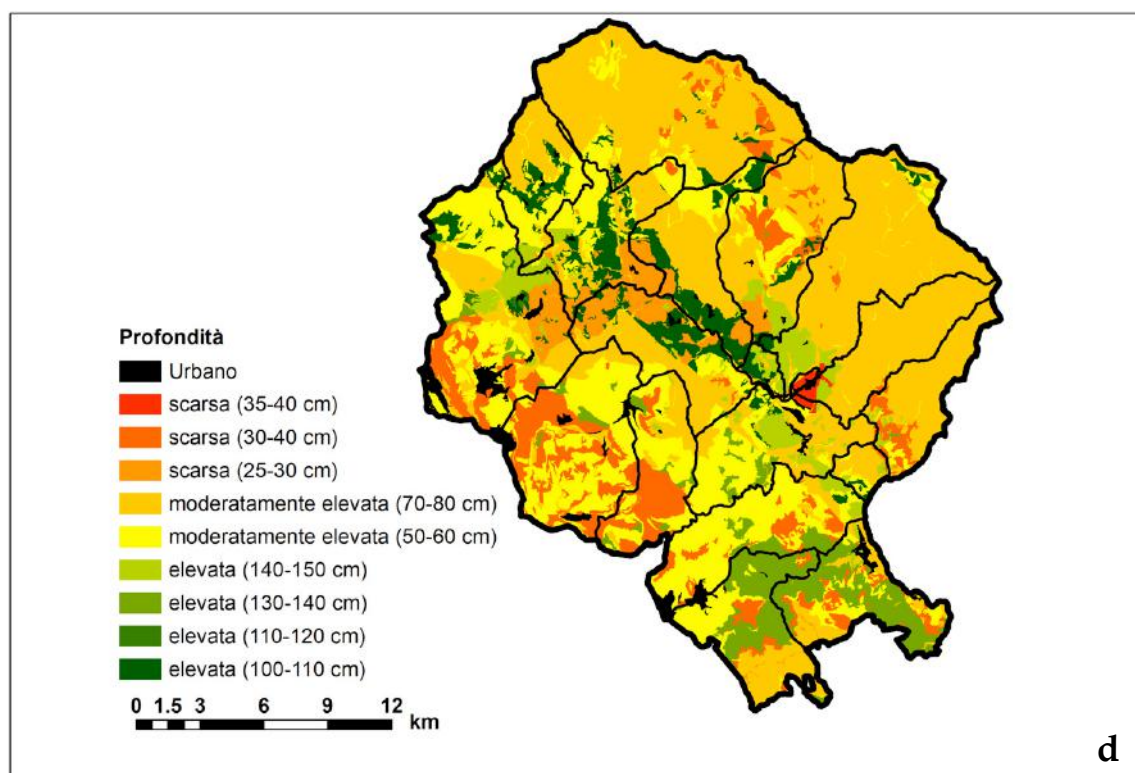
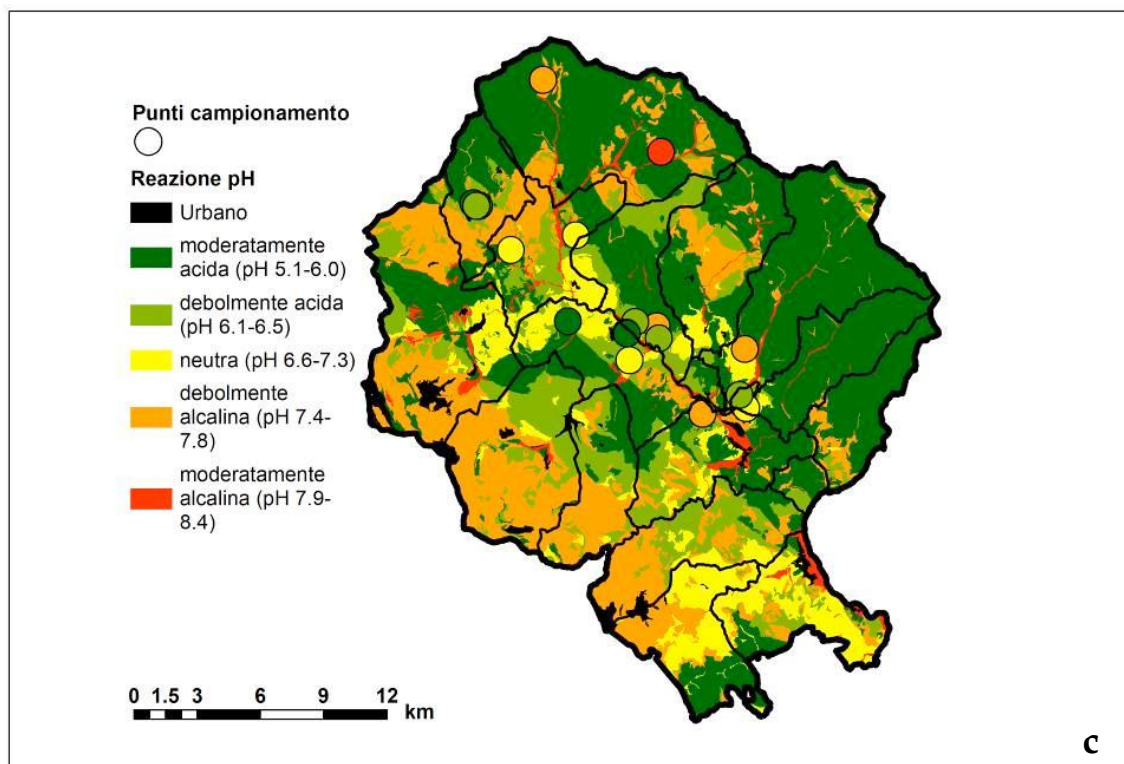
<i>UC_RT</i>	<i>Suolo_Fagadop</i>	<i>Attitudine</i>
ARN1_POR1_COA1	SUO_1	S3
AUL1_TAV1	SUO_2	S2
BOL1_PRU1_PLD1	SUO_3	S2
CAE1_BAR1	SUO_4	S2
CMA1_MLS1_BAB1	SUO_5	S2
MPT1_COT1_MCR1	SUO_6	S3
PON1_MRS1_PGG1	SUO_7	S2
PPE1_CAL1	SUO_8	S3
RAV1_VRG1	SUO_9	S4
SPG1_CAB1	SUO_10	S2
STB1_CPE1_VCA1	SUO_11	S3
VEI1_LEP1	SUO_12	S2
VLB1_CLV1_PRT1	SUO_13	S3
VLC1_MBS2_DEG1	SUO_14	S2

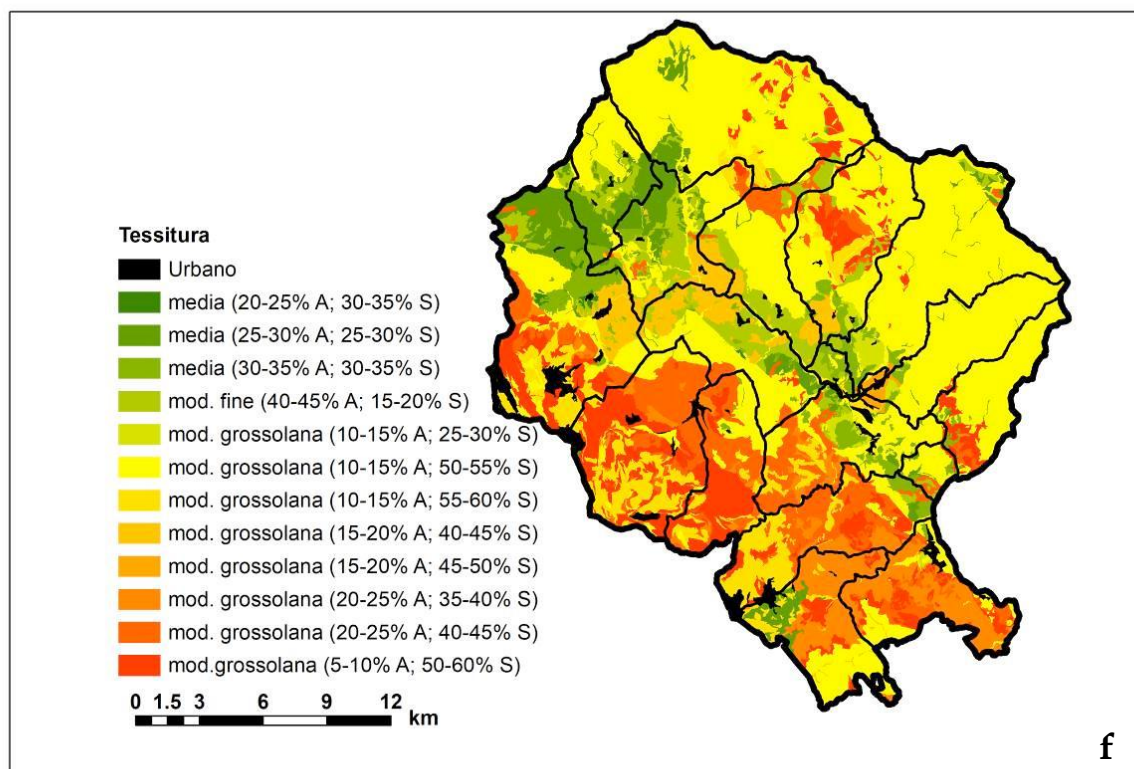
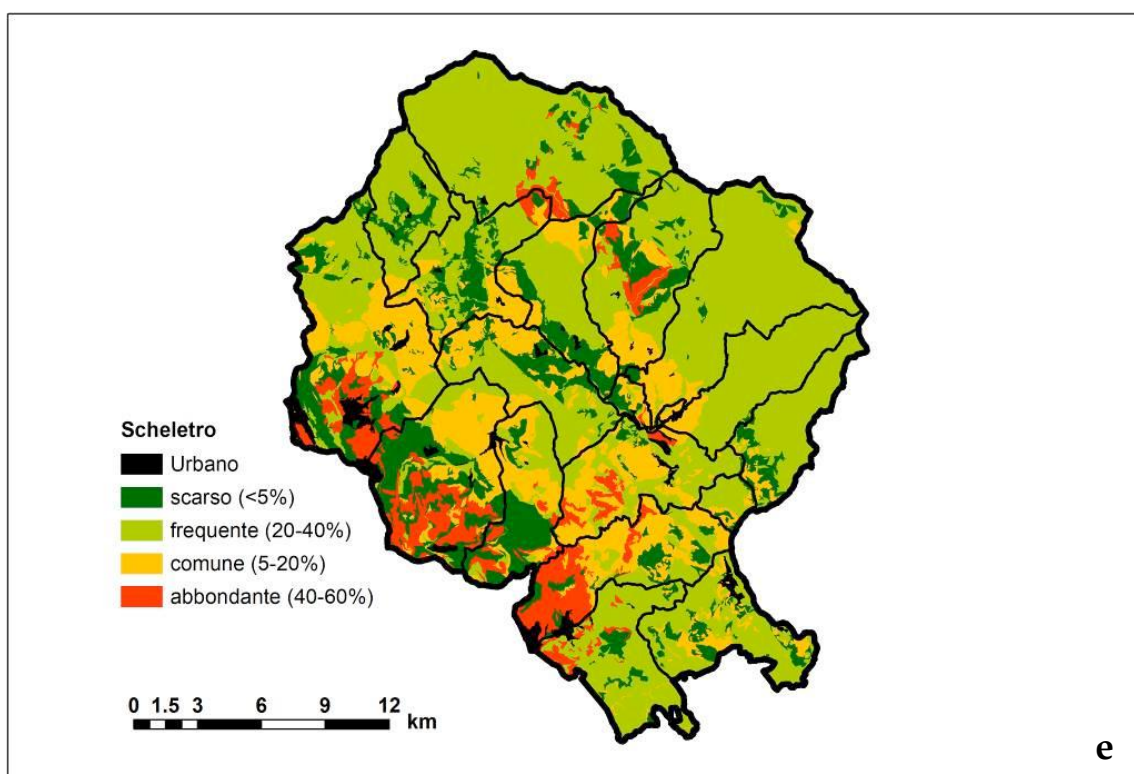
**Tab. 5.4.** Correlazione suoli RT e suoli FAGADOP

I parametri impiegati per la determinazione dell'attitudine del suolo alla coltivazione del farro, sono stati impiegati per realizzare mappe tematiche specifiche per il parametro considerato e per la realizzazione di una unica mappa del territorio di attitudine alla coltivazione del farro (Fig. 5.4)

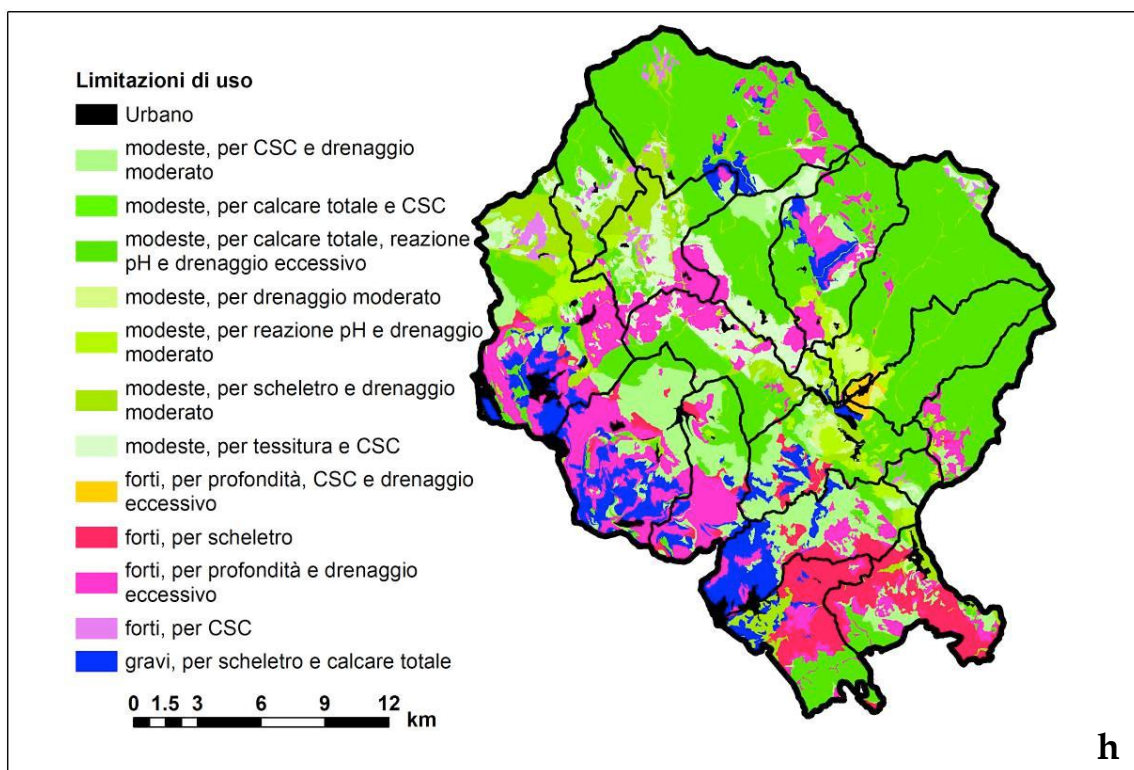
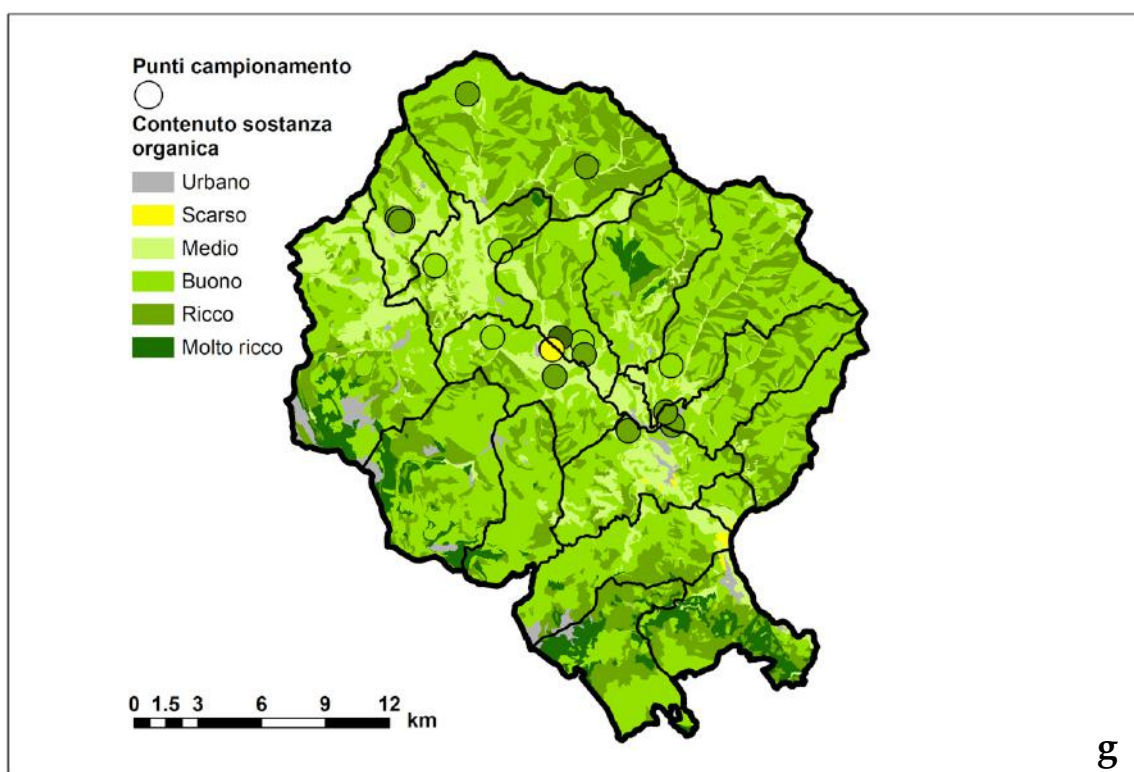












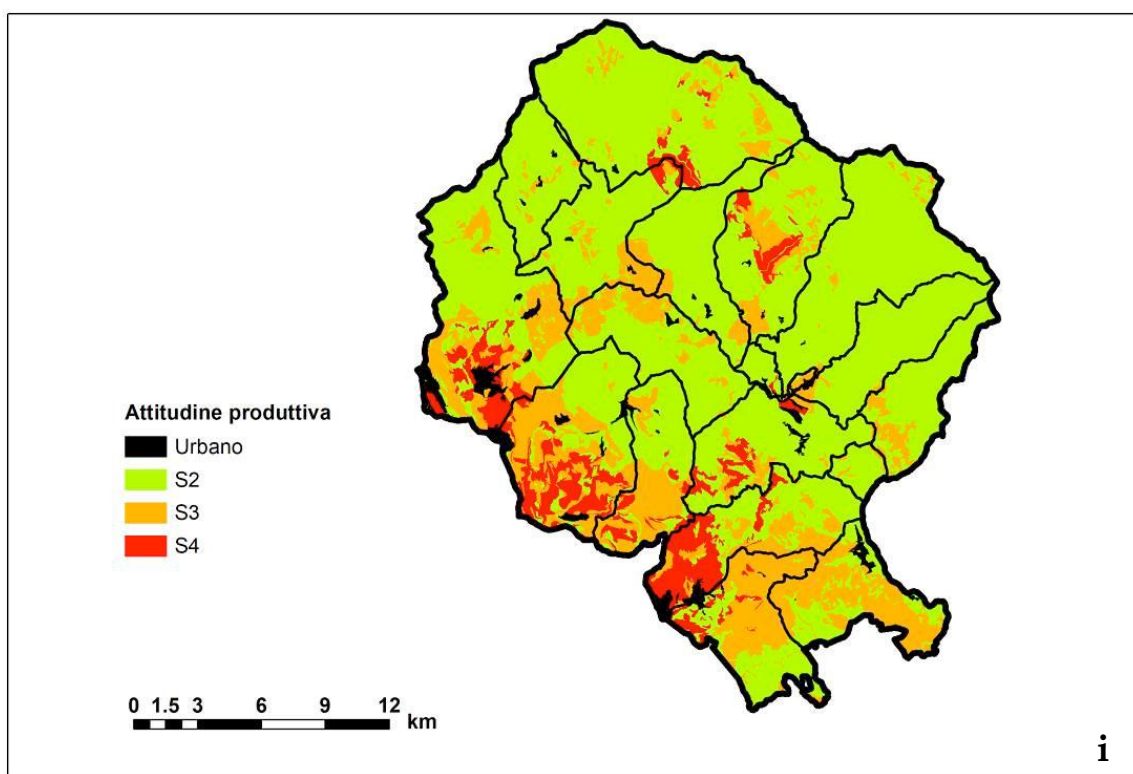


Fig 5.4. Mappe tematiche di attitudine dei suoli alla coltivazione del farro per singoli parametri. a) mappa tematica su calcare totale; b) mappa tematica di drenaggio; c) mappa tematica della reazione di pH; d) mappa tematica della profondità dei suoli; e) mappa tematica della distribuzione dello scheletro; f) mappa tematica della tessitura dei suoli; g) mappa tematica del contenuto di sostanza organica; h) mappa tematica delle limitazioni d'uso; i) mappa tematica dell'attitudine produttiva.

La caratterizzazione pedologica è proseguita attraverso analisi del terreno volte a determinare caratteristiche chimico-fisiche specifiche quali granulometria (sabbia, limo, argilla), reazione pH, carbonio organico, calcare totale, calcare attivo, azoto totale, fosforo totale e assimilabile, potassio assimilabile, conducibilità elettrica, salinità, cloruri solubili, capacità di scambio cationico, basi di scambio (Ca, Mg, Na, K), microelementi (Fe, Mn, Cu, Zn, B) ed i parametri calcolati ESP, SAR, saturazione basica, sostanza organica, rapporto C/N e Mg/K. Le analisi hanno preso in esame i terreni di tutte le aziende collegate al progetto e terreni non coltivati ma rientranti nella zona IGP al fine di avere una rappresentatività territoriale della variabilità delle principali caratteristiche, all'interno dell'areale di produzione. I campioni di suolo analizzati, in tutto 31, sono stati prelevati nello spessore 5-30 cm (All. 3).

I campioni di suolo dei terreni agricoli, oggetto di analisi, sono stati prelevati nelle località riportate in tab. 5.5, con le rispettive quote altimetriche, il nome dell'azienda e/o località, le coordinate geografiche, le date di campionamento.

<i>Campione</i>	<i>Azienda</i>	<i>Comune</i>	<i>Lat.</i>	<i>Lon.</i>	<i>Quota m</i>	<i>Data campionamento</i>
1	Filippi A.	Pieve Fosciana	44,127407	10,410025	349	24/10/2017
2	Andreucci	Castelnuovo Garfagnana	44,125258	10,383890	399	24/10/2017
3	Pelliccioni	Camporgiano	44,148607	10,341197	464	24/10/2017
4	Filippi S.	Castiglione Garfagnana	44,152440	10,409785	516	24/10/2017
5	Satti	San Romano Garfagnana	44,162907	10,357714	534	18/10/2017
6	Camporesi	Piazza al Serchio	44,196434	10,271982	659	18/10/2017
7	Almo	Piazza al Serchio	44,202245	10,310618	676	18/10/2017
8	Danti	Sillano Giuncugnano	44,215520	10,253214	820	18/10/2017
9	Camporesi	Sillano Giuncugnano	44,268945	10,292489	1198	18/10/2017
10	Filippi A.	Pieve Fosciana	44,132839	10,406117	358	17/11/2017
11	Mattei	San Romano Garfagnana	44,164927	10,344827	480	16/11/2017
12	Danti	Sillano Giuncugnano	44,215558	10,251807	812	22/11/2017
13	Tiengo	Sillano Giuncugnano	44,237261	10,361927	1275	22/11/2017
14	Danti	Magliano - Moruccio	44,216728	10,250113	800	23/02/2018
15	Satti	Sillicagnana - Staiolo	44,157641	10,358945	530	23/02/2018
16	Bravi 1	Camporgiano	44,160286	10,339620	515	21/04/2018
17	Bravi 2	Camporgiano	44,159957	10,339852	515	21/04/2018
18	Cascianella	Cascianella	44,165700	10,305193	630	21/04/2018

**Tab. 5 5 Localizzazione delle unità culturali oggetto di campionamento del suolo.**

Le analisi dei suoli relativi effettuate nelle unità coltivate sono riportate in tab. 5.6. I colori sono stati attribuiti per evidenziare gli eventuali difetti e/o carenze per i singoli parametri. Nelle varie tonalità di verde ed in grigio sono indicati le idoneità, in giallo le allerte ed in arancione e rosso le criticità.

Il quadro generale mostra, per i macroelementi nutritivi, alcune allerte e qualche criticità inerenti il potassio, mentre per il fosforo non sussistono problemi preoccupanti.

Per i microelementi si riscontrano problemi localizzati per il magnesio e calcio. Quest'ultimo risulta carente nelle forme meno assimilabili, mentre quando si considera il calcio scambiabile i problemi si localizzano solamente in pochi appezzamenti.

		Filippi A.	Andreucci	Pelliccioni	Filippi S.	Satti	Camporesi	Almo	Danti	Camporesi	Az. 1 (Pieve F.)	Az. 2 (S. Romano)	Az. 3 (Magliano)	Az. 4 (Metello)	Danti-Magliano (Moruccio)	Satti - Sillicagnana (Staiolo)	Bravi 1	Bravi 2	Casianella
Scheletro		164	311	301	221	225	240	250	317	317	290	454	450	254	440	360	341	361	355
Sabbia (2.0 - 0.02 mm)	%	38,1	17,7	15,6	53,7	52,7	33,9	33,7	19,6	40,4	44,4	22,7	26,0	61,7	17,2	20,0	33,4	138,8	19,3
Limo (0.02 - 0.002 mm)	%	49,9	59,1	56,8	34,5	35,3	50,1	50,5	56,6	47,6	43,7	49,3	46,1	30,3	51,3	64,1	47,3	58,4	57,5
Argilla (<0.002 mm)	%	12	23,2	27,6	11,8	11,9	16	15,8	23,8	12	11,9	27,9	27,9	8,0	31,5	15,9	19,4	27,8	23,2
pH in H <sub>2</sub> O	U. pH	6,2	5,6	6	5,6	5,6	6,4	5,9	7,8	5,4	6,6	6,8	6,6	5,3	7,87	6,89	7,04	7,33	7,54
pH in KCl	U. pH	5,3	4,2	4,5	4,5	4,3	5,2	4,4	7,6	4,3	5,8	5,4	5,2	4,3	7,54	5,07	5,20	5,52	6,67
Azoto totale	g/kg	1,8	2,1	2,1	1,6	1	1,4	1,7	2,7	2	2,5	5,2	2,0	2,8	2,2	2,1	0,3	0,6	2,0
Fosforo assimilabile	mg/kg	25	47	29	47	36	19	23	46	66	64	17	32	49	15	19	24	15	20
<b>Potassio Scambiabile</b>	mg/kg	59	96,9	73,8	205,9	105,3	188,3	114,7	186,9	71,8	129,9	104,6	172,7	109,0	132,2	221,8	209,6	138,6	107,4
Potassio Scambiabile pH 8,2 come K <sub>2</sub> O	mg/kg	71	116	88	246	126	225	137	224	86	155	125	207	131	159,3	267,3	252,6	167	129,4
<b>Magnesio Scambiabile</b>	mg/kg	95,9	163,5	312,8	122,8	133,3	117	165,7	82,1	63,1	142,1	281,3	186,7	96,5	120	207,6	211	368,4	234,5
Magnesio Scambiabile pH 8,2 come MgO	mg/kg	159	271	519	204	221	194	275	136	105	236	466	310	160	199	344,2	349,9	610,9	388,8
Rapporto Mg/K		2,61	2,71	6,82	0,96	2,04	1	2,32	0,71	1,41	1,76	4,33	1,74	1,42	1,50	1,50	1,60	4,30	3,50
Ferro Assimilabile	mg/kg	11,5	66,2	46,7	39	42,2	55,3	82,6	21,8	8	2	36,0	33,6	2,8	20,3	79,4	5,1	15,1	39,4
Manganese Assimilabile	mg/kg	13	56,8	47,1	38,7	40	44,1	66,9	21,2	10,2	4,9	33,5	31,1	3,6	19,1	76,5	6,6	14,5	37,3
Boro solubile	mg/kg	0,41	0,42	1,44	1,44	0,24	0,56	0,37	0,48	0,21	0,46	0,85	0,59	0,22	0,12	0,42	0,45	0,48	0,30
Zinco Assimilabile	mg/kg	0,71	0,56	0,14	0,81	0,71	0,36	0,36	1,34	0,28	2,37	0,35	0,54	0,12	0,90	1,10	0,40	0,50	1,10
Rame Assimilabile	mg/kg	3,13	3,92	3,58	6,66	14,27	4,25	3,04	5,07	1,4	5,35	5,34	2,37	1,01	3,00	6,60	1,70	0,90	6,10
Calcio carbonato attivo	g/kg	9	4	11	12	7	2	8	32	1	6	12	14	0	39	19	20	18	22
Calcare totale	g/kg	11	7	16	23	12	8	45	81	4	23	16	21	8	59	24	24	23	24
<b>Calcio Scambiabile</b>	mg Ca/kg	2019,4	1733	3618,7	1515,2	1543,1	2087	2411,4	7327,8	832,9	3267,8	6266,8	4777,5	1145,0	5605,1	2793,6	3303,2	4306,9	4071,9
Calcio scambiabile pH 8,2 come CaO	mg CaO/kg	2825,2	2424,4	5062,6	2119,8	2158,8	2919,8	3373,5	10251,6	1165,3	4571,6	8767,2	6683,7	1601,9	7841,6	3907,6	4621,2	6025,4	5696,6
Carbonio organico	g/kg	25,5	27,5	25,1	17,5	14,4	16,7	20,5	33,3	23,6	38,3	87,9	24,2	37,5	24,8	23,4	3	4,8	22,7
Sostanza organica	g/kg	43,9	47,4	43,26	30,17	24,82	28,72	35,32	57,42	40,65	66	151,55	41,73	64,68	42,8	40,3	5,2	8,3	39,2
Rapporto C/N		13,88	12,97	11,83	11,04	14,35	11,98	11,93	12,24	11,69	15,23	16,97	11,91	13,45	11,2	11,2	8,9	8,4	11,1
Capacità Scambio Cationico (BaCl <sub>2</sub> )	meq/100g	30	32	36	22	23	27	30	40	26	30	37	35	23	37	28	32	33	32
Grado Saturazione Basica (GSB)	%	37,19	32,74	58,24	42,59	41,47	44,65	46,49	95,3	18,71	59,54	91,09	74,53	31,15	80,2	58,6	59,3	74,9	70,7
Salinità (sali solubili)	mg/l	313	439	328	332	231	205	184	594	158	567	278	218	221	704	342	219	285	512
Sodio Adsorbimento Ratio	uS/cm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0	0,1
Sodio Scambiabile	mg/kg	43,9	34,7	67,8	60	68,1	76,9	35,4	25,5	14,8	18,8	20,1	70,2	49,5	51,2	61,3	68,9	5,1	46,5
Cloruri Solubili	mmoli/kg	0,85	1,07	0,94	1,26	1,13	0,71	0,66	0,57	0,51	0,43	0,46	0,53	0,49	0,43	0,36	0,48	0,54	0,58
Conducibilità elettrica 20°C	dS/m	0,49	0,69	0,51	0,52	0,36	0,32	0,29	0,93	0,25	0,89	0,43	0,34	0,35	1,10	0,53	0,34	0,44	0,80
E.S.P.		0,63	0,48	0,81	1,19	1,31	1,23	0,52	0,28	0,25	0,27	0,23	0,87	0,96	0,60	1,00	0,90	0,10	0,80



	molto scarso	scarso	medio	buono	ricco	molto ricco
Scheletro						
Sabbia (2.0 - 0.02 mm)						
Limo (0.02 - 0.002 mm)						
Argilla (<0.002 mm)						
pH in H <sub>2</sub> O						
pH in KCl						
Azoto totale	<0,5	0,5-0,7	0,7-1,2	1,2-2,4	2,4-5,0	>5,0
Fosforo assimilabile	<7	7-14	14-20	20-30	31-45	>45
<b>Potassio Scambiabile</b>	<40	40-80	80-120	120-180	180-240	>240
Potassio Scambiabile pH 8,2 come K <sub>2</sub> O						
<b>Magnesio Scambiabile</b>	<50	50-100	100-150	150-200	200-250	>250
Magnesio Scambiabile pH 8,2 come MgO						
Rapporto Mg/K	<2 eccesso rel. di K		2-5 equilibrato		>5 eccesso rel. di Mg	
Ferro Assimilabile	<2,5		2,5-20		>20	
Manganese Assimilabile	<2,0		2,0-10		10	
Boro solubile	<0,1		0,1-1,5		>1,5	
Zinco Assimilabile						
Rame Assimilabile						
Calcio carbonato attivo	<5	5-20	20-50	50-100	100-150	>150
Calcare totale	<10	10-50	50-100	100-250	250-400	>400
<b>Calcio Scambiabile</b>	<1000	1000-2000	2000-3000	3000-4000	4000-5000	>5000
Calcio scambiabile pH 8,2 come CaO						
Carbonio organico						
Sostanza organica	<8	43324	43454	20-40	40-80	>80
Rapporto C/N						
Capacità Scambio Cationico (BaCl <sub>2</sub> )	<6	6-12	13-25		26-40	>400
Grado Saturazione Basica (GSB)	<20	21-40	41-60		61-80	>80
Salinità (sali solubili)						
Sodio Adsorbimento Ratio						
Sodio Scambiabile						
Cloruri Solubili						
Conducibilità elettrica 20°C	>2,1		2,1-4 colture sensibili		<2 nessun pericolo	
E.S.P.						

Tab. 5.6 Valori delle analisi chimiche eseguiti sui suoli di ciascuna azienda. I valori evidenziati con colori differenti indicano il grado di attitudine nei confronti delle coltivazioni. In legenda la scala di valori per ciascun parametro considerato

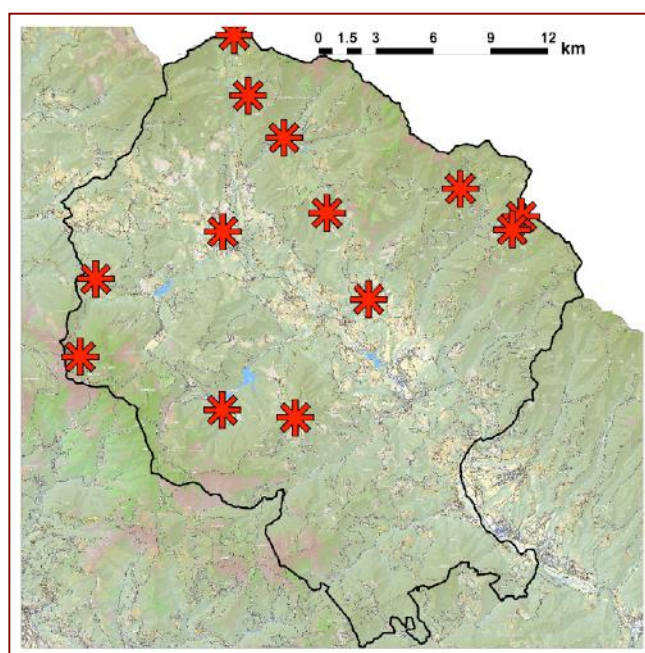


### Caratterizzazione agroclimatica

Per analizzare le caratteristiche agro-climatiche del comprensorio sono state raccolte informazioni quali temperatura dell'aria (minime, massime e medie), precipitazioni, radiazione solare, umidità relativa, bagnatura fogliare, velocità e direzione del vento, da stazioni meteorologiche presenti entro l'areale d'indagine (tab. 5.7) e nelle aree limitrofe (tab 5.8).

<b>Rete di monitoraggio SIR</b>		<b>Comune</b>	<b>Quota m slm</b>	<b>Coordinate WGS84</b>	
<b>Codice</b>	<b>Stazione</b>			<b>Lat.</b>	<b>Lon.</b>
TOS02000155	Passo Pradarena	Sillano Giuncugnano	1580	44.285	10.301
TOS02000161	Capanne di Sillano	Sillano Giuncugnano	1035	44.256	10.310
TOS02000171	Monte Castellino	Sillano Giuncugnano	858	44.236	10.333
TOS02000177	Orto di Donna	Minucciano	1070	44.135	10.197
TOS02000191	Vagli di Sotto	Vagli di Sotto	581	44.109	10.289
TOS02000203	Villa Collemandina	Villa Collemandina	502	44.159	10.386
TOS02000221	Casone di Profecchia	Castiglione di G.	1297	44.211	10.447
TOS02000228	Alpe S. Pellegrino	Castiglione di G.	1520	44.191	10.481
TOS09001210	Minucciano	Minucciano	666	44.171	10.208
TOS11000034	Piazza al Serchio	Piazza al Serchio	660	44.192	10.292
TOS11000096	Careggine	Careggine	1100	44.104	10.337
TOS11000097	Orecchiella	San Romano in G.	1169	44.200	10.360
TOS11000106	Passo Radici	Castiglione di G.	1637	44.197	10.487

**Tab. 5.7** Stazioni meteo della rete di monitoraggio SIR presenti nell'area di studio.



**Fig 5.4.** Localizzazione delle stazioni SIR.

<b>Rete di monitoraggio SIR</b>		<b>Comune</b>	<b>Quota m slm</b>	<b>Coordinate WGS84</b>	
<b>Codice</b>	<b>Stazione</b>			<b>Lat.</b>	<b>Lon.</b>
TOS01000025	Vara	Carrara	409	44.084	10.130
TOS01000056	Pian della Fioba	Massa	860	44.057	10.207
TOS01000278	Renaio	Barga	1013	44.109	10.527
TOS09001143	Comano	Comano	734	44.304	10.120
TOS09001160	Passo del Cerreto	Fivizzano	1250	44.304	10.217
TOS09001180	Turano	Fivizzano	500	44.246	10.152
TOS09001220	Equi Terme	Fivizzano	250	44.169	10.150
TOS11000048	Barga	Barga	270	44.070	10.459
TOS02000275	Monte Romecchio	Barga	1591	44.164	10.521

**Tab 5.8 Stazioni meteo della rete di monitoraggio SIR esterne all'area di studio.**

Sulla base dei dati raccolti, sono stati calcolati i più idonei indici bioclimatici utilizzati in frumenticoltura, la cui validità è oramai attestata a livello internazionale. In particolare sono stati calcolati indici bioclimatici e produttivi-qualitativi, sommatorie delle temperature attive per il raggiungimento delle varie fasi, anche per linee genetiche differenti all'interno della popolazione, escursioni termiche, deficit idrico, numero di giorni e intensità delle precipitazioni, ondate di calore in fase di maturazione latteo/cerosa etc.

L'acquisizione e l'elaborazione di dati disponibili relativi alle variabili meteorologiche misurate dalle reti di rilevazione territoriali ha consentito la caratterizzazione agro-climatica della zona di produzione. L'obiettivo dell'attività è stato quello di definire in termini quantitativi le risorse climatiche dell'area di produzione del farro in Garfagnana e le limitazioni imposte dal clima alla coltivazione e quantificare informazioni tecniche di supporto alla pratica aziendale. Per un primo inquadramento agro-climatico sono stati utilizzate le stazioni meteo del SIR-Settore Idrologico Regionale della Toscana ricadenti nell'area di produzione, per cui erano disponibili dati meteorologici recenti (Tab. 5.9).

La caratterizzazione agro-climatica dell'area è stata effettuata in termini di valori medi mensili di:

- temperatura dell'aria (T minima, massima, media)
- precipitazioni (P)
- numero di giorni di pioggia (GGP)

I valori di temperatura e pioggia giornalieri consentono di calcolare indici bioclimatici unifattoriali:

- somma delle temperature attive, sommatoria delle temperature medie giornaliere superiori a determinate soglie considerate critiche per la crescita e lo sviluppo del farro (0, 5, 6, 7, 8°C);
- somma delle temperature attive in diversi periodi del ciclo fenologico del farro (ciclo colturale, periodo vegetativo, periodo produttivo);
- somma delle escursioni termiche in diversi periodi del ciclo fenologico del farro (ciclo colturale, periodo vegetativo, periodo produttivo);

- piovosità, sommatoria delle piogge giornaliere in diversi periodi del ciclo fenologico del farro (ciclo colturale, periodo vegetativo, periodo produttivo);
- indice di freddo: numero di giorni con temperatura media inferiore di soglie critiche; ore giornaliere con temperatura al di sotto di soglie critiche.

Coerentemente con gli obiettivi del progetto e per una valutazione che tiene conto delle dinamiche di cambiamento climatico in atto, sono stati utilizzati i dati meteo disponibili di una serie recente di anni, dal 2012 al 2016. Nella tabella 5.9 sono riportate le stazioni meteo del SIR considerate rappresentative del regime termo-pluviometrico dell'area di coltivazione del farro ed utilizzate per il calcolo degli indici bioclimatici.

<b>Rete di monitoraggio SIR</b>		<b>Quota</b>	<b>Coordinate</b>		<b>Consistenza dati</b>	
<b>Codice</b>	<b>Stazione</b>	<b>m slm</b>	<b>Lat.</b>	<b>Lon.</b>	<b>P giornaliera</b>	<b>T giornaliera</b>
TOS1100004	Barga	270	44.070	10.459	2012-2016	2012-2016
TOS1100006	Villa Collemantina	502	44.159	10.386	2012-2016	2014-2016
TOS1100006	Piazza al Serchio	660	44.192	10.292	2012-2016	2012-2016
TOS0100005	Pian della Fioba	860	44.057	10.207	2012-2016	2012-2016
TOS1100005	Careggine	1100	44.104	10.337	2012-2016	2012-2016
TOS1100005	Orecchiella	1169	44.200	10.360	2012-2016	2012-2016
TOS0900116	Passo del Cerreto	1250	44.304	10.217	2012-2016	2012-2016

**Tab. 5.9 - Stazioni meteo della rete di monitoraggio SIR rappresentative per l'area di studio.**

In tabella 5.10 sono riportati i valori medi mensili di temperatura dell'aria, minima, massima e media e la piovosità mensile, calcolati sulla base delle stazioni rappresentative dell'area di produzione del farro della Garfagnana (Tab. 5.9) per il periodo 2012-2016.

	<b>GEN</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>APR</b>	<b>MAG</b>	<b>GIU</b>	<b>LUG</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OTT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANN</b>
T min	0,9	0,6	3,6	5,9	8,5	12,8	15,0	14,4	11,7	8,6	5,1	2,3	7,4
T max	6,9	6,8	11,2	14,5	17,2	22,2	25,2	24,7	20,2	15,6	11,5	8,9	15,4
T med	3,9	3,7	7,4	10,2	12,8	17,5	20,1	19,6	15,9	12,1	8,3	5,6	11,4
P mm	171	151	114	107	113	61	45	48	82	165	222	73	1353

**Tab. 5.10 - Valori medi mensili di temperatura minima (T min), temperatura massima (T max), temperatura media (T med) e pioggia (P) riferiti al periodo 2012-2016 nell'area della Garfagnana.**

In base al sistema di classificazione del clima di Koppen-Geiger, utile per l'inquadramento climatico dell'areale in termini di area geografica, la Garfagnana è caratterizzata da un clima di tipo temperato subcontinentale, che si qualifica per temperature medie annue comprese tra 10 e 14 °C, una temperatura media del mese più freddo da -1 a 4 °C, due mesi con medie termiche superiori a 20 °C, escursione termica annua (differenza fra temperatura media del mese più freddo e di quello più caldo) da 16 a 19 °C.

L'analisi delle temperature medie mensili del periodo 2012-2016 (Tab. 5.10 e Fig. 5.2) mostra una media annua di 11,4 °C con temperature medie estive di 18-20 °C e medie invernali di 4-5 °C. Il mese più freddo è febbraio con una media delle minime di poco superiore a 0 °C, mentre i mesi più caldi risultano essere luglio e agosto con circa 20°C e una media delle massime di circa 25 °C.

Pur presentando una distribuzione delle piogge tipica dell'ambiente mediterraneo, la Garfagnana risulta caratterizzata da una piovosità totale elevata (1350 mm annui nel periodo 2012-2016) distribuita in tutti i mesi dell'anno con diminuzione nei soli mesi estivi (Fig. 5.3).

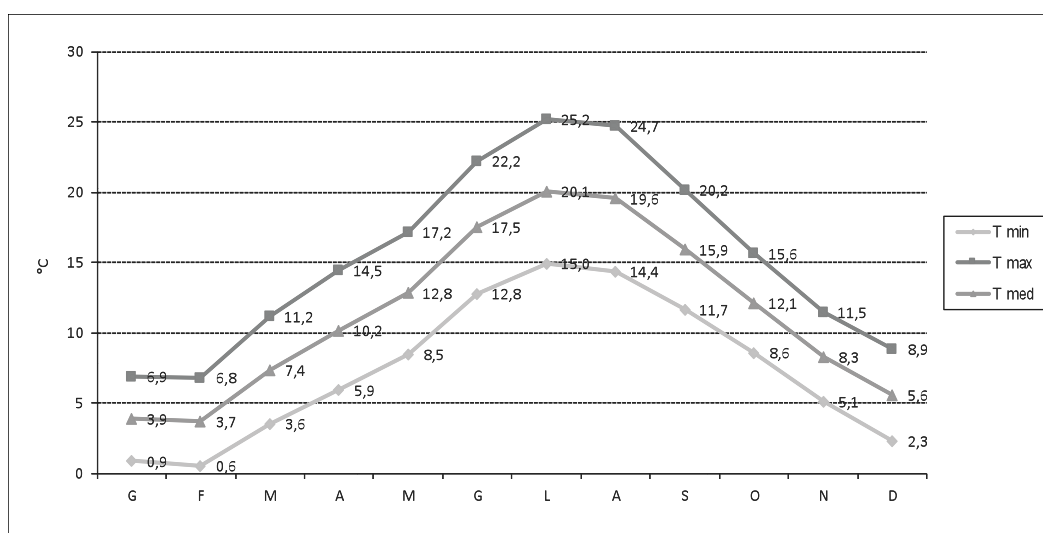


Figura 5.2 - Andamento delle temperature medie mensili riferite al periodo 2012-2016 in Garfagnana.

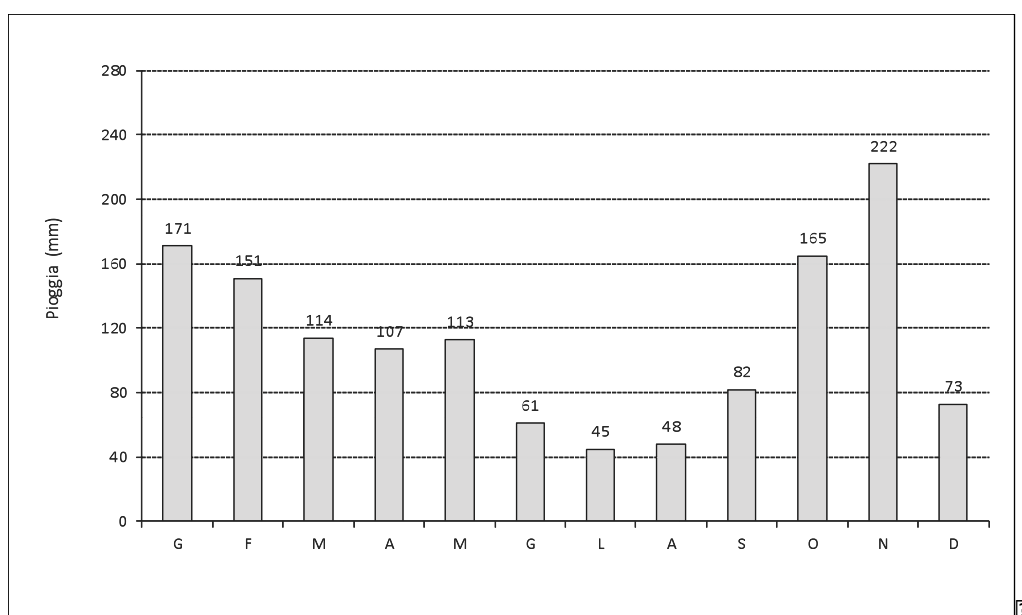
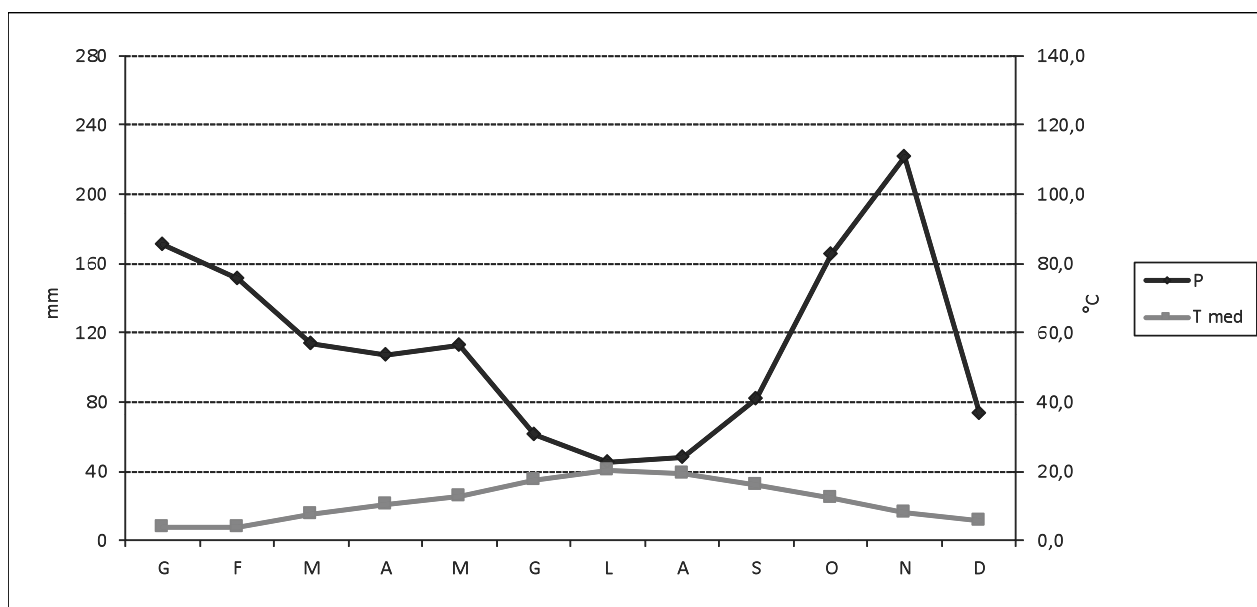


Figura 5.3 - Piogge medie mensili (mm) riferite al periodo 2012-2016 in Garfagnana.

Il periodo più piovoso coincide con i mesi autunnali (settembre, ottobre, novembre) durante i quali cade il 35% della piovosità media annua; il mese più piovoso è novembre,

con un valore medio di 222 mm di pioggia. La stagione meno piovosa è invece quella estiva (giugno, luglio, agosto) con l'11% delle precipitazioni medie totali. Complessivamente, nei periodi primaverile (marzo, aprile, maggio) ed invernale (dicembre, gennaio, febbraio) cade circa la metà (54%) della piovosità media annua, equamente ripartita (27%) nelle due stagioni. I mesi di luglio e agosto sono mediamente i meno piovosi dell'anno con 45-50 mm mensili di pioggia.

Il carattere subcontinentale del clima della Garfagnana, caratterizzato da inverni rigidi e assenza di una stagione secca con precipitazioni abbondanti distribuite nell'arco dell'anno, è evidenziato dal diagramma di Walter-Leith (Fig. 5.4) che esprime graficamente i regimi termico e pluviometrico medi mensili relativi al periodo in esame, nel quale la curva della temperatura media mensile rimane al di sotto di quella della piovosità media mensile per tutto l'anno.



**Fig. 5.4 - Diagramma di Walter-Leith nel periodo 2012-2016 in Garfagnana.**

Il clima della Garfagnana è il risultato dell'azione combinata di un insieme di fattori che agiscono a diversa scala, dalla macro alla microscala e fra i quali assumono particolare rilevanza: i) la vicinanza di grandi sorgenti di calore e/o umidità quali il Mediterraneo, ii) la Catena Appenninica che agisce sulla circolazione atmosferica alterandola profondamente, soprattutto per le masse d'aria provenienti da ovest; iii) il rilievo e la fisiografia complessa che generano una gamma di effetti topo-climatici quali gli effetti dell'esposizione su soleggiamento e riscaldamento diurno delle pendici, gli effetti di giacitura sull'accumulo notturno di aria fredda, gli effetti della forma del rilievo sul regime dei venti.

A titolo esemplificativo della variabilità climatica della Garfagnana nelle tabelle 5.11, 5.12, 5.13 e 5.14 sono riportati i valori medi mensili di temperatura (T minima, massima, media) e pioggia (P) del periodo 2012-2016 rilevati da 4 stazioni meteorologiche della rete SIR caratterizzate da ubicazione geografica ed altimetrie differenti.

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANN
T min	1,0	1,2	4,0	6,6	9,0	12,7	15,2	14,3	12,1	9,6	6,1	1,8	7,8
T max	10,1	10,3	15,0	18,3	21,1	26,2	28,9	29,2	24,7	19,7	14,6	11,0	19,1
T med	5,6	5,8	9,5	12,5	15,0	19,5	22,0	21,7	18,4	14,7	10,4	6,4	13,5
P mm	257	233	156	130	141	70	64	44	95	261	316	101	1868

**Tabella 5.11 – Valori medi mensili di temperatura (T min, T max, T med) e pioggia (P) riferiti al periodo 2012-2016 per la stazione di Barga (270 m s.l.m.; lat. 44,070; lon. 10,459)**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
T min	-0,5	1,6	2,9	4,4	7,8	11,7	13,5	13,2	10,1	7,9	4,8	1,1	6,5
T max	9,0	10,6	14,3	18,4	21,1	26,2	30,6	30,3	23,6	18,8	14,5	12,3	19,1
T med	4,2	6,1	8,6	11,4	14,5	18,9	22,0	21,7	16,9	13,3	9,6	6,7	12,8
P mm	230	178	129	95	121	53	61	63	99	189	257	80	1555

**Tab. 5.12 – Valori medi mensili di temperatura (T min, T max, T med) e pioggia (P) riferiti al periodo 2012-2016 per la stazione di Villa Collemandina (502 m s.l.m.; lat. 44,159; lon. 10,386).**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANN
T min	2,7	1,3	4,7	7,2	9,5	14,3	17,1	17,2	13,5	10,7	6,9	4,4	9,1
T max	7,7	7,0	11,3	14,0	16,8	22,3	25,9	25,8	20,8	16,2	11,9	9,7	15,8
T med	5,2	4,1	8,0	10,6	13,2	18,3	21,5	21,5	17,1	13,4	9,4	7,0	12,4
P mm	292	229	185	148	152	84	61	55	109	223	296	114	1948

**Tab. 5.13 – Valori medi mensili di temperatura (T min, T max, T med) e pioggia (P) riferiti al periodo 2012-2016 per la stazione di Pian della Fioba (860 m s.l.m.; lat. 44,057; lon. 10,207).**

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANN
T min	-0,4	-0,7	0,7	4,1	6,7	11,4	14,1	13,0	10,2	6,5	3,7	1,1	5,9
T max	3,5	3,3	5,9	11,0	13,5	18,4	21,9	20,3	16,3	11,4	8,4	5,4	11,6
T med	1,5	1,3	3,3	7,6	10,1	14,9	18,0	16,7	13,2	8,9	6,1	3,2	8,7
P mm	242	218	201	180	205	104	67	66	134	254	329	113	2114

**Tab. 5.14 – Valori medi mensili di temperatura (T min, T max, T med) e pioggia (P) riferiti al periodo 2012-2016 per la stazione di Passo del Cerreto (1250 m s.l.m.; lat. 44,304; lon. 10,217).**

Con l'obiettivo di definire in termini quantitativi le risorse climatiche dell'area e le limitazioni imposte dal clima alla coltivazione dei cereali autunno-vernini, è stata realizzata una caratterizzazione agro-climatica facendo ricorso a tecniche agrometeorologiche. Sulla base dei valori di temperatura rilevati nel periodo 2012-2016 nelle 7 stazioni rappresentative dell'areale di coltivazione, sono stati calcolati gli indici bioclimatici unifattoriali che descrivono quantitativamente le risorse agro-climatiche del territorio in relazione alle produzioni agricole e cerealicole realizzate :

- Somma delle temperature attive (STA), sommatoria delle temperature medie giornaliere superiori a 5 °C del periodo ottobre-luglio (Ta. 5.15).
- Somma delle temperature attive del periodo marzo-maggio (STASV), sommatoria delle temperature medie giornaliere superiori a 5 °C nel periodo primaverile di sviluppo vegetativo(Ta. 5.16).
- Somma mensile delle temperature attive (STAM), sommatoria mensile delle temperature medie giornaliere superiori a 5 °C del periodo ottobre-luglio. (Ta. 5.17).

Quota m	Lat.	Lon.	Valore	Valore min	Valore max
270	44.070	10.459	2283	2088 (2012-2013)	2434 (2014-2015)
502	44.159	10.386	2092	2002 (2015-2016)	2182 (2014-2015)
660	44.192	10.292	1992	1448 (2015-2016)	2235 (2014-2015)
860	44.057	10.207	1949	1727 (2012-2013)	2216 (2014-2015)
1100	44.104	10.337	1473	1356 (2012-2013)	1683 (2014-2015)
1169	44.200	10.360	1433	1317 (2013-2014)	1609 (2014-2015)
1250	44.304	10.217	1238	1126 (2015-2016)	1350 (2014-2015)

**Tab. 5.15 – Valore medio, minimo e massimo della somma delle temperature attive (STA) nel periodo ottobre-luglio misurati nell’area Garfagnana riferiti al periodo 2012-2016.**

Quota m	Lat.	Lon.	Valore	Valore min	Valore max
270	44.070	10.459	677	625 (2013)	711 (2014)
502	44.159	10.386	599	561 (2016)	651 (2014)
660	44.192	10.292	690	623 (2012)	777 (2014)
860	44.057	10.207	519	403 (2013)	573 (2015)
1100	44.104	10.337	366	281 (2013)	406 (2012)
1169	44.200	10.360	357	282 (2013)	416 (2012)
1250	44.304	10.217	270	243 (2016)	270 (2014)

**Tab. 5.16 – Valore medio, minimo e massimo della somma delle temperature attive (STASv) nel periodo marzo-maggio misurati nell’area Garfagnana riferiti al periodo 2012-2016.**

Quota m	Lat.	Lon.	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG
270	44.070	10.459	299	165	61	44	50	142	224	312	434	528
502	44.159	10.386	258	145	63	25	40	113	192	293	418	528
660	44.192	10.292	233	114	46	26	43	170	212	309	428	430
860	44.057	10.207	262	138	74	33	22	99	167	254	399	512
1100	44.104	10.337	185	83	32	13	9	58	116	192	333	442
1169	44.200	10.360	191	95	33	11	8	57	116	184	323	428
1250	44.304	10.217	125	67	8	2	1	22	89	159	297	403

**Tab. 5.17 – Valori medi mensili della somma delle temperature attive (STAM) del periodo di coltivazione ottobre-luglio misurati nell’area Garfagnana riferiti al periodo 2012-2016**



Altri fattori agro-climatici che determinano la vocazione cerealicola autunno-vernina di un'area geografica sono quelli che descrivono i periodi di gelo, ovvero il verificarsi di temperature inferiori a zero gradi centigradi e la loro durata.

In Garfagnana le gelate sono prevalentemente di due tipi, avvertivo e radiativo. Nel primo caso il raffreddamento è causato dall'incursione di masse d'aria a temperatura relativamente bassa ed è pressoché uniforme su tutto il territorio. Nel secondo caso si tratta di un fenomeno legato a processi di bilancio energetico superficiale ed è tipico di notti serene e poco ventose quando si associa spesso un fenomeno di inversione termica molto accentuato ed il movimento gravitazionale dell'aria, che si raffredda e diventa più densa, ne provoca l'accumulo nelle zone di fondovalle relativamente meno elevate. Le gelate sono inoltre condizionate da fattori meteorologici quali la copertura nuvolosa del cielo e il vento. La variabilità spaziale delle temperature in prossimità del suolo è quindi molto alta, essendo legata a molteplici fattori tipici della macro e microscala meteorologica ed alla complessità orografica.

Per la valutazione dei periodi di gelo sono stati analizzati i dati di temperatura minima giornaliera rilevati dalle sette stazioni meteo del SIR nel quinquennio 2012-2016 caratterizzate da ubicazione geografica ed altimetrie differenti. Per il periodo di coltivazione del farro (ottobre-luglio) sono state calcolate la somma media mensile delle temperature inferiori a zero gradi centigradi ( $\sum T < 0^\circ\text{C}$ ) e il numero di giorni medio mensile temperatura minima inferiore a zero gradi centigradi ( $n^\circ\text{g} < 0^\circ\text{C}$ ) (Tab. 5.18).

<i>Quota m</i>	<i>Parametr</i>	<i>OTT</i>	<i>NO</i>	<i>DIC</i>	<i>GEN</i>	<i>FEB</i>	<i>MA</i>	<i>APR</i>	<i>MA</i>	<i>GIU</i>	<i>LUG</i>
270	$\sum T < 0^\circ\text{C}$		-5	-30	-33	-28	-3				
	$n^\circ\text{g} < 0^\circ\text{C}$		2	12	12	11	2				
502	$\sum T < 0^\circ\text{C}$		-7	-25	-54	-16	-2	-2			
	$n^\circ\text{g} < 0^\circ\text{C}$		4	12	17	8	1	1			
660	$\sum T < 0^\circ\text{C}$			-7	-15	-21					
	$n^\circ\text{g} < 0^\circ\text{C}$			4	8	6					
860	$\sum T < 0^\circ\text{C}$		-1	-4	-8	-26	-1				
	$n^\circ\text{g} < 0^\circ\text{C}$		1	2	4	7	1				
1100	$\sum T < 0^\circ\text{C}$	-2	-19	-11	-20	-47	-5				
	$n^\circ\text{g} < 0^\circ\text{C}$	1	6	4	9	12	3				
1169	$\sum T < 0^\circ\text{C}$		-8	-13	-22	-53	-7	-1			
	$n^\circ\text{g} < 0^\circ\text{C}$		4	5	9	13	4	1			
1250	$\sum T < 0^\circ\text{C}$		-16	-24	-48	-33	-24	-5			
	$n^\circ\text{g} < 0^\circ\text{C}$		6	7	14	16	12	2			

Tab. 5.18- Valori medi mensili della somma delle temperature inferiori a zero gradi centigradi ( $\sum T < 0^\circ\text{C}$ ) e numero di giorni medio mensile ( $n^\circ\text{g} < 0^\circ\text{C}$ ) con temperatura minima inferiore a zero gradi centigradi nel periodo di coltivazione ottobre-luglio misurati nell'area Garfagnana riferiti al periodo 2012-2016

Specificatamente per la temperatura dell'aria, che risulta essere un parametro guida per la crescita, lo sviluppo e la produzione della coltura, è stata installata una rete di rilievo su tutto il territorio, costituita da sensori termo igrometrici a basso costo, collocati nelle immediate vicinanze dei campi coltivati a farro.

Il posizionamento di tali sensori è riportato in tabella 5.19. La scelta dei sensori è stata determinata dalle esperienze pregresse della Fondazione per il Clima e la Sostenibilità, dal basso costo ed elevata affidabilità, dalle caratteristiche tecniche dei sensori, e dalla possibilità di avere a disposizione alcuni materiali (software di gestione, cavi di collegamento tra i sensori e il computer, batterie sostitutive). Sono stati così stati utilizzati datalogger di temperatura ed umidità dell'aria HOBO U23-001 Pro v2, dotati di schermatura per il sole e scaricabili attraverso un sensore ottico con presa usb (Fig. 5.5).

Posizione	Coordinate	Modello	Modello	Modello
t1	44°11'N 12°11'E	88suc38G3	uG8uUGc4	g8C
z1	44°11'S 12°11'E	88suc4c46	uGg6g6CG	gCC
i1	44°11'N 12°11'E	88su86. G3	uGg8uuC3	8. 8
o1	44°11'N 12°11'E	88su4c88G	uG8GC364	4u. 1
n1	44°22'N	88su. c CG3	uGg433u8	4g8
m1	44°11'N 12°11'E	88suC. 8g8	uGsc3uC6c	. 4C
e1	44°11'N	88sc Gc c84	uGguG. u6	. 3. 1
d1	44°22'N 12°11'E 5zSt d1	88scu44cG	uGsc4gc u8	6cG
l1	44°11'N 12°11'E	88sc. 6C84	uGscCc86C	uuC6
tS1	44°11'N 12°11'E 5zSt d1	88sugc6gC	uG8G. uu3	g46
tt1	44°11'N 12°11'E 5zSt d1	88su. 8Cc3	uGg886c3	86G
tz1	44°11'N 12°11'E 5zSt d1	88scg3c. u	uGg. uCc3	uc34

Tab. 5.19 Posizionamento della rete di rilevamento agro-meteo costituita da sensori termo-igrometrici.

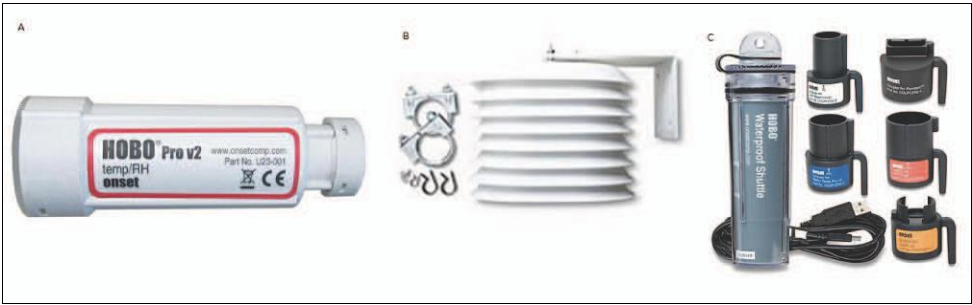


Fig. 5.5 Datalogger di temperatura e umidità dell'aria HOBO U23-001 Pro v2 (A); schermatura per il sole (B); sensore ottico con presa usb per lo scarico dei dati (C).

Utilizzando i dati meteo disponibili e rilevati sono stati elaborati indici bioclimatici generali e specifici per la coltura del farro, che descrivono quantitativamente le risorse agro-climatiche della zona di produzione in relazione alle esigenze specifiche ed alla fenologia della pianta. Per 9 campi sperimentali distribuiti nell'areale di coltivazione a quote comprese tra 350 e 1200 m s.l.m. sono state calcolate le sommatorie dei gradi giorno

partendo dalla data di semina con differenti soglie di sviluppo (0, 5, 6, 7 e 8 °C) per le differenti fasi del ciclo colturale 2016-2017. Le sommatorie sono state calcolate sulla base dell'effettivo ciclo di produzione, dalla semina alla maturazione (Tab. 5.19). I dati calcolati ed i risultati del rilievo fenologico del ciclo colturale sono stati presentati al XLVI Convegno Nazionale della Società Italiana di Agronomia (SIA) ed al XX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Agrometeorologia (AIAM) (dal 12 al 14 settembre 2017 presso l'Università degli Studi di Milano) dal tema "Strategie integrate per affrontare le sfide climatiche e agronomiche nella gestione dei sistemi agroalimentari".

?	?	SaSmazSte										SaSeazSte											
?	?	?	?	5S	?	5n	?	5n	?	5e	?	5d	?	?	5S	?	5n	?	5n	?	5e	?	5d
u?	g8C?	cgc?	cCgG?	u33u?	u48G?	ugcC?	uucU?	c8c?	gug3?	uCcC?	u. 66?	u8. 3?	uc8C?										
c?	gCC?	c. g?	gc. g?	uC48?	u3Gg?	u8. g?	ucg4?	c3g?	g8. C?	c uuG?	u68C?	u4CC?	ug. u?										
g?	8. 8?	c46?	gG3g?	uCC4?	u444?	ugc4?	uuG6?	c. 6?	gc33?	u8C?	u. C?	u84C?	ucgg?										
8?	4u. ?	cg3?	c6gG?	u. 38?	u84g?	uc8G?	uG8c?	c83?	gG83?	u68c?	u. u?	ug63?	uu3C?										
4?	4g8?	c4c?	cC38?	u344?	u4cg?	ugG4?	uuGg?	c. c?	guCu?	uCu?	u. 6?	u84c?	uc8G?										
. ?	. 4C?	c4c?	c368?	u43. ?	ug4c?	uu84?	C4C?	c. c?	cCC8?	u3g. ?	u4Gc?	uc64?	uG6C?										
3?	. 3. ?	c6c?	gu6G?	u6c4?	u43c?	ugg3?	uucU?	cCc?	gg68?	u6G?	u3u. ?	u83c?	uc84?										
6?	6cG?	c. c?	c4GC?	uc6g?	uG33?	6C4?	3gc?	c3c?	c3Gu?	u8c8?	ucGC?	uGu. ?	68g?										
C?	uuC6?	c83?	u686?	6CG?	34g?	. c4?	4ug?	c43?	cGc?	uGc8?	63. ?	3g6?	. u3?										

**Tab. 5.19 - Sommatorie dei gradi giorno (GDD) per differenti soglie termiche calcolate a partire dalla data di semina (GDS, giorni dalla semina) in 9 campi sperimentali realizzati a quote differenti in due fasi del ciclo colturale**

Per comprendere la resistenza al freddo sono stati calcolati anche gli indici relativi alle temperature minime sia per la stagione 2016-2017 sia per la stagione 2017-2018. In particolare sono stati utilizzati gli indici: temperatura minima assoluta, somma delle temperature inferiori a 0°C, numero di giorni con temperatura minima inferiore a 0°C. Tutti quanti sono stati calcolati nel periodo novembre – marzo, in riferimento al solo periodo tardo autunnale – invernale.

I risultati mettono in evidenza una maggiore severità termica durante l'inverno 2017-2018 e con temperature più basse alle quote maggiori.

Novembre 2016 - Marzo 2017											
	HOBO 1	HOBO 2	HOBO 3	HOBO 4	HOBO 5	HOBO 6	HOBO 7	HOBO 8	HOBO 9		
	349 m	399 m	464 m	516 m	534 m	659 m	676 m	820 m	1198 m		
Σ T < 0 °C	-9	-12	-7	0	-17	-16	-18	-67	-115		
n°g < 0 °C	7	8	6	0	14	13	13	26	47		
T MIN MED	-1,3	-1,5	-1,1	-	-1,2	-1,3	-1,4	-2,6	-2,4		
T MIN MAX	-2,1	-2,4	-2,3	-	-2,3	-2,3	-2,4	-5,6	-5,9		
Novembre 2017 - Marzo 2018											
	HOBO 2	HOBO 3	HOBO 4	HOBO 5	HOBO 6	HOBO 7	HOBO 8	HOBO 9	HOBO 10	HOBO 11	HOBO 12
	399 m	464 m	516 m	534 m	659 m	676 m	820 m (Az. 3)	1198 m	358 m (Az. 1)	480 m (Az. 2)	1275 m (Az. 4)
Σ T < 0 °C	0	0	-24	-83	-81	-81	-112	-266	-134	-95	-263
n°g < 0 °C	0	0	13	37	36	34	44	75	52	40	80
T MIN MED	-	-	-1,8	-2,2	-2,3	-2,4	-2,5	-3,5	-2,6	-2,4	-3,3
T MIN MAX	-	-	-6,6	-10,0	-10,6	-10,4	-11,4	-13,9	-11,8	-11,3	-14,3
Σ T < 0 °C	Sommatoria delle temperature minime inferiori a 0 °C nel periodo 01nov-31 mar										
n°g < 0 °C	Numero di giorni con temperatura minima inferiore a 0 °C nel periodo 01nov-31 mar										
T MIN MED	Temperatura minima media inferiore a 0 °C registrata nel periodo 01nov-31 mar (= Σ T < 0 °C / GG < 0 °C)										
T MIN MAX	Temperatura minima massima inferiore a 0 °C registrata nel periodo 01nov-31 mar										

**Tab. 5.20 – indici agrometeorologici legati alle gelate invernali.**

Gli indici agro climatici sono stati spazializzati tramite software GIS (Geographic Information System) utilizzando procedure di interpolazione spaziale, basate sull'associazione di metodi geostatistici (kriging, co-kriging, Inverse Distance Weighting, modello di regressione lineare multipla). In particolare con il metodo multiregressivo la gli indici bioclimatici sono stati messi in relazione con le caratteristiche orografiche del territorio. Come variabili predittive sono state utilizzate la quota e/o la distanza dai fondovalle, la giacitura (pendenza e orientamento), le coordinate cartografiche.

La coltivazione del farro è condizionata dalla variabilità meteorologica presente nell'areale di coltivazione. La semina deve essere effettuata molto precocemente sia per non incorrere nei periodi piovosi che rendono impraticabile tale operazione, sia per porre le giovani plantule in fasi fenologiche resistenti alle rigide temperature invernali. L'anticipo di semina, rispetto agli altri cereali coltivati in Toscana, deve essere tanto maggiore quanto più si passa da 400 a 1200 mslm dell'areale di coltivazione. Da inizio settembre a metà ottobre dovrebbe essere completata ovunque.

Anche la maturazione fisiologica viene condizionata da temperatura e precipitazioni. Si ha quindi un raggiungimento della maturazione da inizi di luglio a metà di agosto, passando da 400 a 1200 mslm. Per la maturazione occorrono normalmente circa 2000 GG di temperatura attiva con soglia di 5°C. Alle quote maggiori il ciclo si chiude con sommatorie inferiori.

La mortalità da freddo e l'espressione delle varie linee e fenotipi differenti nei campi sperimentali alle differenti quote (ed ambienti pedoclimatici) non fa supporre la pressione ambientale sulla possibile deriva genetica. Nemmeno il comportamento adottato dagli agricoltori indica fenomeni che possano influire sulla deriva genetica. La data di semina è infatti abbastanza standardizzata nella pratica di coltivazione e i ritardi di semina non sembrano creare condizioni preferenziali per alcuni genotipi.



## **Caratterizzazione vegetazionale da remoto**

L'impiego di indici vegetazionali elaborati sulla base di immagini satellitari ad alta risoluzione (5x5m), non sono stati acquisiti sia perché il cambio di gestore delle immagini satellitari Rapid eye è stato accompagnato da un notevole incremento dei costi (più che raddoppiate), sia per la mancanza di immagini "chiave" (nei momenti fenologici importanti) con buona trasparenza della copertura nuvolosa. In contemporanea è stato reso possibile l'impiego d'immagini satellitari Sentinel 2. Queste sono disponibili gratuitamente nel web, ma il loro impiego richiede un maggiore sforzo in termini di risorse umane sia per l'acquisizione sia per l'elaborazione.

L'obiettivo di definire se in aree pedoclimatiche differenti in funzione delle immagini satellitari è stato così possibile e queste hanno mostrato come sia possibile evidenziare da satellite gli sfasamenti vegetazionali.

## Azione progettuale 6 (DISPAA-UNIFI)

### “Valutazione dell’interazione genotipo ambiente e della validità della precessione colturale”

Le prove di caratterizzazione del germoplasma del farro della Garfagnana, sono state condotte in 4 aziende scelte in base, alla loro quota altimetrica e alla posizione lungo i versanti del Serchio.

In ogni azienda sono stati valutati i lotti di farro provenienti dalla Garfagnana. E' stato constatato, da precedenti lavori, che l'ecotipo locale della Garfagnana è caratterizzato dalla presenza al suo interno di biotipi aristati, semiaristati/mucronati e mutici con frequenze di: 8-12%, 50-65% e 42-23% rispettivamente. Allo stesso tempo troviamo molta variabilità nella consistenza della cariosside, con molte sfumature che vanno dalla consistenza farinacea a quella vitrea.

Le variabili considerate per la caratterizzazione degli ecotipi, delle linee e della loro interazione con ambiente, sono stati quelle morfometriche, quelle fenologiche e quelle produttive. Il fine è stato quello di definire meglio l'ecotipo locale di “Farro della Garfagnana”, per indicare le sue caratteristiche medie e di variabilità da considerare nel disciplinare della DOP.

I rilievi fenologici sono stati eseguiti secondo le indicazioni standard della scala BBCH, utilizzata per il frumento.

Nella campagna 2016-2017 sono stati eseguiti rilievi fenologici in 9 aziende dislocate su gran parte del territorio produttivo e rappresentative delle differenti situazioni orografiche. In particolare in data 5 maggio 2017, quando nella maggior parte degli appezzamenti il farro si trovava nella fase fenologica di levata, è stato eseguito un rilievo distruttivo al fine di determinare il peso secco della biomassa epigea accumulata.

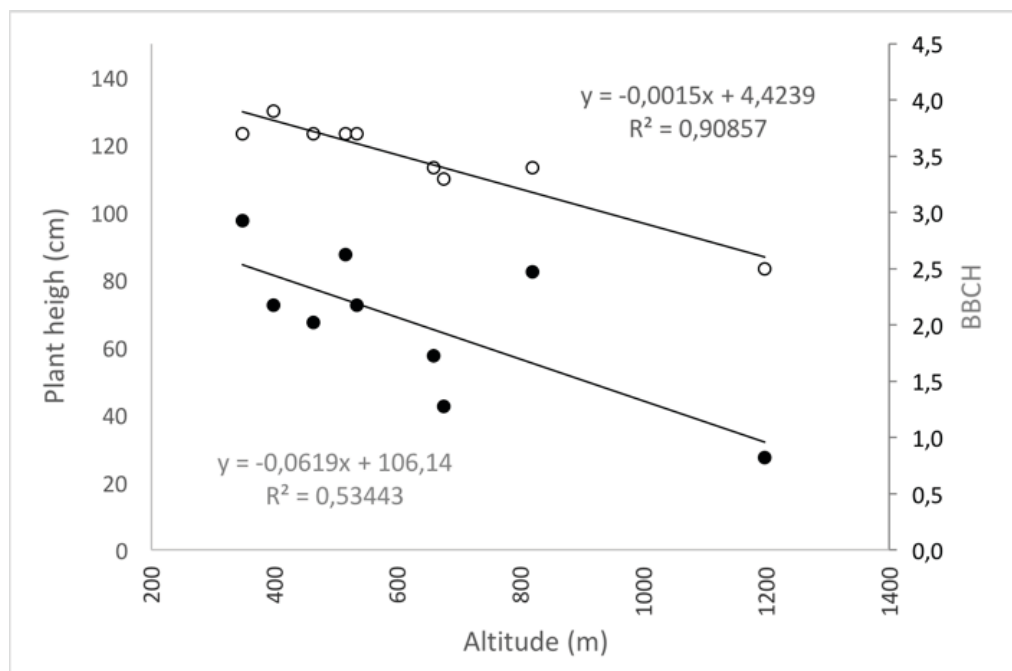
I risultati dei rilievi sono stati messi in relazione con le variabili meteorologiche, con particolare riguardo alla temperatura dell'aria (Tab. 6.1)

Azienda	Comune	Località	Quota m	Lat.	Lon.	GDS	GG >0°C	GG >5°C	GG >10°C	Fase Fen.	n. culmi	n. nodi	n. foglie	h cm	BBCH	s.s. g/0,25m <sup>2</sup>
Filippi	Pieve Fosciana	Casa Nuova	349	44,127407	10,410025	175	1864	990	259	Levata		3	5	97,5	3,7	196,02
Andreucci	Castelnuovo Garfagnana	Gragnanella	399	44,125258	10,383890	213	2302	1242	368	Levata		4	5	72,5	3,9	94,12
Pelliccioni	Camporgiano	Roccalberti	464	44,148607	10,341197	208	2138	1110	301	Levata		3	4	67,5	3,7	85,47
Filippi	Castiglione Garfagnana	Cigiana	516	44,152440	10,409785	180	1752	881	203	Levata		4	5	87,5	3,7	172,29
Satti	San Romano Garfagnana	San Martino	534	44,162907	10,357714	196	1903	969	261	Levata		3	5	72,5	3,7	145,32
Camporesi	Piazza al Serchio	Gragnana	659	44,196324	10,271922	196	1751	827	191	Levata		4	4	57,5	3,4	87,89
Almo	Piazza al Serchio	Livignano	676	44,202245	10,310618	226	2174	1105	328	Levata		3	4	42,5	3,3	50,42
Danti	Sillano Giuncugnano	Magliano	820	44,215503	10,253214	211	1577	636	107	Levata		4	6	82,5	3,4	121,78
Camporesi	Sillano Giuncugnano	Alpe di Dalli	1198	44,270420	10,295034	191	981	308	37	Accestimento	3-6		4	27,5	2,5	23,98

Tab. 6.1 – sommatorie termiche con differenti soglie di sviluppo (0°C, 5°C, 10°C) e valori morfometrici, fenologici e produttivi alla data del 5 maggio 2017, in nove aziende agricole del territorio della Garfagnana.

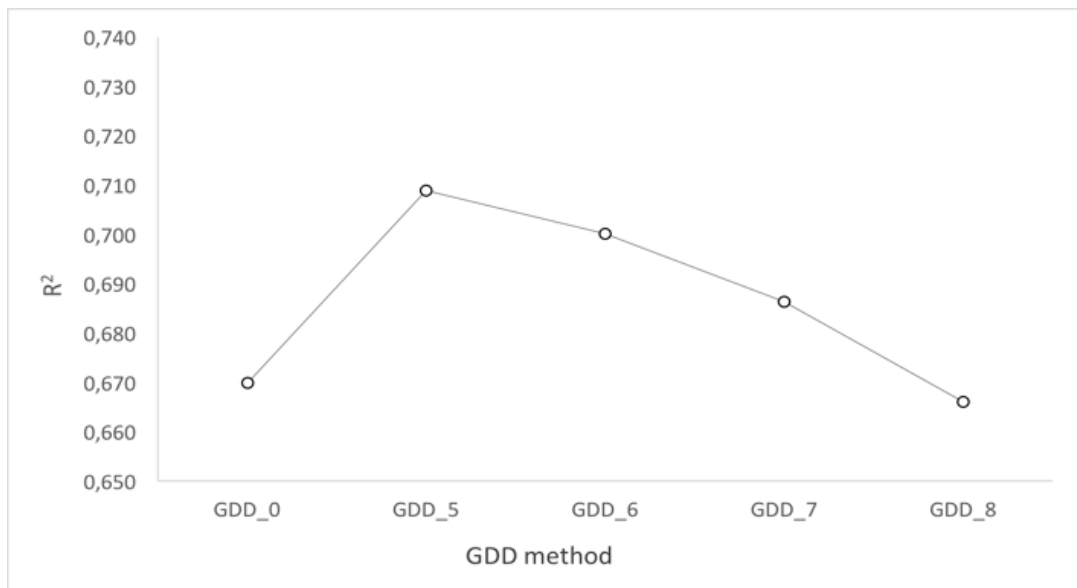
La variabilità riscontrata è di rilevante interesse ai fini della valutazione dell'adattamento della pool genico locale "Farro della Garfagnana" alle molteplici condizioni di altitudine, giacitura, variabilità climatica e pedologica caratteristiche dell'areale di coltivazione.

La regressione lineare tra la quota dei campi sperimentali e le fasi fenologiche del farro mostrano che i due parametri sono significativamente relazionati. Allo stesso modo la crescita è strettamente relazionata con l'altitudine confermando la sua influenza diretta sulla temperatura dell'aria ed indiretta sulla crescita e sviluppo del fatto (Fig. 6.1)



**Fig. 6. 1. Regressione lineare tra la quota dei campi sperimentali (m) e l'altezza delle piante (cm) e la fase fenologica (BBCH) al 5 maggio 2017.**

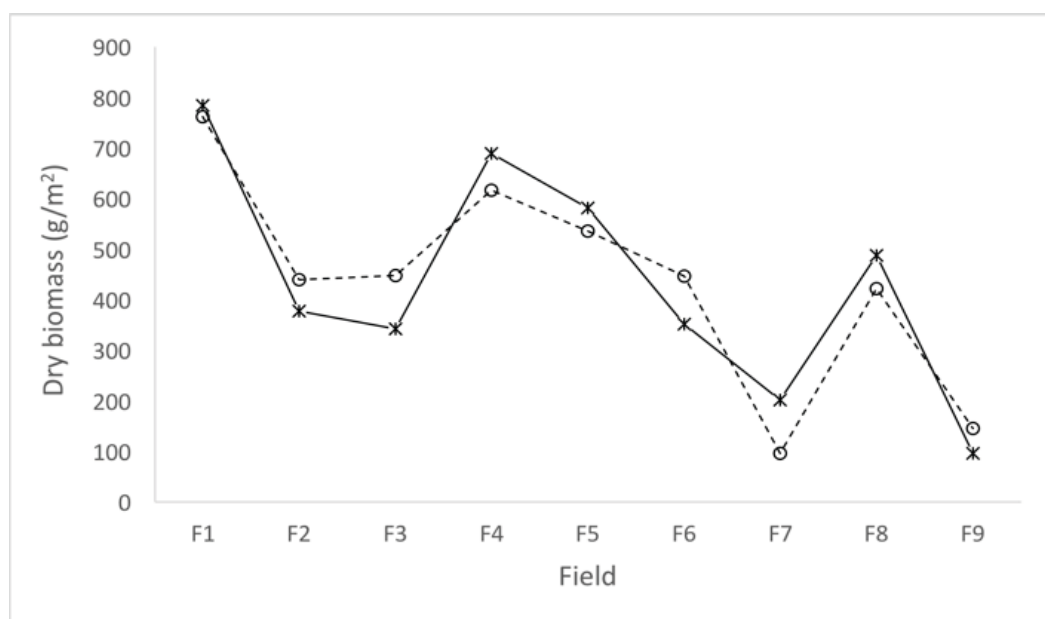
Considerando che la principale variabile analizzata mostrante un gradiente con l'altitudine è la temperatura dell'aria, che è anche la variabile principale dello sviluppo della coltura, sono state relazionate le sommatorie termiche raggiunte in ciascuno dei 9 appezzamenti con le variabili descrittive del farro alla data del 5 maggio 2018. Per individuare la migliore soglia termica di sviluppo sono state testate le seguenti temperature di base 0°C, 5°C, 6°C 7°C 8°C °C e i gradi giorno sono accumulati partendo dalla data di semina fino al giorno del campionamento. La temperatura di base più che meglio descrive la crescita e lo sviluppo del farro è quella di 5 °C come dimostrato dal coefficiente di determinazione (Figura 6.2)



**Fig. 6-2. Andamento del coefficiente di determinazione ( $R^2$ ) tra la fase fenologica del farro e le sommatorie termiche calcolate con diverse temperature di base.**

La regressione multipla implementata mostra un incremento dell'effetto dell'altitudine, densità di semina e GDD\_5, che insieme spiegano una significativa parte della variabilità di crescita della pianta (Fig. 6.2). Possiamo quindi affermare che, dalla semina alla levata, con temperatura dell'aria di 5°C il farro cresce e si sviluppa regolarmente in tutte le aree orografiche considerate.

Una successiva analisi mostra come utilizzando come predittori della biomassa accumulata le variabili dose di seme, quota e disponibilità termica su base 5 °C sia possibile ottenere risultati significativi (Fig.6.3).



**Fig. 6.3: Biomassa secca accumulata (g/m<sup>2</sup>) osservata al 5 maggio 2017 in 9 campi della Garfagnana (linea continua) e stimata con l'equazione di regressione multipla (linea tratteggiata) sulla base di dose di seme, sommatoria termica e quota.**



I risultati delle prime sperimentazioni sono stati riportati al XX Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Agrometeorologia (AIAM) (dal 12 al 14 settembre 2017 presso l'Università degli Studi di Milano) (vedi azione 8, disseminazione e divulgazione).

Nella stagione cerealicola 2017-2018 sono stati effettuati monitoraggi fenologici, morfometrici e produttivi in 4 campi sperimentali locati in differenti aree orografiche del territorio produttivo (Tab. 6.2).

<b>Azienda</b>	<b>Lat.</b>	<b>Lon.</b>	<b>Quota m</b>
<b>Az. 1_2018</b> (Pieve F.)	44,132839	10,406117	358
<b>Az. 2_2018</b> (S. Romano)	44,164927	10,344827	480
<b>Az. 3_2018</b> (Magliano)	44,215520	10,253214	820
<b>Az. 4_2018</b> (Metello)	44,237261	10,361927	1275

**Tab. 6.2 – Posizione dei campi sperimentali nella stagione 2017-2018.**

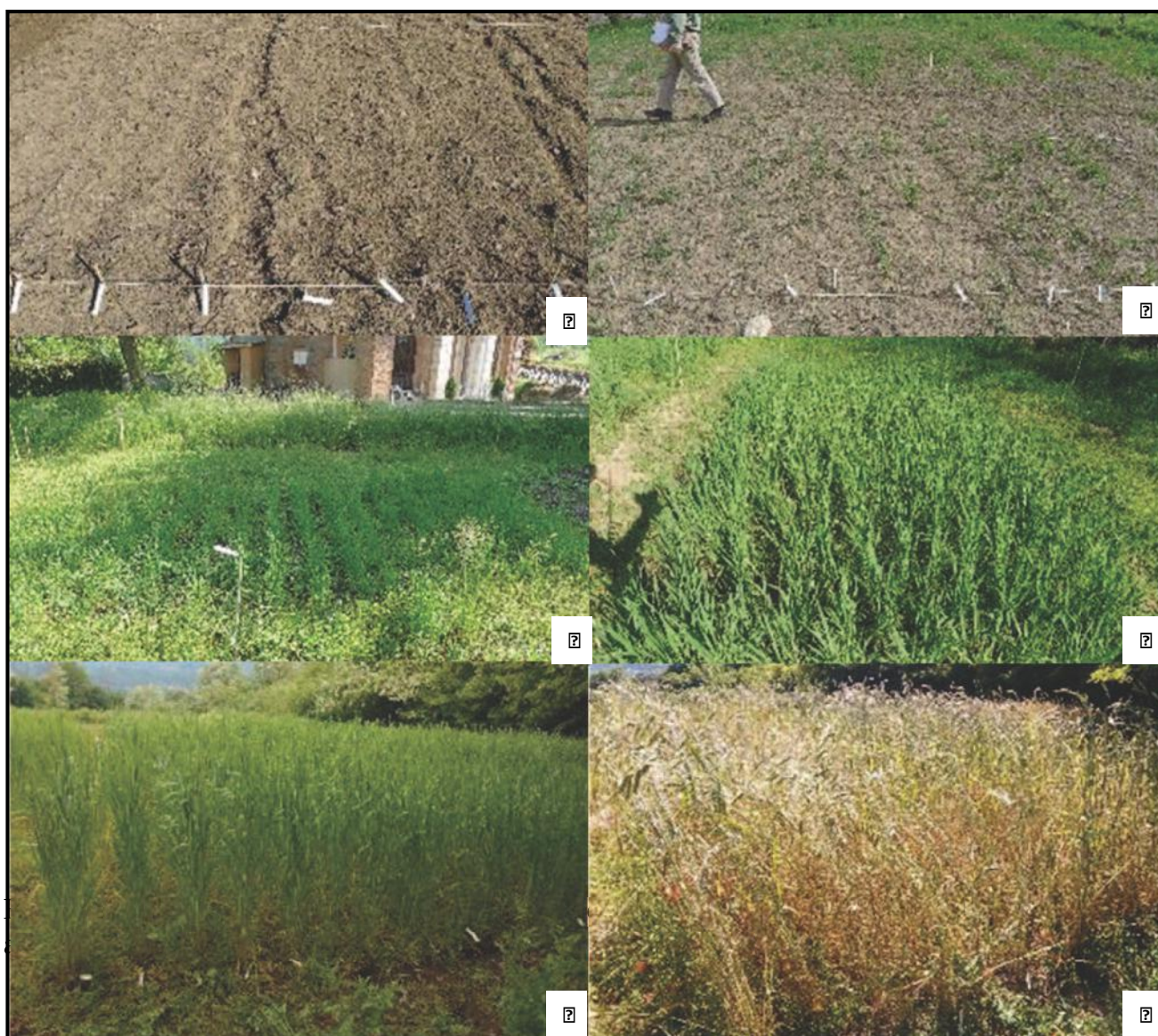
Nel corso del primo anno sono state individuate 15 linee genetiche (singole piante) rappresentative per caratteristiche fenologiche, produttive e morfometriche, della popolazione di farro della garfagnana, oltre a 8 lotti comprendenti le tre tipologie di biotipi garfagnini (vedi Cap.3), frutto della selezione positiva (Tab 6.3).

Nei quattro campi sperimentali sono state seminate sia le linee genetiche che i lotti. Per le sole linee genetiche le semine sono state ripetute a distanza di 2 e 4 mesi dalla semina di novembre in modo da evidenziare l'effetto della data di semina sulla crescita e sviluppo.

<b>Linee genetiche da selezione positiva</b>	<b>Sottopopolazioni da selezione positiva</b>
<b>Radicondoli 16 (controllo-varietà esterna)</b>	<b>Lotto1 semi/aristato</b>
<b>Lucchesi 11</b>	<b>Lotto1 mutico</b>
<b>Lucchesi 27</b>	<b>Lotto2 semi/aristato</b>
<b>Lucchesi 03</b>	<b>Lotto2 mutico</b>
<b>Lucchesi 10</b>	<b>Lotto3 semi/aristato</b>
<b>Lucchesi 4</b>	<b>Lotto3 mutico</b>
<b>Lucchesi 26</b>	<b>Lotto4 semi/aristato</b>
<b>Lucchesi 30</b>	<b>Lotto4 mutico</b>
<b>Danti 15</b>	
<b>Danti 14</b>	
<b>Danti 23</b>	
<b>Lucchesi 05</b>	
<b>Danti 10</b>	
<b>Danti 05</b>	
<b>Danti 03</b>	
<b>Danti 11</b>	

**Tab. 6.3 – Linee e lotti di farro seminati nei campi sperimentali nel 2017-2018.**

I rilievi fenologici sono poi stati fatti regolarmente al fine di individuare nelle differenti condizioni pedoclimatiche ed orografiche e per le differenti date di semina i due momenti fondamentali per il ciclo della coltura: l'antesi e la maturazione fisiologica. In allegato 4 è riportata la scheda impiegata per eseguire i rilievi. A frequenza regolare sono stati effettuati i monitoraggi, in particolare nelle date: 16 novembre 2017, 13 dicembre 2017, 24 gennaio 2018, 23 febbraio 2018, 18 aprile 2018, 7 maggio 2018, 17 maggio 2018, 29 maggio 2018, 7 giugno 2018, 20 giugno 2018, 13 luglio 2018, 25 luglio 2018. Durante i rilievi sono state eseguite fotografie delle parcelle e di una pianta campione riportate a titolo esemplificativo in figura 6.4 e 6.5.



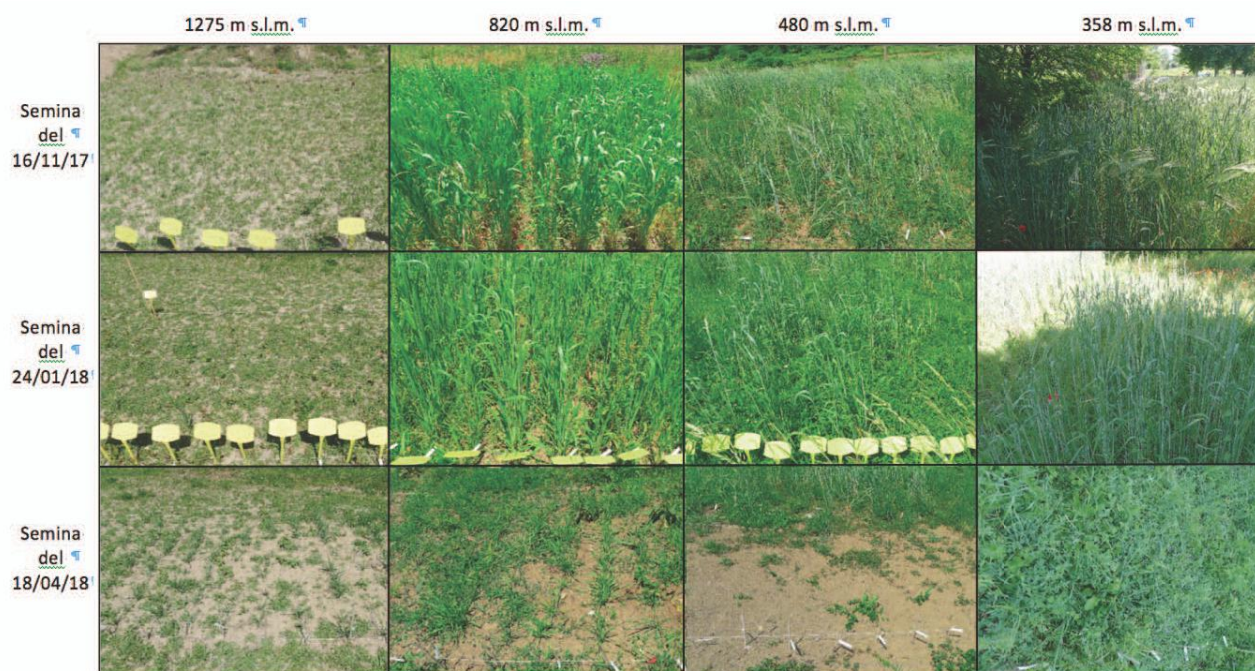
**Fig. 6.4. Parcelle di farro nelle principali fasi fenologiche: a) semina, b )inizio accestimento, c) allungamento, d) allungamento dei fusti, e) antesi, f) maturazione**





Fig. 6.5. Misurazione dell'altezza delle piante di farro durante le fasi di: a) accostamento, b) allungamento, c) inizio antesi, d) maturazione.

In particolare l'effetto della quota e della data di semina sono risultati bene evidenti sia sui parametri vegetativi, sia su quelli produttivi (Fig. 6.6). Fra gli elementi che maggiormente hanno inciso sulla piena riuscita della prova sicuramente ha influito una gelata tardiva che ha compromesso parte della vegetazione.



**Fig 6.6.** Aspetto delle parcelle sperimentali (spighe fila) alla data del 7 giugno 2018. Alla quota di 1275 sono visibili solamente infestanti, così come a 480 m nella semina più tardiva.

I risultati dei rilievi eseguiti hanno permesso di individuare il momento dell'antesi e della maturazione in relazione alla quota altimetrica e all'epoca di semina (Tab. 6.4 e 6.5).

<i>Data di semina</i>	<i>Quota 358 mslm</i>	<i>Quota 480 mslm</i>	<i>Quota 820 mslm</i>	<i>Quota 1275 mslm</i>
16/11/2017	147	157	159	/
24/01/2018	153	163	167	/
18/04/2018	/	/	/	/

**Tab 6.4.** giorno giuliano dell'antesi a differenti quote e con differenti date di semina.nelle diverse quote altimetriche

<i>Data di semina</i>	<i>Quota 358 mslm</i>	<i>Quota 480 mslm</i>	<i>Quota 820 mslm</i>	<i>Quota 1275 mslm</i>
16/11/2017	177	191	194	/
24/01/2018	179	189	212	/
18/04/2018	/	/	/	/

**Tab 6.5.** giorno giuliano della maturazione fisiologica a differenti quote e con differenti date di semina.

Dai risultati si osserva come i due fattori (quota e data di semina) influiscono sullo sviluppo delle piante di farro e quindi sul momento di antesi e successiva maturazione. La terza semina, indipendentemente dal genotipo considerato, non ha portato al raggiungimento della fase di antesi.



A Pieve a Fosciana la semina tardiva, effettuata in data 18 aprile 2018, non ha consentito alle piante il completamento della fase di levata prima dell'estate. Le infestanti sono risultate molto competitive ed hanno completamente soffocato le piante di farro (Fig. 6.7)



**Fig. 6.7. Aspetto della vegetazione nella prova di semina tardiva a Pieve a Fosciana, a sinistra le infestanti hanno soffocato il farro, a destra pianta di farro. Foto scattate il 25 luglio 2018.**

Alla quota di 1275 mslm non è avvenuta l'emergenza indipendentemente dalla data di semina. In quest'ultimo caso hanno influito sicuramente più concause, a partire dal ritardo con cui è stata effettuata la prima semina che non ha consentito la germinazione a causa dei forti freddi dell'inverno 2017-2018. A testimonianza di ciò possiamo riportare quanto successo nel campo limitrofo ove il frumento Gentil Rosso seminato un mese prima si è sviluppato regolarmente. La seconda semina ha subito l'effetto della gelata occorsa fra il 25 febbraio ed il 1 marzo che ha determinato la mortalità totale delle piante in fase di 2 foglia emersa.

Per le prime due date di semina l'altitudine ha posticipato il momento dell'antesi, tra quota 358 mslm e quota 820 mslm c'è una differenza media di circa 13 giorni. Come la quota anche la data di semina influisce sull'antesi, il ritardo di due mesi nella semina ha comportato uno scostamento della data di antesi di pochi giorni.

La maturazione è maggiormente influenzata dalla quota, infatti il raggiungimento di questa fase a 820 mslm) è posticipata di circa 25 giorni rispetto a quella alla quota più bassa (358 mslm). La data di semina influisce anche essa su questa fase fenologica specialmente alla quota maggiore, in cui i genotipi di farro della seconda semina raggiungono in media la maturazione 18 giorni rispetto alla prima semina.

Infine è stata osservata una differenza in media di due giorni nel raggiungimento di antesi e maturazione (all'interno della stessa data di semina e quota altimetrica) tra i vari genotipi.



La variabilità riscontrata è di rilevante interesse ai fini della valutazione dell'adattamento della pool genico locale "Farro della Garfagnana" alle molteplici condizioni di altitudine, giacitura, variabilità climatica e pedologica caratteristiche dell'areale di coltivazione.

In particolare è risultato evidente l'effetto del freddo invernale e soprattutto dell'intensa gelata occorsa fra il 25 febbraio ed il primo marzo.

Le temperature minime registrate dalle stazioni collocate nei 4 campi sperimentali sono risultate tutte con valori negativi, in un momento del ciclo fenologico in cui le piante erano poco preparate per resistere a freddi intensi (Tab. 6.5). Anche le massime hanno fatto registrare temperature negative ed alle quote più alte anche di notevole intensità (Tab. 6.6).

DATA	Az. 1 mslm 358	Az. 2 mslm 480	Az. 3 mslm 820	Az. 4 mslm 1275
25/02/18	-1,93	-3,81	-7,57	-10,58
26/02/18	-5,20	-7,25	-10,31	-13,47
27/02/18	-8,66	-9,44	-11,39	-14,28
28/02/18	-11,83	-11,33	-11,19	-13,58
01/03/18	-2,68	-3,33	-6,98	-4,86

Tab 6.5. Temperature minime durante la gelata del 25 febbraio – 1 marzo 2018, nei 4 campi sperimentali.

DATA	Az. 1 mslm 358	Az. 2 mslm 480	Az. 3 mslm 820	Az. 4 mslm 1275
25/02/18	7,85	6,74	4,44	2,66
26/02/18	-2,10	-2,39	-3,68	-11,00
27/02/18	-0,26	-1,50	-2,78	-10,13
28/02/18	2,74	1,32	1,08	-4,56
01/03/18	0,63	0,44	5,04	1,81

Tab 6.6. Temperature massime durante la gelata del 25 febbraio – 1 marzo 2018, nei 4 campi sperimentali.



Fig. 6.7. Piantula di fatto morta in seguito alla gelata del 25 febbraio - 01 marzo.

### Prove di fertilizzazione

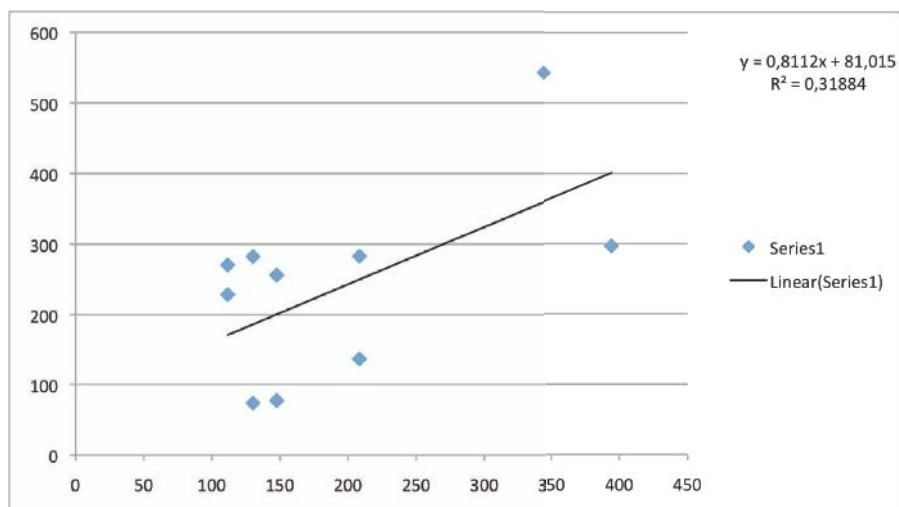
Per comprendere se la produttività limitata del farro fosse condizionata dalla carenza di elementi nutritivi ed in particolare dell'azoto, sono state eseguite per due anni successivi delle prove di concimazione azotata in copertura.

Ne primo anno sono state effettuate prove su piccole parcelle ricavate all'interno dei campi coltivati, in differenti situazioni orografiche. Il farro ha mostrato in maniera evidente un maggiore vigore e rigoglio vegetativo, con piante di un verde più intenso e mediamente più alte di 3-4 centimetri. La produzione finale nei 12 campioni concimati è stata più elevata degli adiacenti campioni non trattati, sia ove era stato distribuito azoto chimico ammoniacale in concime ricco di zolfo (Azostar do Opengreen) sia ove era stato distribuito concime azotato organico (Verdeazoto di Certaldo Fertilizzanti) alla dose di 100 kg/ha. In termini di granella vestita l'incremento produttivo è stato del 24,73% (Tab.6.7).

L'elevata variabilità delle rese, sia nelle tesi trattate che nei contro campioni non trattati, determina una bassa significatività dei risultati, e pertanto per avere la piena attendibilità di questo risultato risulta necessario una ulteriore conferma da successive prove.

<b>campione</b>	<b>senza N</b>	<b>con N</b>
<b>1</b>	394,2	296,72
<b>2</b>	344,08	542,92
<b>3</b>	111,6	228,66
<b>4</b>	111,6	270,44
<b>5</b>	208,32	135,84
<b>6</b>	208,32	282,78
<b>7</b>	147,72	77,16
<b>8</b>	147,72	256,3
<b>9</b>	147,46	77,16
<b>10</b>	147,46	256,3
<b>11</b>	130,18	73,48
<b>12</b>	130,18	282,4
<b>Media</b>	<b>185,74</b>	<b>231,68</b>

**Tab. 6.7. Granella vestita, in termini di gr/m2, prodotta nel 2017 nelle parcelle delle 12 trattate con azoto e senza azoto.**



**Fig. 6.7. Correlazione fra granella vestita di campioni non concimati con azoto (ascisse) e campioni concimati con azoto (ordinate). I valori indicano i gr/m2 di granella.**

Nel secondo anno è stato impiegato nitrato ammonico e urea con le dosi dell'anno precedente, in un totale di 20 parcelle locate nel campo sperimentale di San Romano (Fig.6.8). Nelle tesi trattate con urea non sono state rilevate evidenze vegeto-produttive. Nelle tesi trattate con nitrato ammonico le infestanti ne hanno tratto vantaggio con conseguente problema per il farro (vedi foto). L'elevata infestazione di piante perenni quali rovi e vitalbe ha consentito la raccolta di solamente 7 campioni di cui viene riportato in figura 6.7 i risultati produttivi in termini di gr/m2 di granella vestita. L'osservazione principale inerente questa prova è sicuramente legata alla competizione infestanti e farro in una coltura in cui non vengono fatti diserbi. La presenza di molte infestanti in fase di fine accestimento inizio levata rendono spesso svantaggioso l'apporto di fertilizzante azotato.

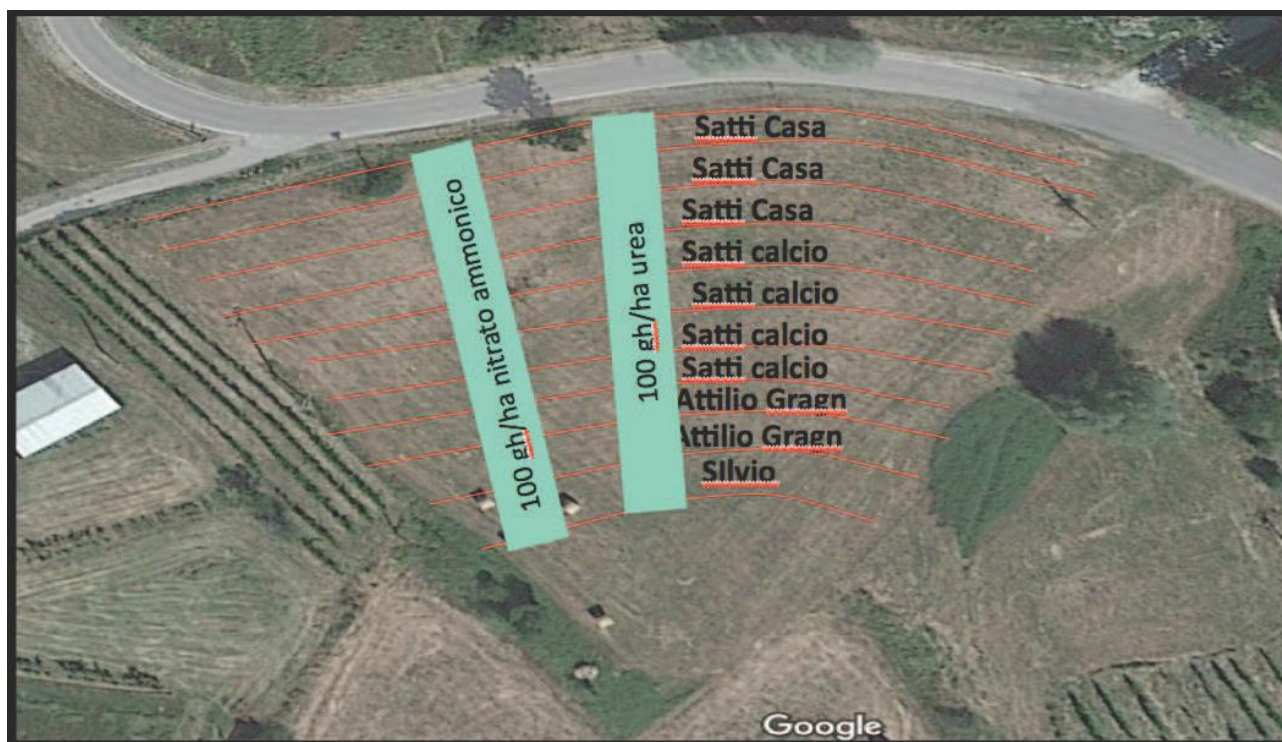


Fig. 6.8. Scema della prova di fertilizzazione azotata di copertura svolta nel 2018.

campione	senza N	con N
1	206,00	300,00
2	302,00	208,00
3	354,00	190,00
4	184,00	166,00
5	186,00	118,00
6	210,00	290,00
7	214,00	192,00
Media	236,57	209,14

Tab. 6.7. Granella vestita, in termini di gr/m<sup>2</sup>, prodotta nel 2018 nelle parcelle delle 7 trattate con azoto e senza azoto.

Per concludere è possibile affermare che servono maggiori prove in condizioni di minor variabilità di campo, sia dipendente da clima che da terreno, al fine di avere uniformità di vegetazione su cui interviene o meno il fattore azoto. Sicuramente nel sistema di coltivazione tradizionale e minimale, senza impiego di diserbanti, la somministrazione di azoto in copertura può favorire la competizione delle infestanti che, indipendentemente dalla produttività, rappresentano un elemento critico sia in fase di raccolta sia nella gestione delle colture negli anni successivi.

Prove parziali sono state eseguite con gli elementi carenti nel terreno quali potassio, magnesio, calcio. I primi risultati non sono chiari anche a causa della somministrazione



ritardata di detti elementi nutritivi. Nelle indicazioni sulle concimazioni si ritiene opportuno ricorrere ai fertilizzanti usati per i macroelementi azoto, fosforo, potassio, contenenti anche i microelementi di cui necessita la coltura.

Per fare un esempio possiamo prendere in considerazione il campo locato in Staiolo, Sillicagnana, carente in fosforo e in calcio. Alcune possibili soluzioni per la concimazione, sia nella conduzione biologica, sia convenzionale, sono riportate nella figura 6.9. Naturalmente tale operazione colturale può essere eseguita solamente nel rispetto dei vincoli del disciplinare di produzione e delle normative sulla coltivazione biologica.

		sillicagnana
Azoto totale	g/kg	2,1
Fosforo assimilabile	mg/kg	19
<b>Potassio Scambiabile</b>	mg/kg	221,8
Potassio Scambiabile pH 8,2 come K <sub>2</sub> O	mg/kg	267,3
<b>Magnesio Scambiabile</b>	mg/kg	207,6
Magnesio Scambiabile pH 8,2 come MgO	mg/kg	344,2
Rapporto Mg/K		1,50
Ferro Assimilabile	mg/kg	79,4
Manganese Assimilabile	mg/kg	76,5
Boro solubile	mg/kg	0,42
Zinco Assimilabile	mg/kg	1,10
Rame Assimilabile	mg/kg	6,60
Calcio carbonato attivo	g/kg	19
Calcare totale	g/kg	24
<b>Calcio Scambiabile</b>	mg Ca/kg	2793,6

#### non biologica

- Fosfato Biammonico (18-46-0) – prima della semina
- Yara Calcinit (15,5-0-0 + CaO 26,5) inizio levata

#### oppure

- Per Foss – Certaldofertilizzanti (3-11-0 + CaO 18) prima della semina

#### oppure

- Spiga d'Oro – Unimer (8-18-0 + CaO 8) prima della semina

#### biologica

- PerFos Bio - Certaldofertilizzanti (3-11-0 + CaO 15) prima della semina
- Arcadia – Unimer (3-12-0 + CaO 8) prima della semina

Fig. 6.9. Possibili fertilizzanti impiegabili per la concimazione del farro in funzione dei contenuti in nutrienti del terreno.



### Avvicendamenti, rotazioni e sovesci

La tecnica colturale più diffusa prevede l'avvicinarsi di due anni di farro e due o tre anni di prato, in alcuni casi utilizzato per la produzione di foraggio, ma più spesso consiste in maggese, ossia nella non coltivazione atta a restituire fertilità al terreno.

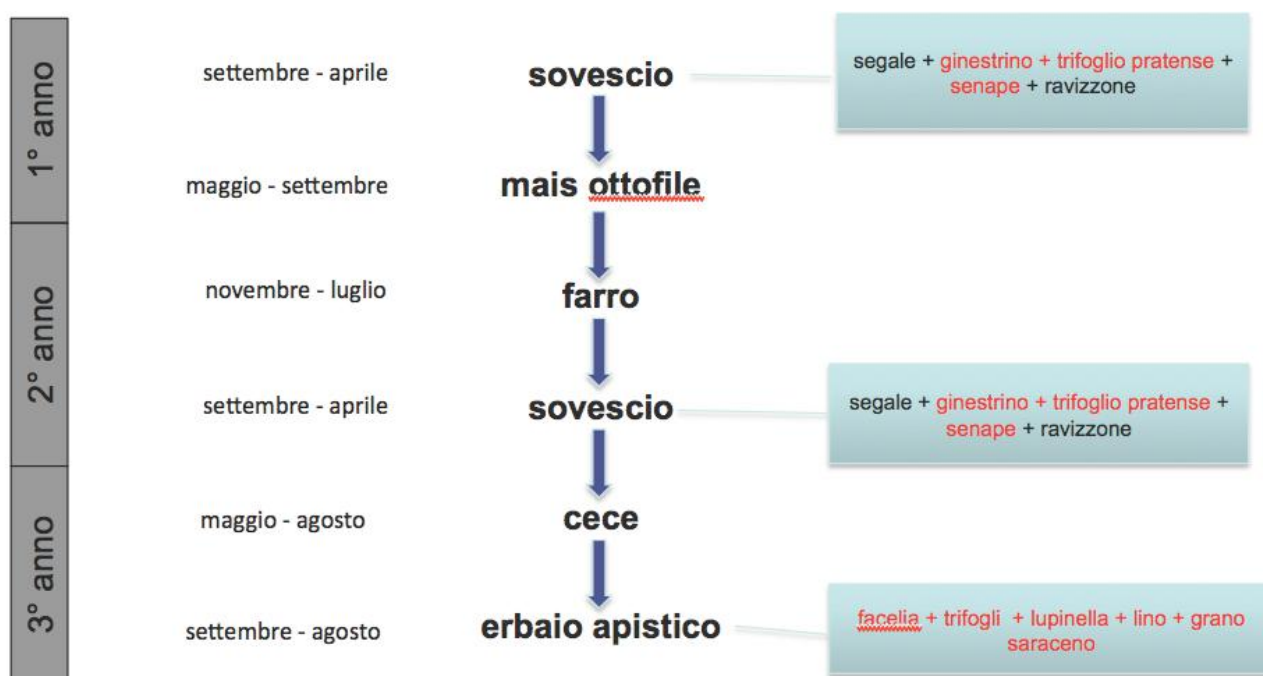
La rotazione classi non viene effettuata da nessuna azienda, solo in limitate superfici si può avere un'alternanza con patata o mais otto file.

La mancanza di rotazioni è strettamente legata ad uno stato di abbandono di superfici di difficile coltivazione, sia per la meccanizzazione sia per la selvaggina, e spesso alla mancanza di alternative remunerative valide.

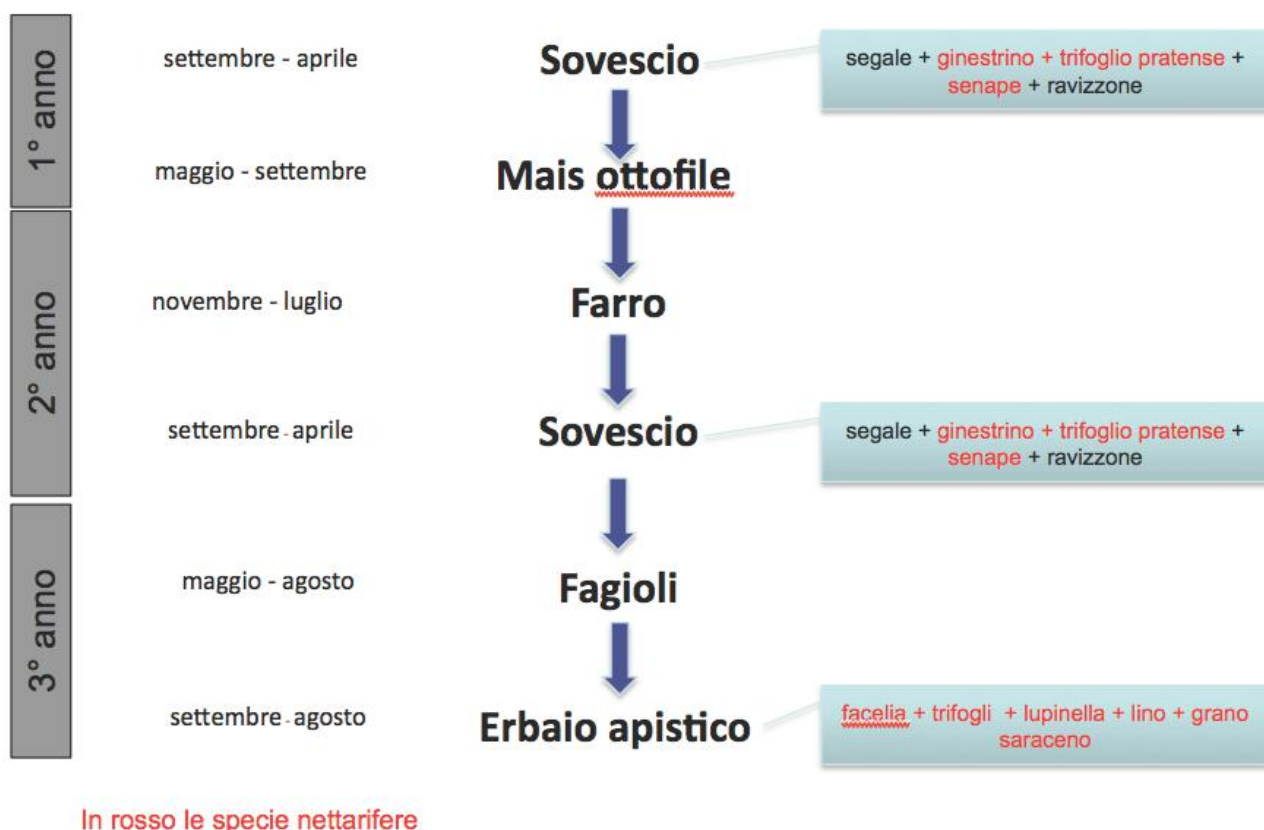
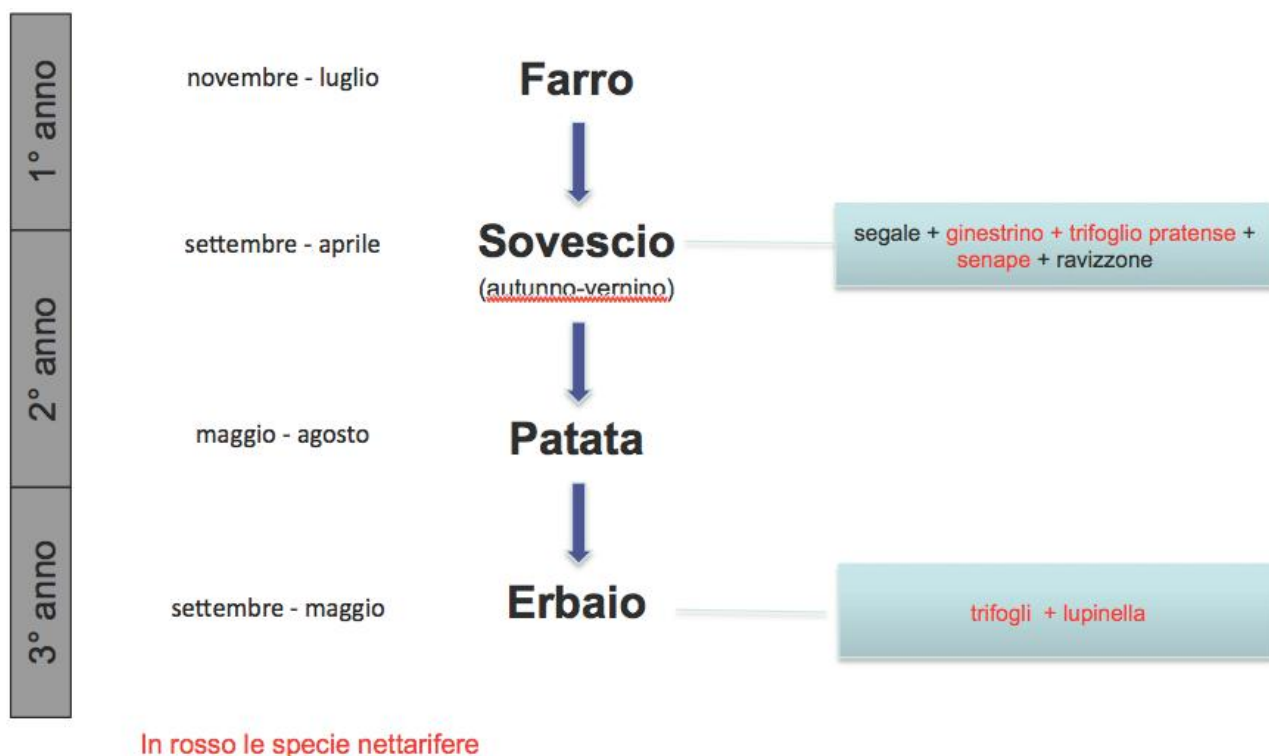
Le prove di bulatura, di trasemina del trifoglio e di semina di sovesci costituiscono una prima prova dimostrativa per l'introduzione di avvicendamenti validi.

Sono state sviluppate tre ipotesi di avvicendamenti di seguito proposte. Sicuramente il primo obiettivo è quello di reintrodurre dei sistemi per la strutturazione della filiera di coltivazioni quali leguminose da granella, patata, mais otto file, ecc.

L'ipotesi più concreta si è sviluppata intorno alla filiera della patata, che di per sé parte dal vantaggio di avere un mercato florido e non saturo. Lo sviluppo della coltivazione richiede sicuramente un impegno economico e lavorativo poco idoneo alle singole aziende. Per questo è stata animata una discussione che ha spinto gli agricoltori a affrontare il tema dell'aggregazione su aspetti quali gli aspetti varietali ed agronomici, la meccanizzazione per la raccolta, la conservazione per il medio e lungo periodo, la commercializzazione.



In rosso le specie nettariifere



Sicuramente l'introduzione di rotazioni o validi avvicendamenti è un presupposto basilare per la produttività del farro e per la convenienza economica al mantenimento delle piccole

superfici coltivate. L'introduzione di pratiche agronomiche atte al diserbo e all'aumento di fertilità dei suoli è praticabile solamente in un sistema remunerativo in cui tutti gli anni si ha un reddito da coltivazione.

## azione progettuale 7

### “Definizione del disciplinare di produzione” (DISPAA-UNIFI)

#### Premessa

La proposta di disciplinare di produzione parte dalla conoscenza del territorio della Garfagnana intesa come vocazionalità pedoclimatica verso la coltivazione del farro e tiene conto delle dei principali fattori influenti quali i modelli agricoli delle aziende produttrici, i limiti imposti dal territorio e le prospettive sociali di conduzione e sviluppo aziendale.

Il modello agronomico di coltivazione del farro della Garfagnana è basato su:

- superfici molto limitate degli appezzamenti
- condizioni orografiche difficili
- bassissimi input
- meccanizzazione minima
- scarso utilizzo di validi avvicendamenti o delle rotazioni
- difficoltà nella difesa dalla fauna selvatica

L’approvvigionamento del seme avviene sia attraverso il modico scambio con altre aziende sia attraverso la risemina di parte del raccolto.

In tale contesto la proposta di disciplinare di produzione conterrà azioni volte al mantenimento delle superfici coltivate e ad un eventuale incremento, alcune volte anche in contrasto con l’attuale disciplinare di produzione IGP.

Tale proposta vuole infatti fornire un modello di coltivazione che sia percorribile nel medio e lungo periodo, oltre che nell’immediato, e possa essere di supporto all’imprenditorialità aziendale e alla possibilità per i giovani di poter intraprendere l’attività di imprenditore agricolo, in un territorio ove tale lavoro ha visto una lento e continuo declino.

La proposta di disciplinare si basa su 4 pilasti fondamentali:

1. il mantenimento di una **popolazione di farro** che dalla Ricerca risulta fra le più antiche presenti in Italia e ben caratterizzata e distinta geneticamente dalle altre;
2. un **modello di coltivazione** che contempli differenti colture per cui la Garfagnana è vocata e possa essere sostenibile per aspetti ambientali, per aspetti salutistici e per il reddito dell’imprenditore;
3. gli **aspetti etici e sociali** nella “Comunità del cibo e dell’agrobiodiversità della Garfagnana” ove il farro rappresenta un alimento identitario e la sua coltivazione, contribuisce a mantenere occupazione in un’area montana;
4. il riconoscimento di **Denominazione di Origine Protetta**

#### Il mantenimento del seme

I dati raccolti per più anni su campioni di Farro riprodotti in sito per un lungo periodo di tempo presso aziende della Garfagnana, coltivati in prove eseguite presso alcune aziende della stessa area opportunamente scelte per la loro tradizione di produttrici di Farro, consentono oggi di meglio definire, sia qualitativamente che quantitativamente, la varietà locale di “Farro della Garfagnana” ed i singoli genotipi che la caratterizzano.

Le variabili da considerare per verificare e mantenere la popolazione Farro della Garfagnana sono riportate in tabella:

Tipo di rilievo biometrico	Unità di misura	Codice rilievo	Valore medio	Coef. Var. %
altezza pianta (culmo principale + spiga senza reste)	cm	hpia	126.6	7.2
larghezza foglia bandiera del culmo principale	mm	lultint	54.4	9.9
superficie foglia bandiera [luban * (larban/10) * 0.66]	cm <sup>2</sup>	supfban	23.9	22.7
numero spighe per pianta	n°	nspighe	2.9	39
lunghezza della spiga principale	cm	hsppr	8.5	11.3
larghezza della spiga principale	mm	lsppr	13.5	7.1
Spessore spiga principale	g	spsppr	7	1.8
numero spighette di 1 spiga (nspgtpia / nspighe)	n°	nspgtspi	22.6	10.1
numero semi di 1 spiga (nsemipia / nspighe)	n°	nsemispi	30.4	17.2
peso di 1 spiga (psemipia / nspighe)	g	pmspi	2.2	21.9
fertilità media spiga [nsemipia / (nspgtpia*2)*100]	%	Fxmed	67.4	13.1
peso di 1000 spighette [(psemipia / nspgtpia)*1000]	g	milspgt	95.9	18.4
produzione lorda vendibile unitaria (in guscio)	q/ha	Plv q/ha	21.5	3.4
densità piante farro in fase di accestimento	piante m <sup>-2</sup>	DmFar	121.1	16
peso 1000 semi vestiti	g	P1000SV	72.8	3.4
peso 1000 semi nudi	g	P1000SN	57.2	6.4
resa alla sbramatura a macchina (sul vestito)	%	Resa N/V	74.2	1.3
peso ettolitrico ad umidità standard del 13%	kg/hl	PesEtt13	80.8	3.3
percentuale cariossidi a frattura vitrea	%	Vitrei	16.1	2.3

**Tab.7.1 Tratti morfologici e produttivi caratteristici della popolazione di farro della Garfagnana**

L'ecotipo Farro della Garfagnana è costituita da un insieme di genotipi diversi all'interno (Fig.7.1) che costituiscono una popolazione molto variabile e ben distinta da altri ecotipi e varietà di *Triticum dicoccum* coltivati in Italia. Questa diversità viene evidenziata in modo approfondito anche dalle analisi molecolari (cap. 4). Per questo motivo si rende necessario la messa a punto di un sistema controllato per il mantenimento del nucleo di base, che ne preservi il più possibile la variabilità presente, evitando possibili inquinamenti genetici con linee di farro esterne.

Bisogna quindi mettere a punto un sistema di mantenimento e riproduzione del nucleo di base che segua le normali procedure per l'ottenimento del seme pre-base certificato per le varietà convenzionali, adottando alcune modifiche in relazione al fatto che si tratta di una popolazione e non di una linea pura.





Fig.7.1 Esempio di due tipologie di spighe (mutica ed aristata) appartenenti a due ideotipi caratteristici del farro della Garfagnana ai quali appartengono molti genotipi diversi.

### Mantenimento nucleo di base

Per il mantenimento del nucleo è necessario seminare in una azienda una superficie di circa 260 m<sup>2</sup> in fasce larghe al massimo 1,50 m., in figura 7.2 è riportato lo schema di campo per la semina del nucleo. Ad ogni fascia è intervallato un corridoio o vialetto, di circa 0,8-1.0 m. di larghezza per dare la possibilità agli operatori di eseguire i controlli per la purezza del materiale e la presenza di possibili patologie.

La densità di semina è 150 semi vestiti a m<sup>2</sup> (11 g. semi/m<sup>2</sup>). La produzione di seme ottenuta sarà di circa 45-50 kg. che costituisce il nucleo del costituente di prima riproduzione. Per la seconda riproduzione del nucleo saranno coinvolte almeno tre aziende agricole dislocate in tre località differenti della Garfagnana, in quote altimetriche differenti (dai 600 a 1000 m di altitudine) con esposizione diversa. Questo al fine di assicurare la massima rappresentatività delle situazioni pedoclimatiche della Garfagnana.



Fig.7.2 schema di campo per il mantenimento del nucleo di base

In ognuna delle tre Aziende verranno seminati appezzamenti della dimensione di circa 1.300 m<sup>2</sup> (occorrono circa 14 Kg. di seme), con una densità di circa 150 semi a m<sup>2</sup>.

Ogni appezzamento, nelle tre Aziende, deve essere rigorosamente protetto con reti o recinzioni elettriche. Anche in questo caso il campo deve essere facilmente ispezionabile, lasciando ogni 2-2,5 m di superficie seminata, dei corridoi. La raccolta di questa superficie permetterà di ottenere un' quantitativo di seme di circa 250 Kg per ogni Azienda, per un totale di circa 780 Kg.

Dopo accurata valutazione e nel caso non ci siano anomalie riguardo alla semente ottenuta, le tre produzioni saranno riunite per costituire il seme pre-pre-base.

Una parte di questo seme, circa 5 Kg, sarà destinata alla prima riproduzione del nucleo (ne occorrono circa 3Kg e il resto costituirà una piccola scorta), mentre il resto verrà dato alle Aziende per la moltiplicazione e l'ottenimento del seme pre-base.

### **Produzione seme Pre-Base**

Il seme pre-pre-base (il nucleo riprodotto) verrà seminato adottando una densità di semina di 15 g. a m<sup>2</sup> (corrispondente a circa 200 spighe a m<sup>2</sup>). Sono necessari quindi 150 Kg. per ha, quindi si potranno seminare 5 ha con il seme pre-pre-base per ottenere il seme pre-base.

Con una produzione media stimata di 20 Kg per ha, si potranno ottenere circa 100 q. di seme certificato pre-base idoneo alla semina, sia per ottenere direttamente granella o per una ulteriore riproduzione di seme per ottenere semente di base certificata.

Ogni appezzamento destinato alla riproduzione della semente deve essere indicato oppure specificato con la superficie, foglio e particella catastale, questo al fine di ottenere la certificazione. Il nucleo del costituente può essere iscritto al Repertorio Regionale della Toscana e al Registro varietale del Ministero come varietà da conservazione.

### **Modalità di semina e interventi agronomici per la riproduzione della semente certificata**

La semina per l'ottenimento della semente certificata deve essere fatta preferibilmente a file, utilizzando una densità di semina di 11 g./m<sup>2</sup>. E' raccomandata la falsa semina. Nel periodo di gennaio/febbraio, quando possibile (terreno in tempera) eseguire una o due erpicature con erpice strigliatore. Seminare a febbraio il trifoglio nei vialetti e nell'inter-fila interrandone il seme con erpice strigliatore.

Le spighe devono essere selezionate in base alla grandezza. E' necessario eliminare eventuali impurità e le spighe più piccole.

Dopo la pulitura le spighe devono essere trattate con prodotti a base di ossicloruro di rame. Il prodotto va applicato durante il rimescolamento della semente. E' raccomandato l'uso della betoniera, sia per il trattamento con prodotto liquido che in polvere.

La quantità di principio attivo utilizzata è di 150/200 g. per quintale di spighe. Se si usano prodotti in polvere si può utilizzare olio di semi (circa 2 l. a q.).

Il materiale una volta trattato deve essere immediatamente seminato. Non lasciare che il principio attivo, soprattutto se liquido, rimanga a contatto con le spighe più di uno o

due giorni. E' sconsigliato il trattamento direttamente nella tramoggia della seminatrice, dato che non garantisce una distribuzione uniforme del prodotto.

#### **Attività da effettuare durante le diverse fasi fenologiche di crescita del farro da semente**

- Dopo la semina controllare l'uniformità dell'emergenza.
- Valutare la densità di piante al m<sup>2</sup> e il grado di uniformità.
- Rilevare il colore del coleoptile.
- Valutare il grado di infestazione.
- Alla levata controllare il grado di accestimento.
- Stimare la presenza di patologie.
- Valutare l'allettamento.
- Presenza di insetti.
- Registrare le date di spigatura e fioritura.
- Valutare il grado di uniformità durante la spigatura.
- Valutare la frequenza dei biotipi mutici, mucronati e aristati.
- Alla spigatura valutare la presenza di patologie come ruggine, oidio e carbone.
- Alla maturazione controllare la frequenza dei biotipi mutici, mucronati e aristati.
- Verificare la morfologia della spiga e la lunghezza delle reste.
- Valutare il grado di maturazione delle cariossidi.

#### **Attività da effettuare alla raccolta**

- La raccolta deve essere effettuata quando l'uniformità media delle cariossidi è al di sotto del 13%.
- Verificare la presenza di patologie come la carie ed il grado di infestazione.
- Verificare che la mietitrebbia sia accuratamente pulita.
- Dopo la raccolta le spighe vanno pulite con un trabatto.
- Eventuale asciugatura delle spighe con silos ventilati cercando di ridurre ulteriormente l'umidità; considerando che con il 60% di umidità relativa dell'aria, è possibile ridurre l'umidità della cariosside dell'11-12% e con 30-40% di umidità dell'aria si può ridurre l'umidità della cariosside al di sotto del 10% (vedi grafico) Umidità della cariosside intorno al 9% evita l'infestazione di insetti durante il periodo di conservazione delle cariossidi.
- Conservare il seme in un ambiente asciutto e protetto.

### **Il protocollo agronomico**

#### **Preparazione del letto di semina.**

L'aratura è sicuramente la lavorazione del terreno più diffusa per la preparazione del letto di semina. Se correttamente eseguita consente lo sviluppo di una buona struttura del terreno attraverso la sua esposizione agli agenti atmosferici quali il sole e l'alternanza di gelo e disgelo e di disseccamento e umettamento. La struttura del suolo così ottenuta, consente di incrementare la velocità di infiltrazione dell'acqua e il volume di acqua immagazzinabile nel profilo di suolo interessato dallo sviluppo delle radici delle piante

coltivate. Inoltre, l'aratura consente di interrare i residui colturali, le infestanti eventualmente presenti e i fertilizzanti organici e minerali dotati di ridotta mobilità.

L'aratura deve essere eseguita quando il terreno è nello stato di "tempera", ossia quando il contenuto d'acqua non è né troppo elevato da rendere il terreno eccessivamente "plastico" e quindi maggiormente soggetto a compattamento, né troppo secco da rendere l'aratura più onerosa in termini di carburante e provocare la formazione di grosse zolle di difficile frantumazione. Vista la difficoltà di intervento nella fase di tempera, per il ridotto periodo in cui il terreno si trova in condizioni ideali, in questo tipo di terreni è preferibile effettuare la lavorazione durante il periodo estivo. Qualora non si riesca ad effettuare questa lavorazione entro l'estate, in terreni di buona portanza si può eseguire entro la fine dell'autunno con il suolo più asciutto possibile.

I terreni della Garfagnana, a differenza della maggior parte dei terreni toscani, non presentano quasi mai un elevato grado di zollosità e di tenacità, sia per il maggior contenuto di scheletro e sabbia sia per la migliore dotazione di sostanza organica. Dopo l'aratura seguono le lavorazioni di preparazione del letto di semina, di tipo superficiale, che variano a seconda del tipo di terreno dalla semplice erpicatura ad alcuni passaggi con diverse tipologie di erpici, fresatrici e pareggiatori. La principale di queste lavorazioni, l'erpicatura, consiste nel rompere le zolle più grandi e livellare il terreno.

Molto importanti, data l'orografia complessa del territorio e le precipitazioni intense che lo caratterizzano, è l'esecuzione di affossature idonee all'allontanamento delle acque superficiali ed al contenimento dell'erosione. Fosse che seguono le curve di livello, con moderata pendenza, a distanze massime di 20 metri evitano, durante le piogge intense, il ruscellamento superficiale con allontanamento anche del seme.

### **Semina:**

La dose di seme oscillante fra 80 e 120 kg, a seconda della vocazionalità del campo, dell'epoca di semina e del metodo di semina è da ritenersi corretta. Il periodo migliore per eseguirla è il mese di ottobre, con date più precoci alle alte quote e più tardive a quelle inferiori. Semine più tardive riducono l'accestimento e la produttività, quindi devono essere eseguite con le dosi più alte di seme, e al massimo possono protrarsi fino a gennaio e non oltre. Le semine tardive espongono il seme nella fase di germinazione alle gelate invernali e possono essere causa di elevata mortalità, mentre nelle semine precoci la resistenza della pianta germinata al freddo risulta notevolmente maggiore. Occorre considerare che la distribuzione omogenea del seme nel letto di semina consente una copertura ottimale delle superfici sia per quanto riguarda la copertura vegetale sia nella rizosfera. Attualmente, però, in molte realtà aziendali la distribuzione del seme avviene manualmente e la corretta distribuzione è legata alle abilità individuali dei singoli. In primavera, fra le fasi fenologiche di accestimento e inizio levata, è possibile apprezzare le differenze fra le semine manuali e quelle effettuate con seminatrice. Successivamente la grande massa vegetale tende a saturare visivamente le cattive distribuzioni. Per migliorare le prestazioni produttive è essenziale intervenire nell'uniformità di distribuzione ed in tal senso l'uso delle seminatrici è essenziale, consentendo anche il posizionamento del seme alla giusta profondità. Occorre tenere presente che le seminatrici spesso risultano sensibili per corretto funzionamento, alla granella vestita del farro.

Il farro non è molto sensibile alle principali fitopatologie. Per le coltivazioni biologiche e le sementi autoriprodotte o scambiate tra le aziende è comunque auspicabile effettuare la concia con prodotti a base di rame ( es. alcune formulazioni di Ossicloruro di rame a 150 gr per 100kg di seme o Poltiglia bordolese a 200 gr per 100 kg di seme) avendo cura di distribuire uniformemente il prodotto nella massa del farro. A tale scopo si può utilizzare anche una betoniera.

### **Concimazioni:**

Con la concimazione si intende fornire alla coltura gli elementi minerali necessari alla crescita ed alla produzione. Gli elementi fertilizzanti principali, o macroelementi, sono l'azoto, il fosforo ed il potassio. Il farro non ha esigenze nutrizionali elevate, inoltre il sistema di coltivazione, sia da disciplinare, sia nella pratica di uso comune non prevede l'uso di input chimici, ma solamente input consentiti in agricoltura biologica.

Nella realtà la quasi totalità delle aziende non distribuisce concimi biologici e la fertilità del suolo viene mantenuta in qualche azienda attraverso le letamazioni e nella maggior parte delle aziende che non hanno allevamenti attraverso la pratica del maggese (si lasciano i terreni per un paio di anni a riposo al fine di restituirgli la fertilità) o dell'avvicendamento con il prato.

Tale sistema di coltivazione, legato anche all'esecuzione di lavorazioni nei tempi e nelle modalità non idonee al mantenimento della fertilità, ha contribuito ad un progressivo declino delle produttività. In tal senso risulta fondamentale adottare pratiche che restituiscano la fertilità ai suoli, quali rotazioni od avvicendamenti più virtuosi e concimi organici da distribuire in fase di aratura.

La concimazione azotata classica effettuata in copertura (aprile-maggio) non porta a benefici produttivi in quanto non viene effettuato il diserbo e le infestanti, molto spesso, si avvantaggiano del principio nutritivo più del farro, spesso con conseguenze negative sulla produttività. In tal senso è preferibile fornire inizialmente concimi azotati organici che hanno lenta cessione e che possano accompagnare la crescita e lo sviluppo del farro nelle fasi iniziali in cui le infestanti sono meno competitive.

In fase di aratura sarebbe importante restituire ai terreni anche il fosforo prelevato e quindi usare concimi azoto- fosfatici.

Lo studio pedologico ha inoltre mostrato delle carenze localizzate di elementi quali il calcio, il magnesio e anche del potassio che normalmente è presente nei terreni toscani. La concimazione con questi elementi deve essere sicuramente effettuata in base alle esigenze specifiche dei singoli campi e evidenziabili solamente con l'analisi del terreno.

### **Lotta alle malerbe:**

La lotta alle infestanti, da disciplinare, non può essere eseguita direttamente con erbicidi chimici. Non ostante la presenza nel mercato di erbicidi biologici, il loro utilizzo sia per efficacia sia per strumentazione necessaria sia per competenze tecniche risulta poco consigliabile.

L'impiego di mezzi meccanici, quali l'erpice strigliatore, può essere una soluzione utile a controllare le malerbe. Il momento migliore per l'esecuzione di tale operazione è compreso



fra le fasi fenologiche di fine accestimento ed inizio levata, quando le infestanti dicotiledoni (foglia larga) sono nelle fasi più precoci ed il dente dello strigliatore le eradica con facilità, mentre il farro ben radicato non viene danneggiato.

Anche l'aratura eseguita nel periodo caldo siccitoso è da eseguire nei casi di infestanti poliennali, soprattutto ove sono presenti rovi e vitalbe che spesso, se il terreno è umido, si avvantaggiano delle lavorazioni per moltiplicarsi.

Molto più difficile è la lotta alle monocotiledoni che si sviluppano contemporaneamente al farro. Per queste sicuramente l'impiego di rotazioni o avvicendamenti corretti può essere utile a diminuire il carico di semi infestanti nel terreno.

Da ultimo è da considerare, nelle aziende non biologiche, la possibilità di impiego di diserbanti nelle colture che precedono la coltivazione del farro, al fine di ridurre il potenziale infestante.

### **Avvicendamenti e rotazioni:**

Le rotazioni e gli avvicendamenti eseguiti nella corretta modalità di successione portano a molteplici benefici a favore della coltivazione del farro e sono elemento imprescindibile dalla sua coltivazione.

L'alternanza di colture a ciclo primaverile estivo con colture a ciclo autunno vernino ostacola lo sviluppo di quelle specie infestanti il cui ciclo coincide con il periodo dell'anno durante il quale il suolo rimane nudo. Alcune colture come patata, mais, fagiolo, dette da rinnovo, si avvalgono di lavori di sarchiatura che hanno azione rinettante nei confronti delle infestanti.

La coltivazione del farro dopo una coltura da rinnovo beneficia quindi della fertilità residua della coltivazione da rinnovo e della riduzione delle infestanti legato allo sfasamento temporale di coltivazione e alla sarchiatura. A fine ciclo l'effetto depauperante esercitato dal farro, soprattutto nei confronti dell'azoto, lascia il terreno povero di questo nutriente e quindi poco idoneo a colture che richiedono nutrizione azotata come la patata o il mais. Nell'avvicendamento classico sarebbe utile ed opportuno far succedere una coltura azotofissatrice quale erba medica o trifoglio (eventualmente derivato dalla bulatura). Nella pratica comune la mancanza di utilizzo del fieno relega a poche aziende tale possibilità. In tale circostanza la coltivazione di una coltura da sovescio, con prevalenza di leguminose azotofissatrici in miscuglio con specie a valenza diversa, può rappresentare una valida alternativa.

### **Conservazione delle produzioni e pulitura**

Il farro vestito deve esser conservato previa pulitura, in ambienti asciutti e puliti (SILOS) con una umidità della cariosside <13%.

Sbramatura: è da sottolineare la necessità di eseguire correttamente la "sbramatura" meccanica con particolare attenzione a contenere il più possibile l'asportazione del pericarpo, che incide sul valore nutritivo e sul contenuto proteico della granella.

## **Azione progettuale 8 (FCS)**

### **“Disseminazione e Divulgazione dei risultati”**

L'attività di divulgazione prevista ha mirato a diffondere e trasferire sul territorio della Garfagnana le metodologie, le conoscenze e le tecnologie messe a punto nel corso del progetto in modo tale da facilitare l'adozione di un protocollo agronomico volto all'attuazione del disciplinare di produzione.

Attualmente il farro viene coltivato con sistemi e metodologie minimali ed estemporanee, in parte a causa della bassa remuneratività, in parte alla difficoltà di metterlo in rotazione con colture idonee all'ambiente montano, ove anche la pressione della selvaggina gioca un ruolo importante.

La divulgazione di tecniche quali la bulatura, il sovescio con miscugli complessi, le regole agronomiche della rotazione, le tecniche agronomiche di preparazione del letto di semina e di coltivazione, è stata svolta tramite incontri con gli agricoltori presso la sede della Garfagnana COOP. Contestualmente le prove svolte nell'azione 3, sono state impiegate come prove dimostrative rivolte agli agricoltori ove si sono tenuti confronti sulle singole problematiche per la loro adozione.

Con l'obiettivo progettuale di trasferire nella zona di coltivazione del Farro della Garfagnana tecniche agronomiche innovative per la realizzazione di produzioni di qualità sostenibile, è stata contattata la ditta sementiera SEMFOR Srl di San Pietro di Morubio (VR) per il coinvolgimento nell'attuazione dell'attività di trasferimento di innovazioni nella pratica agricola aziendale.

Una delle innovazioni agronomiche da trasferire sul territorio è stata, infatti, individuata nell'introduzione di colture per sovescio nelle rotazioni cerealicole, per la conservazione e il miglioramento della fertilità dei suoli coltivati in un contesto di agricoltura minimale legato al disciplinare di produzione che non prevede l'apporto di input chimici

Ai fini di una divulgazione ad ampio raggio, infine, i risultati progettuali sono stati presentati nel corso di un convegno finale presso la Regione Toscana, in una giornata di lavoro dedicata ai cereali. Inoltre il progetto è stato presentato agli studenti della Scuola di Agraria come caso studio.

Le presentazioni sono poi state messe nel sito WEB della FCS e della Garfagnana COOP a disposizione di tutti. In allegato 5 sono riportate le presentazioni e le presenze.

I risultati delle prime sperimentazioni sono stati riportati al Convegno Nazionale dell'Associazione Italiana di Agrometeorologia (AIAM) (dal 12 al 14 settembre 2017 presso l'Università degli Studi di Milano) dal tema “Strategie integrate per affrontare le sfide climatiche e agronomiche nella gestione dei sistemi agroalimentari” con il lavoro : “Influence of thermal gradient on the dynamics of growth and development of emmer in Garfagnana - Influenza del gradiente termico sulle dinamiche di crescita e sviluppo del farro in Garfagnana”; Autori: A. Dalla Marta, M. Mancini, S. Cecchi, G. Brandani, G. Licheri, S. Orlandini (All. 6).

**Hanno partecipato alla realizzazione del presente report**

Simona Sarti  
Lorenzo Satti  
Riccardo Fabbri  
Marco Mancini  
Chiara Grassi  
Alberto Masoni  
Marco Napoli  
Stefano Benedettelli  
Simone Orlandini  
Gianni Licheri  
Roberto Vivoli  
Francesco Sirtori  
Ada Baldi  
Stefano Cecchi  
Lisetta Ghiselli  
Giulia Lotti  
Ilaria Giangrandi  
Alessandro Calamai  
Edoardo Miliotti  
Giada Brandani  
Luisa Andrenelli  
Paolo Casini  
DREAM italia  
Brunella Trucchi