PSR 2014-2020 Regione Toscana

PROGETTO INTEGRATO DI FILIERA "SOVICILLE E DINTORNI":

Progetto sottomisura 16.2

"Tecnologie innovative per le filiere avanzate di frumento duro e tenero"

Acronimo: Innovacereali

Indice

Sommario

OBIETTIVO DEL PROGETTO **4**
PARTENARIATO **5**
DURATA DEL PROGETTO **6**
COSTI DI REALIZZAZIONE **7**
INNOVAZIONI MESSE A PUNTO E TRASFERITE DAL PROGETTO **7**
METODOLOGIE, TEMPISTICA E RISULTATI OTTENUTI **9**
FASE 1: ATTIVITÀ PREPARATORIE E DI COORDINAMENTO **13**
Azione F1.4 Individuazione sbocchi commerciali *13*
Azione F1.5 individuazione degli ambiti colturali e degli appezzamenti *13*
FASE 2: ATTIVITÀ PRE RACCOLTA **15**
Azione F2.1 Scelta delle varietà di frumento e coltivazione delle parcelle *15*
Azione F2.2 Sperimentazione di differenti tecniche di lavorazione del terreno *15*
Azione F2.3 Sperimentazione di differenti tecniche di fertilizzazione azotata *16*
Azione F2.4 Sperimentazione di differenti tecniche di difesa da attacchi fungini *16*
Azioni F2.5 - F2.6 Rilievi coordinati *21*
Azione F2.7 Sperimentazione e validazione di una strategia innovativa integrata per la qualità dei suoli *21*
Azione F2.8 Valutazione economica delle tecniche di coltivazione innovative. *29*
VALUTAZIONE ECONOMICA DELLE TECNICHE DI COLTIVAZIONE INNOVATIVE **67**
FASE 3. ATTIVITÀ POST RACCOLTA **79**
Azione F3.1 Sperimentazione di un sistema di pulitura meccanica del frumento *79*
Azioni F3.2 - F3.3 Monitoraggio e controllo micotossine *79*
Azione F3.4 Validazione intra-laboratorio e scelta dei kit più sensibili *83*
Azioni F 3.5 e 3.6 Trasferimento della metodica per DON *85*
Azioni F 3.7 - Elaborazione dei piani per il campionamento delle materie prime in ingresso e stoccati nei silos ed F 3.9 - F 3.10 – Elaborazione di piani di monitoraggio per DON. *87*
Azione F 3.8 - Verifica dell'applicabilità della metodica *89*
Azione F3.11 Monitoraggio degli insetti dannosi in post-raccolta *90*
Azione F3.12 Sistema pilota per l'implementazione di sistemi alternativi di controllo degli insetti dannosi *92*
Azione F3.13 Verifica dei parametri gestionali della refrigerazione dei cereali per il controllo degli insetti infestanti *95*
Azione F3.14 Valutazione economica delle tecniche innovative di stoccaggio. *99*
F3.14.1 Costi innovazioni di stoccaggio *100*
F3.14.2 Conseguenze delle innovazioni proposte sui tempi di conferimento *103*
Azione F3.15 - F3.16. Qualità e valorizzazione del prodotto 1 ..... *106*
FASE 4. VALUTAZIONI ECONOMICHE E DEFINIZIONI DI MODELLI **145**
Azione F4.1 Valutazione economica complessiva delle innovazioni *145*
Azione F4.3 - Definizione di modelli organizzativi *152*
FASE 5. ATTIVITÀ DI ELABORAZIONE COMPLESSIVA **155**
Azione F5.1 Elaborazione complessiva dei risultati delle sperimentazioni pre e post raccolto *155*

Azione F5.2 Produzione di un software di simulazione dei risultati economici sulla base dei modelli tecnico-economici di coltivazione attuali e innovativi proposti. *155*
Azione F5.3 Produzione di manuali e linee guida per le buone pratiche di coltivazione *156*
Azione F5.4 Produzione di manuali e linee guida per le buone pratiche di controllo micotossine *157*
Azione F5.5 Produzione di manuali e linee guida per le buone pratiche di gestione del frumento al conferimento e dopo *165*
Azione F5.6 Report Finale *166*

FASE 6. ATTIVITÀ DI TRASFERIMENTO INNOVAZIONI E DI DISSEMINAZIONE DEI RISULTATI 166

Azione F6.1 Creazione di un portale/piattaforma web per i contributi di innovazione e disseminazione dei risultati *167*
Azioni F6.2 F6.3 F6.4 Incontri teorico/pratici *167*
Azione F6.5 Organizzazione di Workshop per la disseminazione e discussione dei risultati, uno dopo 12 mesi e uno finale *169*
Azione F6.6 Sviluppo di collegamenti a network nazionali ed internazionali *169*
Azione F6.7 Diffusione di manuali e linee guida formato cartaceo o digitale *169*

RICADUTE ECONOMICHE ED AMBIENTALI **169**
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE **170**
BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO **171**
APPENDICI **179**
ALLEGATI **179**

Obiettivo del progetto

La finalità del progetto Innovacereali è stata quella di fornire delle risposte concrete alle problematiche legate alla produzione del frumento duro e tenero coltivato in provincia di Siena. Con questo progetto si è cercato di migliorare la performance della filiera dal punto di vista quantitativo e qualitativo, riducendo i costi di produzione ed aumentando i ricavi, in un'ottica di sostenibilità ambientale. Sono state definite le linee guida per la stesura di disciplinari di produzione in grado di rispondere ai capitolati di fornitura imposti dal mercato per le filiere avanzate e di eccellenza**.**

La finalità del progetto è stata perseguita attraverso una serie di obiettivi:

a) Miglioramento delle tecniche agronomiche per la coltivazione del grano duro e tenero attraverso il trasferimento, la verifica ed il collaudo di procedure innovative

Tali procedure includono la scelta, in diversi ambiti colturali, delle più adeguate varietà di frumento, tecniche di lavorazione del terreno, tecniche e strategie di fertilizzazione e difesa dalle principali malattie fungine ed un particolare focus riguardo la riduzione della formazione di micotossine. Tale obiettivo comprende il raggiungimento di effetti positivi sia sulle performance produttive e qualitative intese sia in termini tecnologici, sia in termini sanitari che sui risultati economici. Si sottolinea che l'obiettivo comprende inoltre il raggiungimento di una maggiore stabilità nel tempo delle produzioni sia in senso quantitativo che qualitativo.

b) Miglioramento della sicurezza d'uso delle produzioni di frumento

Questo obiettivo viene perseguito attraverso il trasferimento di una metodica rapida per il controllo della contaminazione da deossinivalenolo in frumento. Ci si propone di verificare l'applicabilità e l'idoneità allo scopo di test immunocromatografici commerciali per la determinazione rapida del deossinivalenolo nel frumento in ingresso ai siti di stoccaggio e durante le fasi di conservazione, al fine di fornire agli operatori del settore uno strumento utile e affidabile per accettare, o comunque selezionare i materiali in ingresso in tempi brevi. La fase di trasferimento tecnologico prevederà inoltre l'elaborazione di piani di campionamento idonei al contesto operativo e in accordo con le linee guida del Regolamento (CE) N. 401/2006.

c) Miglioramento della difesa nei confronti di insetti infestanti nella fase post-raccolta e stoccaggio mediante mezzi alternativi efficaci, economici e a basso impatto ambientale

Previa individuazione delle principali specie di insetti dannosi per il grano conservato presso le strutture della Cooperativa Maidicola, mediante campionamenti diretti e con trappole attrattive, ci si propone di sperimentare e validare in un impianto pilota l'efficacia dell'utilizzo di polveri inerti di diatomee aromatizzate con oli essenziali di piante aromatiche selezionate per il controllo degli insetti infestanti in alternativa ai trattamenti chimici. Il controllo dell'entomofauna dannosa include anche l'individuazione dei parametri termici gestionali ottimali dell'impianto di refrigerazione dei cereali finalizzato alla elaborazione di linee guida di buona pratica.

d) **Valorizzazione del prodotto**

Ci si propone di valorizzare il prodotto ottenuto, sia quello derivante dai campi sperimentali che quello derivante dalle comuni pratiche agricole, attraverso non solo la definizione dei comuni parametri commerciali ma anche con indagini nutraceutiche più approfondite. La caratterizzazione nutraceutica consente di stabilire i contenuti di molecole funzionali all'interno degli alimenti

garantendo un prodotto caratterizzato anche dal punto di vista salutistico. La caratterizzazione in questo senso garantisce un valore aggiunto al prodotto finale ai fini di mercato.

e) Sviluppo di modelli organizzativi

Questo obiettivo include: a) il rafforzamento dei legami tra gli attori della filiera migliorando, al tempo stesso, le condizioni (economiche, ambientali e sociali) dei singoli partecipanti; il migliorare l'accesso al mercato del prodotto attraverso la definizione di una chiara strategia; b) il miglioramento della gestione e del controllo delle varie fasi della filiera; c) rafforzare il radicamento nel territorio delle aziende, mediante la valorizzazione dei valori portanti nei quali si identificano le comunità locali in cui le attività aziendali vengono svolte (che vengono altresì trasferiti al prodotto come effetto combinato dei cambiamenti intervenuti nel modello di business di filiera/nelle singole aziende partecipanti e, successivamente, diffusi in un'area territoriale più ampia tramite la vendita).

Partenariato

Maidicola SOVICILLE Società Cooperativa Agricola. Ruolo: Capofila. Attività svolte: Coordinamento delle attività di preparazione del progetto, stipula dell'accordo temporaneo di scopo, progressione delle fasi di attuazione, verifica e divulgazione dei risultati. Ha svolto un ruolo chiave nell'individuazione degli sbocchi commerciali, nell'allestimento e conduzione dei campi sperimentali e nell'effettuazione dei rilievi coordinati sugli stessi campi. Ha sperimentato un sistema di pulitura meccanica all'ingresso dei silos di stoccaggio al fine di valutare l'efficacia di azione nel miglioramento della qualità del prodotto. Ha partecipato alle attività di monitoraggio e controllo delle micotossine ed alle attività finalizzate alla valorizzazione del prodotto. Ha coordinato la stesura della relazione finale del progetto ed ha organizzato i due workshop di presentazione dei risultati.

Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente (DSFTA), Università di Siena (UNISI) Ruolo: Partner. Attività svolte: Coordinamento tecnico-scientifico del progetto. Avvalendosi della consulenza del Prof. Amedeo Reyneri del Dip. di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari dell'Università di Torino, UNISI ha proceduto alla scelta degli appezzamenti dove svolgere le attività dei campi sperimentali, ha coordinato il trasferimento la verifica e l'adattamento di protocolli agrotecnici chiave sui campi sperimentali. Tali protocolli sviluppati dall'Università di Torino, sono stati sperimentati e ne è stata verificata l'applicabilità in relazione al contesto geografico ed ambientale della provincia di Siena. UNISI ha coordinato le azioni volte alla determinazione della qualità del prodotto ed alla definizione di un modello organizzativo per la filiera, ha coordinato l'elaborazione complessiva dei dati ottenuti e la redazione delle linee guida per le buone pratiche di coltivazione. Ha inoltre coordinato e realizzato attività divulgative tra i quali la creazione del sito web del progetto, gli incontri teorico-pratici ed i link con altri progetti.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali (DiSAAA-a), Università di Pisa (**UNIPI**). Ruolo: Partner. Attività svolte: individuazione degli insetti infestanti il grano presso la cooperativa Maidicola e produzione di un manuale utile per il riconoscimento delle diverse specie; verifica dell'andamento delle infestazioni durante la fase di stoccaggio; verifica dell'efficacia del trattamento con polveri inerti di diatomee aromatizzate con oli essenziali di piante aromatiche selezionate per il controllo degli insetti infestanti in alternativa ai trattamenti chimici convenzionali; individuazione dei parametri termici gestionali ottimali dell'impianto di refrigerazione dei cereali ed elaborazione di linee guida di buona pratica.

Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF), Università di Firenze (UNIFI). Ruolo: Partner. Attività svolte: reperimento da varie fonti dei dati statistici sulle superfici e produzioni del frumento tenero e duro e sulle caratteristiche strutturali delle aziende agricole interessate, dal livello nazionale fino a quello comunale per la Provincia di Siena; elaborazione dei dati statistici raccolti e realizzazione di cartografie tematiche per la Provincia di

Siena; individuazione di un campione di aziende rappresentative e rilevazione dei dati tecnico-economici aziendali e colturali (schede della tecnica) per il frumento e per le principali colture in rotazione; individuazione di tipologie aziendali e stima dei costi di produzione medi del frumento con le tecniche normali (modelli di coltivazione); valutazione economica delle tecniche innovative previste dal progetto circa le lavorazioni del terreno, la fertilizzazione e la difesa. Valutazione economica delle innovazioni previste dal progetto per la fase di stoccaggio. Contributo per gli aspetti economici alla elaborazione di linee guida; produzione di un software di simulazione dei risultati economici della coltivazione del frumento. Partecipazione attiva ad alcuni degli eventi divulgativi svolti.

Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche (**ISPA-CNR**), **Bari**. Ruolo: Partner. Attività svolte: sperimentazione e trasferimento di una metodica rapida per il controllo della contaminazione da deossinivalenolo in frumento; verifica dell'applicabilità e dell'idoneità allo scopo di test immunocromatografici commerciali per la determinazione rapida del deossinivalenolo nel frumento in ingresso ai siti di stoccaggio e durante le fasi di conservazione; elaborazione di piani di campionamento idonei al contesto operativo e in accordo con le linee guida del Regolamento (CE) N. 401/2006; contributo alla elaborazione di linee guida per la gestione della contaminazione da micotossine in frumento; contributo alle attività di divulgazione.

Durata del progetto

Il progetto è iniziato il 13 luglio 2016 con l'obiettivo di terminare i lavori entro il 13 Aprile 2018. È stata concessa prima una proroga di 5 mesi e successivamente di un ulteriore mese per consentire anche la rilevazione, l'elaborazione e la divulgazione dei dati dell'annata agraria 2017/ 2018. Il progetto è terminato il 13 ottobre 2018 con una durata complessiva di circa 28 mesi di attività.

Costi di realizzazione

Ciascun partner ha investito sulle fasi di propria competenza, il progetto ha avuto un costo complessivo di € 394.500,00 euro. Gli investimenti sostenuti dai singoli partner sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1. Costi di realizzazione per singoli partner**.**

Partner	**Spesa assegnata (Euro)**	**Contributo richiesto (Euro)**
Maidicola SOVICILLE Società Cooperativa Agricola	€ 66.500,00	€ 59.850,00
Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena	€ 158.000,00	€ 142.200,00
Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa	€ 50.000,00	€ 45.000,00
Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze.	€ 50.000,00	€ 45.000,00
Istituto di Scienze delle Produzioni Alimentari, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bari	€ 70.000,00	€ 44.350,74
Totale Euro	€ 394.500,00	€ 336.400,74

Le tipologie di spese sostenute sono: spese propedeutiche necessarie per l'avvio del progetto, spese generali, investimenti immateriali, costi di consulenza, acquisto di beni di consumo, spese per personale dipendente e non dipendente, spese per missioni e trasferte.

Innovazioni messe a punto e trasferite dal progetto

Questo progetto propone un approccio integrato innovativo finalizzato a migliorare la performance della filiera cerealicola, intervenendo sui diversi aspetti critici della produzione del frumento. I principali aspetti innovativi sono:

Verifica e collaudo di agrotecniche che consentano una ottimizzazione delle pratiche colturali anche sotto l'aspetto economico. Allestimento di campi sperimentali con un approccio innovativo finalizzati alla predisposizione di linee guida di produzione.

Le innovazioni richieste per il miglioramento della performance del frumento sono sia di prodotto sia di processo. Per il primo aspetto l'innovazione si concretizza attraverso la produzione di lotti di maggiore valore commerciale perché più rispondenti alle richieste di un mercato sempre più esigente riguardo agli aspetti della qualità tecnologica e sanitaria. Più precisamente l'innovazione si compone

di una serie di azioni e anche di prodotti (sementi, fertilizzanti, agrofarmaci) recentemente disponibili che presentano un profilo di alta efficienza e di ridotto impatto. Per il secondo aspetto, l'innovazione di processo risiede nel sostituire un approccio a basso livello di organizzazione con uno integrato di filiera attraverso la messa a punto di Linee Guida per Disciplinari di produzione per rispondere alle citate richieste del mercato. La rete di campi sperimentali che saranno allestiti rispondono rigorosamente all'esigenza di acquisire i necessari dati sperimentali per mettere a punto percorsi tecnici in grado di rispondere agli obiettivi prima ricordati e di diffondere e controllare le innovazioni di prodotto e di processo. Tali campi coinvolgendo un rilevante numero di produttori su ambiti territoriali diversi permettono di valutare e diffondere più rapidamente i risultati e di orientare la definizione delle Linee guida. Nei campi sperimentali è stata testata e validata una metodologia innovativa di controllo ambientale sul suolo basata su un approccio che integra parametri chimici e parametri biologici. Tale approccio consente di monitorare la qualità del suolo durante l'applicazione delle diverse pratiche agronomiche e come eventualmente queste ultime ne influenzano la biodiversità.

Sperimentazione e verifica dell'applicabilità di un approccio integrato per monitorare e ridurre la presenza di micotossine sia nelle coltivazioni che nello stoccaggio.

Le metodiche analitiche comunemente utilizzate dagli operatori del settore cerealicolo per analisi "on-site" di micotossine, sebbene consentano di fornire informazioni sulla contaminazione delle derrate in tempi brevi (pochi minuti), sono poco affidabili e spesso non validate per la matrice di interesse. L'innovazione della proposta consiste nel trasferimento di procedure per la valutazione dell'idoneità allo scopo di kit commerciali per l'analisi rapida delle micotossine seguendo le linee guida ufficiali stabilite dal Regolamento (UE) N. 519/2014. L'applicazione di metodiche rapide e affidabili per il controllo della contaminazione da deossinivalenolo (DON) nelle materie prime in ingresso e in fase di stoccaggio consente di acquisire informazioni in tempi brevi sui livelli di contaminazione ed identificare i punti critici di controllo, rappresentando uno strumento efficace di intervento tempestivo. In particolare, le attività di sperimentazione e trasferimento tecnologico presso l'azienda capofila hanno consentito il miglioramento dei seguenti aspetti:
- miglioramento della sicurezza d'uso delle materie prime;
- monitoraggio rapido ed economico della contaminazione nei materiali in ingresso e nelle fasi di stoccaggio;
- raccolta di dati per una valutazione accurata del rischio di contaminazione da DON negli areali pedoclimatici toscani;
- possibilità di classificazione delle aree di coltivazione a maggior rischio di contaminazione da DON.

Verifica e collaudo di metodologie innovative per il monitoraggio e la difesa dalle infestazioni di insetti dannosi in fase di post-raccolta.

Le innovazioni richieste per il miglioramento della performance del frumento, sono anche relative all'abbattimento della carica di insetti infestanti. L'innovazione si concretizza in tal senso con l'individuazione della fase del processo nella quale l'infestazione prende piede e mediante una più efficiente protezione in fase di stoccaggio. Relativamente allo stoccaggio vengono proposte innovazioni di processo quali la gestione ottimale dell'impianto di refrigerazione, ed innovazioni sia di processo che di prodotto che riguardano la sperimentazione e validazione dell'uso di sostanze alternative agli insetticidi di sintesi, quali polveri inerti di diatomee ed oli essenziali il cui uso combinato ha palesato una spiccata sinergia.

Caratterizzazione qualitativa dei prodotti finalizzata alla loro valorizzazione.

In Italia, per garantire una corretta gestione della qualità, sono state sviluppate procedure che includono il monitoraggio e la valutazione delle proprietà tecnologiche e strutturali della granella, in modo da garantire all'utilizzatore, orientato alla ricerca di un prodotto con caratteristiche qualitative costanti, quantitativi di materia prima qualificata sulla base dei requisiti richiesti (Sgrulletta et al.,

2004). Accade sempre più frequentemente che elementi riferibili al contesto di produzione influenzino in maniera decisa la percezione da parte del consumatore (Peri, 1998). In particolare sono importanti tre requisiti: l'origine territoriale e la cultura, l'ambiente e la sua protezione e la deontologia dei sistemi produttivi. Questi potrebbero essere definiti requisiti psicologici che, insieme ai requisiti di qualità intrinseci di sicurezza, merceologici, nutrizionali e sensoriali, riguardano il prodotto come alimento (Flagella, 2006). L'innovazione di processo in questo senso consiste nella sperimentazione e validazione di una procedura di analisi che oltre ai parametri di routine quali contenuto in proteine, umidità, peso specifico ecc. vada ad indagare una serie di componenti nutrizionali e composti bioattivi aggiuntivi al fine di ottenere una caratterizzazione del prodotto finito più accurata tale da permettere una ulteriore valorizzazione, permettendo alla parte di prodotto di migliore qualità, l'accesso a particolari fette di mercato più specializzate e più redditizie. Ormai è ampiamente accertato da numerosi studi epidemiologici che attraverso il consumo di cereali di qualità è possibile ridurre l'incidenza di alcune malattie cardiovascolari (Jacobs et al., 1998), diabete (Meyer et al., 2000) e cancro (Nicodemus te al., 2001). È stato inoltre dimostrato come sia la sinergia dei vari composti bioattivi a determinare l'effetto protettivo degli alimenti piuttosto che l'azione dei singoli composti (Eberhardt et al., 2000).

Produzione di modelli organizzativi ed economici

L'aspetto innovativo consiste nel proporre modelli di gestione per tipologie aziendali rappresentative, con particolare riguardo alle operazioni colturali secondo livelli diversi di lavorazione del terreno, eseguendo pertanto conseguenti analisi economiche per la compatibilità e sostenibilità dei moduli e prototipi proposti.
L'incremento della redditività è ottenuta da un lato per effetto della diminuzione dei costi di produzione per ettaro dovuti alla definizione di tecnologie produttive volte alla ottimizzazione delle principali operazioni colturali rispetto all'esecuzione tradizionale di tali pratiche, e dall'altro dall'incremento dei ricavi con l'aumento delle rese e il raggiungimento di una qualità obiettivo tramite le tecniche innovative proposte, in particolare circa la scelta varietale e le strategie di fertilizzazione e difesa.
Innovativo è anche il software per la simulazione dei risultati economici di un ordinamento colturale dei seminativi che comprende anche il fumento. Tramite la personalizzazione di molti parametri, permette di adattare il modello di ordinamento alle caratteristiche aziendali e di formulare scenari diversi tra i quali sceglie il più conveniente.
Un altro aspetto innovativo di questo progetto consiste nell'individuare come migliorare i comportamenti ed i processi delle singole aziende della filiera sia dal punto di vista reddituale sia in un'ottica di sostenibilità (economica, ambientale e sociale), ma anche nella definizione, implementazione e gestione di un modello di business di filiera (inteso come insieme delle modalità di governo, di gestione e di controllo delle relazioni che gli attori della filiera instaurano durante i processi di creazione di valore) maggiormente improntato a criteri di sostenibilità e nell' allineamento di tale modello con una strategia coerente che riesca a favorire l'accesso al mercato del prodotto.

Metodologie, tempistica e risultati ottenuti

Il lavoro si è articolato in 6 fasi progettuali, a loro volta suddivise in azioni specifiche a carico dei singoli partner coinvolti. Il tutto è schematicamente riportato nel prospetto seguente:

Fasi e Azioni progettuali con soggetti attuatori.

Fase 1: Attività preparatorie e di coordinamento

Azione F1.1 Stipula ATS (MAIDICOLA)

Azione F1.2 Coordinamento del progetto da parte del capofila MAIDICOLA

Azione F1.3 Coordinamento tecnico delle attività di sperimentazione e verifica (UNISI)

Azione F1.4 Individuazione sbocchi commerciali (MAIDICOLA)

Azione F1.5 individuazione degli ambiti colturali e degli appezzamenti (UNISI)

Fase 2: Attività pre raccolta

Azione F2.1 Scelta delle varietà di frumento e coltivazione delle parcelle (UNISI)

Azione F2.2 Sperimentazione di differenti tecniche di lavorazione del terreno (MAIDICOLA)

Azione F2.3 Sperimentazione di differenti tecniche di fertilizzazione azotata (UNISI)

Azione F2.4 Sperimentazione di differenti tecniche di difesa da attacchi fungini (UNISI)

Azione F2.5 Rilievi coordinati 1MAIDICOLA)

Azione F2.6 Rilievi coordinati 2 (UNISI)

Azione F2.7 Sperimentazione e validazione di una strategia innovativa integrata per la qualità dei suoli (UNISI)

Azione F2.8 Valutazione economica delle tecniche di coltivazione innovative (UNIFI)

Fase 3. Attività post raccolta

Azione F3.1 Sperimentazione di un sistema di pulitura meccanica del frumento (MAIDICOLA)

Azione F3.2 Monitoraggio e controllo micotossine 1 (ISPA-CNR)

Azione F3.3 Monitoraggio e controllo micotossine 2 (MAIDICOLA)

Azione F3.4 Validazione intra-laboratorio e scelta dei kit più sensibili (ISPA-CNR)

Azione F3.5 Trasferimento della metodica per DON 1 (ISPA-CNR)

Azione F3.6 Trasferimento della metodica per DON 2 (MAIDICOLA)

Azione F3.7 Elaborazione di piani per il campionamento delle materie prime in ingresso e stoccati nei silos (ISPA-CNR)

Azione F3.8 Verifica dell'applicabilità della metodica (ISPA-CNR)

Azione F3.9 Elaborazione di piani di monitoraggio per DON 1 (ISPA-CNR)

Azione F3.10 Elaborazione di piani di monitoraggio per DON 2 (MAIDICOLA)

Azione F3.11 Monitoraggio degli insetti dannosi in post- raccolta (UNIPI)

Azione F3.12 Sistema pilota per l'implementazione di sistemi alternativi di controllo degli insetti dannosi (UNIPI)

Azione F3.13 Verifica dei parametri gestionali della refrigerazione dei cereali per il controllo degli insetti (UNIPI)

Azione F3.14 Valutazione economica delle tecniche innovative di stoccaggio (UNIFI)

Azione F3.15 Qualità e valorizzazione del prodotto 1 (UNISI)

Azione F3.16. Qualità e valorizzazione del prodotto 2 (MAIDICOLA)

Fase 4: Valutazioni economiche e definizioni di modelli

Azione F4.1 Valutazione economica complessiva delle innovazioni (UNIFI)

Azione F4.2 Analisi dei modelli e delle criticità (UNISI)

Azione F4.3 Definizione di un modello di business di filiera (UNISI)

Fase 5. Attività di elaborazione complessiva

Azione F5.1 Elaborazione complessiva dei risultati delle sperimentazioni pre e post raccolto (UNISI)

Azione F5.2 Produzione di un software di simulazione dei risultati economici sulla base dei modelli tecnico-economici di coltivazione attuali e innovativi proposti. (UNIFI)

Azione F5.3 Produzione di manuali e linee guida per le buone pratiche di coltivazione (UNISI)

Azione F5.4 Produzione di manuali e linee guida per le buone pratiche di controllo micotossine (ISPA-CNR)

Azione F5.5 Produzione di manuali e linee guida per le buone pratiche di gestione del frumento al conferimento e dopo (UNIPI)

Azione F5.6 Report Finale (MAIDICOLA)

Fase 6: Attività di trasferimento innovazione e di disseminazione dei risultati

Azione F6.1 Creazione di un portale/piattaforma web per i contributi informativi e di disseminazione dei risultati (UNISI)

Azione F6.2 Incontri teorico/pratici con farm visit sulle buone pratiche agricole per trasferimento dell'innovazione (UNISI)

Azione F6.3 Trasferimento dell'innovazione ottenuta in merito ad aspetti teorici/pratici sulla gestione delle micotossine (ISPA-CNR)

Azione F6.4 Incontri teorico/pratici frontali sulla gestione degli insetti infestanti (UNIPI)

Azione F6.5 Organizzazione di Workshop per la disseminazione e discussione dei risultati, uno dopo 12 mesi e uno finale (MAIDICOLA)

Azione F6.6 Sviluppo di collegamenti a network nazionali ed internazionali (eip-agri) (UNISI)

Azione F6.7 Diffusione di manuali e linee guida formato cartaceo o digitale (UNISI)

Fase 1: Attività preparatorie e di coordinamento

La programmazione del progetto inizia nel 2015 attraverso azioni di informazione della Società Cooperativa Maidicola rivolte ai potenziali soggetti interessati. Si costituisce una rete potenziale di partner uniti da uno specifico accordo di cooperazione e con lo scopo iniziale di definire e affinare gli obiettivi e le finalità del progetto. In particolare la Società Cooperativa Maidicola ha partecipato agli incontri iniziali con i diversi partner del progetto e, come previsto dallo stesso, ha collaborato attivamente alla costituzione dell'ATS tra i diversi soggetti. Questa fase progettuale che ha la durata di tutto il progetto ha visto Maidicola ed Università di Siena collaborare strettamente nel coordinamento generale del progetto (MAIDICOLA) e nel coordinamento tecnico delle attività di sperimentazione e verifica (UNISI), mantenendo continui contatti con tutti partner ed organizzando le diverse attività con il contributo di tutti. Sono stati effettuati durante tutto l'arco del progetto numerosi incontri sia presso la Maidicola (vedi Allegato) che presso le sedi dei partner toscani, oltre a collegamenti telematici.

Questa fase ha previsto inoltre l'individuazione dei principali sbocchi commerciali per frumento la definizione degli ambiti colturali e la scelta degli appezzamenti dove svolgere le attività dei campi sperimentali ed in generale le attività preparatorie e funzionali alla sperimentazione e alla verifica delle tecnologie innovative proposte per i due anni di progetto.

Azione F1.4 Individuazione sbocchi commerciali

In questa azione sono stati individuati i caratteri delle produzioni che il mercato locale richiede come di maggiore interesse. Per il grano duro la prevalente filiera per la produzione di pasta sottolinea l'opportunità di predisporre produzioni che ne soddisfino la commercializzazione secondo i seguenti caratteri: peso ettolitrico > 80; indice giallo elevato; proteine > 13.5%; bianconatura ridotta, DON < 200 ppb. La coltura del grano tenero presenta un quadro molto più articolato. L'esigenza primaria è stata quella di fornire lotti omogenei con alto profilo sanitario (DON < 200 ppb) e peso ettolitrico elevato (> 78); inoltre sono richiesti contenuti proteici adeguati per 2 tipologie distinte di farine: da frumenti panificabili (indice W 150:250), da frumenti panificabili superiori e/o di forza (indice w 350:450). Stabiliti questi criteri di base, si è provveduto alla scelta delle varietà e la successiva modulazione dell'agrotecnica, così da permette di orientare la produzione verso le filiere più opportune (frumenti di forza, panificabili superiori, panificabili).

Azione F1.5 individuazione degli ambiti colturali e degli appezzamenti

In questa azione, nell'ambito dell'areale interessato dal PIF sono stati individuati 3 ambienti diversi per suoli e condizioni meteorologiche e per ogni ambiente sono stati individuati gli appezzamenti di aziende agricole socie del capofila più idonei per l'istituzione dei campi sperimentali come descritti nella fase 2, sia per la prima che per la seconda annata agraria.

Tabella 1.5.1. Schema degli appezzamenti scelti per le prove agronomiche e relative sperimentazioni.

Codice produttore	Comune	Morfologia	Grano Duro	Grano Tenero	Sperimentazione
1	Sovicille	pianura	Monastir, Antalis, Ariosto, Caboto, Don Matteo, Marco Aurelio, Furio Camillo	Rebelde	Difesa: grano duro Concimazione: grano tenero Prove Varietali
2	Monteroni, Asciano	pianura	Don Matteo	Rebelde	Tecniche di lavorazione: Semina su sodo, minima lavorazione e tradizionale
3	Siena	alta collina	Don Matteo		Difesa: grano duro
4	Siena	media collina	Furio Camillo, Ariosto, Don Matteo		Concimazione: 2 tipologie per ogni Prova varietale
5	Asciano	alta collina	Don Matteo		Concimazioni
6	Monteroni	pianura	Furio Camillo, Claudio, Don Matteo, Antalis, Monastir Marco Aurelio		Prove varietali
7	Sovicille	Pianura	-	Rebelde	Difesa

Fase 2: Attività pre raccolta

Questa fase ha compreso il *Trasferimento* la *Verifica* e l'adattamento di protocolli agrotecnici chiave su campi sperimentali. Tali protocolli sviluppati dall'Università di Torino, sono stati sperimentati e ne è stata verificata l'applicabilità in relazione al contesto geografico ed ambientale della provincia di Siena. Coerentemente con la finalità del progetto di fornire delle risposte concrete alle problematiche legate alla produzione del frumento duro e tenero coltivato in provincia di Siena, sono state approntate una serie di sperimentazioni nel biennio 2016-2017 e 2017-2018. Nell'impostare le sperimentazioni si è considerata l'esigenza di migliorare la performance della filiera dal punto di vista quantitativo e qualitativo, riducendo i costi di produzione ed aumentando i ricavi, in un'ottica di sostenibilità ambientale e di una valorizzazione in filiera del frumento duro e tenero. I risultati ottenuti sono stati quindi utilizzati per definire linee guida per la stesura di disciplinari di produzione in grado di rispondere ai capitolati di fornitura imposti dal mercato per le filiere avanzate e di eccellenza. Più in dettaglio le sperimentazioni sono state approntate per fornire risposte tecniche rigorose, relativamente:

- al miglioramento delle tecniche agronomiche per la coltivazione del grano duro e tenero attraverso il trasferimento, la verifica ed il collaudo di procedure innovative. Tale obiettivo comprende il raggiungimento di effetti positivi sia sulle performance produttive e qualitative che sui risultati economici, comprende inoltre il raggiungimento di una maggiore stabilità nel tempo delle produzioni sia in senso quantitativo che qualitativo;

- al miglioramento della sicurezza d'uso delle produzioni di frumento. Questo obiettivo viene perseguito attraverso l'analisi dell'influenza delle tecniche agronomiche contaminazione da deossinivalenolo (DON) nella granella;

- alla valorizzazione del prodotto attraverso l'analisi dell'influenza delle tecniche agronomiche sui più rilevanti parametri tecnologici e commerciali;

- alla messa a punto di Strategie agronomiche per la produttività e la qualità del frumento per le filiere avanzate.

Le attività si sono articolate nelle seguenti azioni:

Azione F2.1 Scelta delle varietà di frumento e coltivazione delle parcelle

Sono approntati campi varietali secondo lo schema della rete on-farm. Tale schema ha previsto l'allestimento di parcelloni della larghezza di 8-12 m e della lunghezza dell'appezzamento (circa 100 m). Su una superficie indicativa di 800-1200 mq (parcellone) è stata coltivata una varietà in purezza tra quelle individuate come le più promettenti richieste dal mercato. Per ogni varietà sono stati rilevati: la produzione di granella, il contenuto proteico, il contenuto in glutine, il peso specifico (ettolitrico), la contaminazione in DON. La raccolta è stata effettuata da mietitrebbie convenzionali.

Azione F2.2 Sperimentazione di differenti tecniche di lavorazione del terreno

Sono state sperimentate diverse tecniche di lavorazione del terreno con la finalità di ridurre i costi e la complessità di lavorazione propri della tradizionale aratura. A questo fine sono state confrontate sia su frumento tenero che duro 3 tecniche: aratura, minima lavorazione (discatura senza rivoltamento della zolla), semina diretta. Per ogni tecnica sono stati rilevati: la produzione di granella, il contenuto proteico, il contenuto in glutine, il peso specifico (ettolitrico), la contaminazione in DON. La raccolta è stata effettuata da mietitrebbie convenzionali.

Azione F2.3 Sperimentazione di differenti tecniche di fertilizzazione azotata

La fertilizzazione azotata è la pratica più diretta per sostenere produzione e qualità tecnologica. A questo proposito in ciascun ambiente sono stati posti a confronto diversi piani di concimazione azotata su parcelloni di larghezza opportuno per operare con lo spandiconcime aziendale. Il piano di concimazione prevede la combinazione di 2 livelli di azoto (basso e alto) da modulare in relazione alle attese e alla tipologia del grano con 3 strategie relative ai momenti di distribuzione e all'applicazione di concimi granulari, o fogliari o a lenta cessione/protetti. Per ogni tecnica sono stati rilevati: la produzione di granella, il contenuto proteico, il contenuto in glutine, il peso specifico (ettolitrico), la contaminazione in DON. La raccolta è stata effettuata da mietitrebbie convenzionali.

Azione F2.4 Sperimentazione di differenti tecniche di difesa da attacchi fungini

In questa azione sono state sperimentate e confrontate diverse soluzioni di difesa dagli attacchi fungini. La difesa della spiga dalla fusariosi e della foglia dalla septoriosi o dalle ruggini è un passaggio essenziale per conseguire una adeguata sanità della granella da micotossine e per ottenere parametri tecnologici adeguati alle richieste delle filiere. La valutazione dei vantaggi è stata effettuata combinando diverse soluzioni di difesa su campi omogenei di frumento tenero e duro. In diverse condizioni sono stati posti a confronto diversi trattamenti di difesa (difesa della sola foglia, difesa della spiga, difesa combinata con diversi prodotti fungicidi, testimone non difeso) allestendo diversi parcelloni secondo le modalità prima ricordate. Per ogni tecnica sono stati rilevati: la produzione di granella, il contenuto proteico, il contenuto in glutine, il peso specifico (ettolitrico), la contaminazione in DON. La raccolta è stata effettuata da mietitrebbie convenzionali.

In tabella 2.4.1 sono riassunte le azioni prima elencate durante le 2 campagne agrarie evidenziando le aziende agricole dove sono state condotte le sperimentazioni.

Tabella 2.4.1 Attività di sperimentazione svolta e dettaglio dei trattamenti a confronto nel corso delle 2 campagne agrarie secondo le 4 azioni previste.

	Campagna granaria	
	2016-2017	**2017:2018**
Scelta varietale	Az. Sardone, Az. Vallini Cv. Ariosto, Antalis, Don Matteo, Claudio, Furio Camillo Marco Aurelio, Monastir	Az. Guerri Cv. Ariosto, Antalis, Don Matteo, Claudio, Furio Camillo Marco Aurelio, Monastir
Lavorazione terreno	Az. A. Arrigucci - Semina su sodo, - Minima lavorazione - Aratura	Az. A. Arrigucci - Semina su sodo, - Minima lavorazione - Aratura
Concima-zione N	Az. S. Arrigucci, Az. Guerri, - Livelli di concimazione N - Concimi a lenta cessione - Concime azotato fogliare	Az. S. Arrigucci, Az. Guerri, Az. Petriglia - Livelli di concimazione N - Concimi a lenta cessione - Concime azotato fogliare
Difesa	Az. Bindi, Az. Guerri, Az. Serusi - Non trattato - Difesa spiga - Difesa di foglia e spiga	Az. Guerri, Az. Serusi - Non trattato - Difesa spiga - Difesa di foglia e spiga

Risultati

Allestimento campi sperimentali: sono stati allestiti 6 campi sperimentali nel 2016-2017 e altrettanti nel 2017-2018 nei comuni di Sovicille (Az. Guerri, Az. Bindi, Az. Vallini, Az. Petriglia), Siena (Az. Serusi), Asciano (Az. A. Arrigucci, e S. Arrigucci). Tutti i campi allestiti in autunno sono stati regolarmente coltivati e raccolti secondo il protocollo sperimentale.

Valutazione generale: alla raccolta la produzione all'umidità di riferimento del 12% è variata a seconda dei campi e dei trattamenti da 30 a 60 q/ha circa nel raccolto 2017 e tra 15 e 60 q/ha circa nel 2018. I tenori di proteina sono invece variati dal 14 al 17% nel primo anno e dal 13 al 16% nel secondo anno. Nella prima campagna hanno influenzato la resa, limitandola, le ridotte precipitazioni primaverili; queste hanno peraltro favorito il contenuto proteico risultato elevato in tutte le condizioni. Il tenore in glutine è risultato elevato, mentre DON è stato molto contenuto per i motivi meteorologici prima accennati. Viceversa nella seconda campagna è stato invece la primavera piovosa che ha condizionato le rese, riducendo anche il contenuto proteico e glutinico ed aumentando in talune circostanze il contenuto in DON. Complessivamente il grano tenero, in tutte le circostanze ha evidenziato una produttività ed una sanità migliori. Come atteso e in termini agronomici questa coltura si è confermata più adattabile e meno soggetta agli andamenti meteorologici.

Scelta delle varietà di frumento

Presso le aziende Sardone, Vallini e Guerri (tabella 2.4.1), sono state confrontate varietà di frumento duro scelte per la produzione di semola per pasta con caratteri di elevata qualità del glutine e adatte all'industria molitoria e pastaria. In tabella 2.4.2 sono riassunti i dati principali. Il confronto ha interessato 8 varietà complessivamente. Nel 2017 le varietà Furio Camillo e nel 2018 Monastir e Antalis sono risultate le più produttive. Considerando l'effetto dell'ambiente Ariosto, Claudio e Monastir sono risultate la varietà con il maggior contenuto proteico e glutinico nel primo anno, mentre Antalis e Don Matteo nel secondo anno. I pesi specifici sono risultati nel primo anno sempre elevati. Il tenore in DON nel 2018 è risultato elevato in Furio Camillo e ridotto in Caboto e Don Matteo; mentre nel 2017 è risultato non rilevabile.

Tabella 2.4.2. Confronto varietale su grano duro: rese e aspetti qualitativi

Varietà	Anno	Azienda	Produzione (q/ha)	Proteine (%)	Glutine (%) (%)	Peso specifico (kg/hl)	DON (ppm)
Don Matteo	2017	Vallini	26.68	14.9	10.4	80.7	nr
Furio Camillo	2017	Vallini	36.10	16.2	11.3	81.3	nr
Ariosto	2017	Vallini	23.54	17.3	12.2	77.5	nr
Monastir	2017	Sardone	non rilevata	15.0	10.0	81.9	nr
Antalis	2017	Sardone	non rilevata	14.2	8.9	79.7	nr
Don Matteo	2017	Sardone	non rilevata	14.7	9.1	80.6	nr
Claudio	2017	Sardone	non rilevata	15.5	10.5	79.5	nr
Marco Aurelio	2017	Sardone	non rilevata	14.8	9.5	79.3	nr
Monastir	2018	Guerri	47.85	13.8	29.8	78.1	0.57
Antalis	2018	Guerri	47.06	14.0	30.6	79.9	0.51
Ariosto	2018	Guerri	36.49	14.9	31.5	79.4	0.41
Caboto	2018	Guerri	43.18	13.5	30.8	80.8	<0.5
Don Matteo	2018	Guerri	31.65	15.1	32.9	77.6	<0.5
Marco aurelio	2018	Guerri	39.35	14.6	30.2	77.4	0.5
Furio Camillo	2018	Guerri	36.64	14.1	30.2	79.4	1.19

Tecniche di lavorazione del terreno

Presso l'azienda A. Arrigucci sono state confrontate nel biennio 3 diverse modalità di lavorazione sul grano duro e tenero. I dati sono riassunti in tabella 2.4.3 separatamente per i 2 anni di prova; la sintesi i dati produttivi del biennio sono invece riassunti in figura 2.4.1.

Tabella 2.4.3. Effetto delle lavorazioni del terreno sulle rese e alcuni aspetti tecnologici

	2017					2018				
Parcella	Produzione (q/ha)	Proteine (%)	Glutine (%)	Peso specifico (kg/hl)	DON (ppm)	Produzione (q/ha)	Proteine (%)	Glutine (%)	Peso specifico (kg/hl)	DON (ppm)
					Grano duro					
semina su sodo	51.36	16.2	12.2	81.7	nr	14.44	14.7	30.6	75.7	1.1
minima lavorazione	36.69	16.5	12.5	82.8	nr	21.27	15.3	32.1	77.7	3.8
lavorazione tradizionale	43.23	16.7	12.5	82.4	nr	19.52	15.9	33.1	77.7	2.2
					Grano tenero					
semina su sodo	41.36	16.3	34.5	78.2	nr	31.09	12.7	26.6	79.3	0.9
minima lavorazione	48.22	16.7	34.2	79.3	nr	38.36	14.8	32.1	80.9	0.4
lavorazione tradizionale	44.75	16.6	34.5	78.8	nr	42.55	14.7	32	81.1	0.2

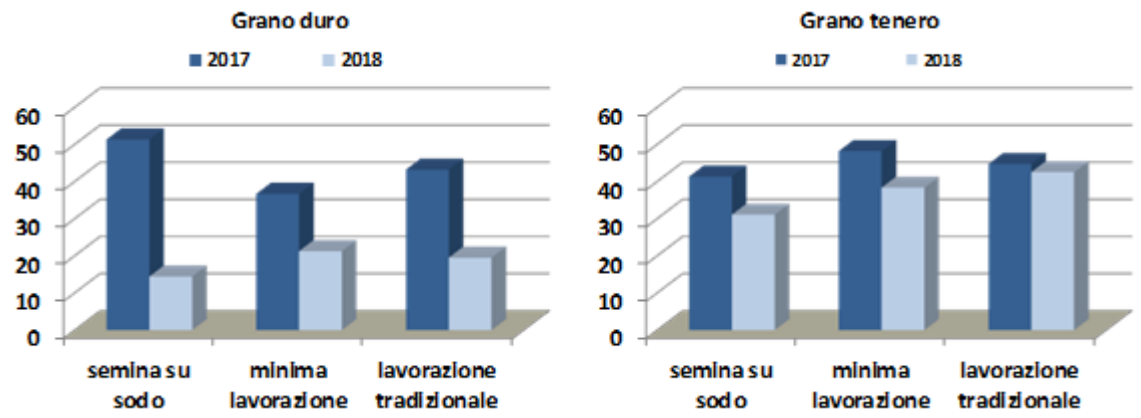


Figura 2.4.1: Effetto delle lavorazioni sulle rese (q/ha)

Il grano duro ha risposto in termini produttivi in modo differente tra i 2 anni: la semina su sodo è stata la più produttiva nell'anno più siccitoso (2017), mentre ha manifestato dei limiti evidenti in quello più fresco e piovoso. Complessivamente per questa coltura la minima lavorazione e l'aratura si sono confermate più affidabili e costanti. Come atteso il contenuto proteico della cariosside, e così quello glutinico, sono risultati più contenuti adottando la semina su sodo rispettivamente di circa 1 e 2 punti percentuali; analogamente il peso specifico è risultato minore con la semina diretta. La contaminazione da DON è risultata elevata nel 2018 con valori minori nel caso della semina diretta probabilmente dovuta ad una precoce stretta.
Nel caso del grano tenero le differenze tra annate sono state più contenute evidenziando comunque vantaggi produttivi e qualitativi per la minima lavorazione e l'aratura. In particolare nel 2018 il contenuto proteico e glutinico è stato chiaramente depresso con la semina diretta. La contaminazione da DON, in questo caso è risultata più vicina alle attese con una concentrazione minore nel caso delle lavorazioni più energiche che comportano un interramento dei residui rispetto alla semina diretta, solitamente più contaminata.

Effetto della difesa fungicida

Presso l'azienda Guerri e Bindi (2017) e Serusi (2018) si sono confrontate diverse modalità di difesa di foglia e spiga. Nel 2017 l'andamento più asciutto non ha visto la coltura interessata da malattie

fungine significative, viceversa nel 2018 si sono manifestate in particolari il complesso della septoriosi sulle foglie e la fusariosi sulla spiga.
Una sintesi dei dati produttivi e qualitativi su grano duro è riportata in tabella 2.4.4 e in figura 2.4.2. L'effetto dell'andamento meteorologico è stato come atteso molto evidente. Nell'annata più asciutta l'effetto produttivo e qualitativo dei trattamenti è stato marginale; viceversa nell'anno più umido il trattamento di difesa ha determinato un incremento delle produzioni del 77 e del 93% rispettivamente con la sola difesa della foglia o con la difesa combinata della foglia e della spiga.

Tabella 2.4.4. Effetto della difesa fungicida sulle rese e il contenuto proteico (az. Guerri)

Trattamento	2017			2018		
	Produzione (q/ha)	Proteina (%)	DON (ppm)	Produzione (q/ha)	Proteina (%)	DON (ppm)
Testimone	34.34	15.20	nr	18.26	17.4	1.11
Difesa Foglia	33.96	15.15	nr	31.84	15.1	0.99
Difesa Foglia + Spiga	36.06	15.00	nr	34.75	14.7	0.52

In tale annata la difesa fungicida della spiga ha inoltre confermato di contribuire a ridurre di circa il 50% la concentrazione di DON rispetto al testimone. Tra i fungicidi per il controllo della fusariosi della spiga, le miscele a base di Protioconazolo e Metconazolo hanno presentato una evidente maggiore capacità di contenimento di questa micotossina, rispetto a quelle a base del solo Tebuconazolo o Ciproconazolo.

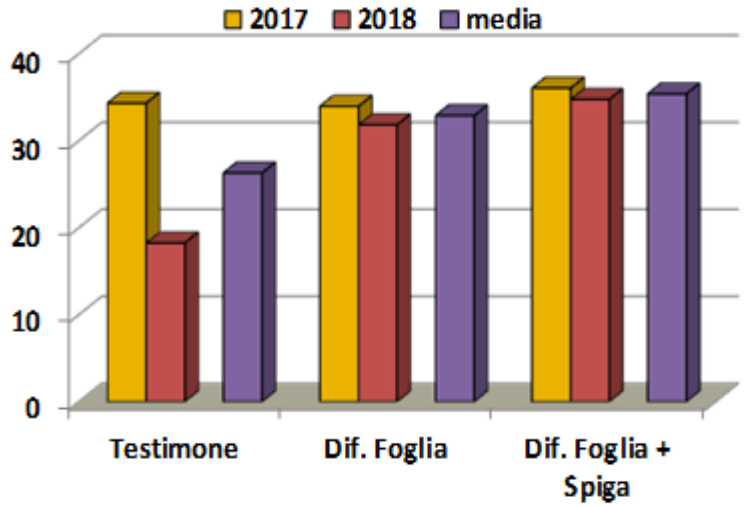


Figura 2.4.2: Effetto della difesa fungicida sulle rese di grano duro (q/ha)

Sempre su grano duro, presso l'azienda Serusi posta in collina, l'efficacia dei trattamenti anche nel secondo anno di prova è stato meno evidente, stante la maggiore ventilazione di questo ambiente, sebbene gli andamenti prima descritti si siano confermati. In questo ambiente nel 2018 la concentrazione di DON è stata sempre contenuta. Presso l'azienda Bindi si sono valutati gli effetti della difesa su grano tenero nel solo primo anno. In queste condizioni si sono manifestati vantaggi per la sola difesa della foglia, mentre, ricordando l'andamento asciutto delle primavere 2018, la difesa della spiga non ha apportato ulteriori vantaggi (Figura 2.4.3).

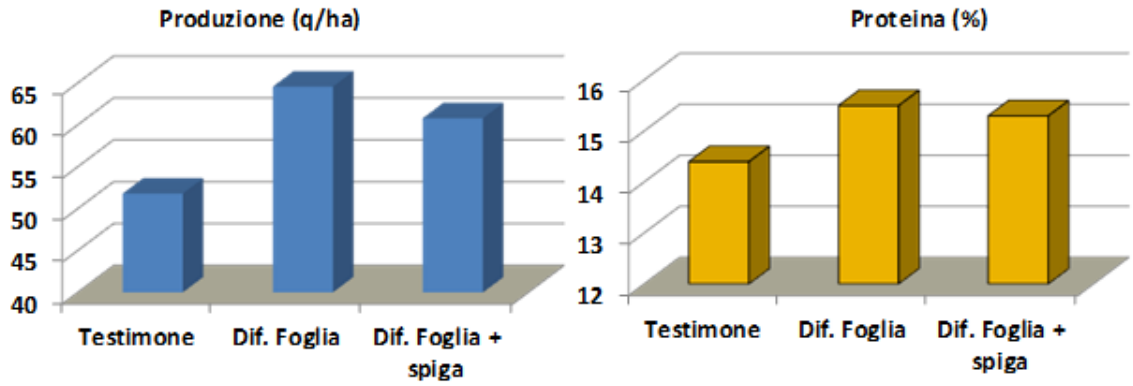


Figura 2.4.3: Effetto della difesa fungicida su rese e contenuto proteico di grano tenero

Effetto della dose di concime azotato

Presso l'azienda Guerri, S. Arrigucci (2017 e 2018) e presso l'azienda Petriglia (2018) è stato possibile evidenziare l'effetto della tipologia di fertilizzante azotato somministrato. Un primo confronto è stato effettuato su grano duro analizzando l'influenza dei concimi protetti o a lenta cessione rispetto a quelli convenzionali (nitrato ammonico). In entrambi gli anni i vantaggi produttivi del concime più pronto sono stati evidenti, mentre in termini qualitativi non si sono osservate differenze apprezzabili. Il concime fogliare non ha apportato vantaggi produttivi, ma ha contribuito nell'annata più siccitosa a sostenere il tenore proteico nella granella. Nel 2018 il concime a lenta cessione ha influenzato negativamente il contenuto di DON, mentre alcun effetto apprezzabile è causato dal concime azotato fogliare.

Tabella 2.4.5. Effetto su grano duro della fertilizzazione azotata sulle rese e il contenuto proteico

	2017			2018		
Fertilizzante	**Produzione (q/ha)**	**Proteina (%)**	**DON (ppm)**	**Produzione (q/ha)**	**Proteina (%)**	**DON (ppm)**
Effetto cessione						
Lenta cessione	39.72	11.55	nr	23.24	12.40	0.99
Nitrato ammonico	43.61	11.15	nr	34.81	12.40	0.66
Effetto fogliare						
Granulare	44.58	13.85	nr	31.63	12.40	0.90
Grununale + fogliare	38.75	15.00	nr	18.04	12.40	1.08

Su grano tenero i vantaggi produttivi ottenuti impiegando i più costosi fertilizzanti a lenta cessione si sono manifestati nella sola azienda Guerri nel secondo anno; viceversa nel primo anno le differenze non sono state apprezzabili e a vantaggio dei concimi a pronta cessione convenzionali nell'azienda Petriglia. Anche per il contenuto proteico, in 2 casi su 3 il contenuto proteico è stato superiore con i concimi convenzionali. Il contenuto in DON, anche nel 2018 non è risultato influenzato in modo apprezzabile dalla tipologia di concime azotato (dati non riportati).

Tabella 2.4.6. Effetto su grano tenero della fertilizzazione azotata sulle rese e il contenuto proteico

Fertilizzante	2017		2018 Guerri		2018 Petriglia	
	Produzione (q/ha)	Proteina (%)	Produzione (q/ha)	Proteina (%)	Produzione (q/ha)	Proteina (%)
Lenta cessione	59.52	13.50	65.56	13.35	51.08	14.7
Nitrato ammonico	59.71	14.25	60.13	12.8	58.37	15.6

In conclusione, le sperimentazioni agronomiche hanno permesso di individuare percorsi agrotecnici per indirizzare e migliore la produzione e la qualità del frumento tenero e duro. Queste indicazioni, come previsto, saranno utilizzati per definire linee guida per la stesura di disciplinari di produzione in grado di rispondere ai capitolati di fornitura imposti dal mercato per le filiere avanzate e di eccellenza.

Azioni F2.5 - F2.6 Rilievi coordinati

In tutte le condizioni agrotecniche impostate nei campi sperimentali e nelle due annate agrarie sono stati effettuati rilievi coordinati su: insediamento della coltura, danni da freddo, densità colturale, densità di spighe alla raccolta, allettamento, incidenza e severità delle patologie (mal del piede, septoriosi, ruggini, fusariosi della spiga).

Azione F2.7 Sperimentazione e validazione di una strategia innovativa integrata per la qualità dei suoli

Durante le attività dei campi sperimentali è stata perfezionata e validata una strategia innovativa integrata per il monitoraggio della qualità dei suoli. Questa strategia include le analisi chimico fisiche e tessiturali di ogni appezzamento, la determinazione della qualità biologica (tramite il test QBS-Ar) dei suoli ed il monitoraggio ecotossicologico tramite organismi bioindicatori. Il test QBS-Ar è stato condotto su ogni parcellone di sperimentazione delle diverse tecniche di lavorazione, all'inizio della nuova semina e dopo le concimazioni per verificare se i vari parametri (coltura precedente, lavorazioni e concimazioni) causavano una modificazione nella fauna del suolo e quindi un impoverimento del terreno. Nei campi sperimentali dove sono state condotte le sperimentazioni della difesa da attacchi fungini tramite uso di diversi fungicidi sono state effettuate le esposizioni di organismi bioindicatori (lombrichi) per valutare gli effetti dell'utilizzo degli anticrittogamici su organismi non bersaglio ma che sono naturalmente presenti nei suoli.

Analisi Chimico Fisiche dei suoli

In ogni campo interessato dalla sperimentazione sono state condotte le analisi dei suoli sia dal punto di vista chimico che tessiturale sono stati definiti parametri quali: la tessitura, il pH, il contenuto in N totale, C organico totale, P assimilabile, K, Mg e Fe scambiabile, sostanza organica, rapporto C/N, calcare totale e attivo e capacità di scambio cationico.

Tabella 2.7.1 Esempi di analisi dei suoli dei campi sperimentali

		Guerri 1		Arrigucci A.			Serusi	Arrigucci S.	
Parametro	unità di misura	1A	1B	2A monte	2B centro	2c valle		5A monte	5B valle
pH		7.9	8	8.1	8.1	8.1	8	8.2	8.1
azoto totale	N g/kg	1.1	1.6	1.3	1.1	1.4	1.2	1.3	1.2
fosforo assimilabile	P2O5 mg/kg	16	13	7	5	6	6	9	14
potassio scambiabile	K2O mg/kg	108	187	271	216	268	201	247	208
calcio scambiabile	Ca mg/kg	2590	5111	3.165	4314	4496	3455	3660	2958
magnesio scambiabile	Mg mg/kg	93	193	233	191	265	172	329	475

ferro assimilabile	Fe mg/kg	22	17	15	12	15	10	15	29
sostanza organica	%	1.78	2.78	1.74	1.74	2.21	1.41	1.91	1.81
C/N		9.4	10.1	7.8	9.2	9.2	6.8	8.5	8.8
calcare totale	%	15	17.5	12.5	5.8	7.5	20.1	12.5	16.7
calcare attivo	%	3.2	3.8	4.4	2.1	3.8	6.8	8.7	11.1
C.S.C.	meq/100g	14	27.6	18.4	23.7	25.3	19.2	21.6	19.2
argilla	%	18.8	37.2	31.7	33.5	38.3	34.7	42.1	36.9
limo	%	27.8	41	38.6	40.4	44	44.3	45.6	48.4
sabbia	%	53.4	21.8	29.7	26.1	17.7	21	12.3	14.7

QBS-ar

L'indice QBS-ar utilizza il criterio delle forme biologiche si basa sulla composizione dell'intera comunità di microartropodi del suolo in modo da avere un'indicazione del livello di adattamento alla vita ipogea. Si tratta di un approccio biologico, che privilegia l'aspetto ecologico e permette di superare le difficoltà dell'analisi tassonomica a livello di specie. I microartropodi estratti da zolle di terreno di 10 cm di lato e 10 cm di profondità attraverso il sistema di Berlese-Tüllgren sono suddivisi in gruppi omogenei dal punto di vista morfologico. Ad ogni gruppo viene attribuito un valore di Indice Ecomorfologico (EMI) tra 1 e 20 a seconda del livello di adattamento al suolo; la somma degli EMI attribuiti ad ogni gruppo fornisce il valore dell'indice QBS-ar.Questo indice è stato applicato in tutti gli appezzamenti oggetto della sperimentazione agronomica, ed è stato valutato in due diversi periodi ritenuti significativi per valutare la composizione della fauna pedologica:

- il primo campionamento è avvenuto a fine estate- inizio autunno, ovvero nel momento in cui si terminava la coltura e venivano effettuate le lavorazioni preparatorie per la coltura successiva.

- Il secondo campionamento è stato effettuato successivamente alle concimazioni autunno-invernali nel momento crescita del frumento.

Sono state campionate tutte le tipologie morfologiche interessate dalla sperimentazione (pianura, collina) e le differenti composizioni tissutali dei terreni in quanto la sperimentazione agronomica prevedeva l'utilizzo di appezzamenti nelle zone delle crete senesi.

Risultati

I risultati del monitoraggio sono riportati in figura 2.7.1. I valori di EMI si presentano notevolmente bassi nel primo campionamento (terreno nudo e appena lavorato) con una chiara indicazione dell'effetto delle lavorazioni sulla struttura del suolo. Nel secondo campionamento si evidenzia invece un forte aumento dell'indice EMI dovuto alla presenza di microartropodi più specializzati che, anche grazie agli apporti di nutrienti forniti dalle concimazioni e alla maggior copertura vegetale hanno potuto colonizzare le aree interessate. La figura 2.7.2 evidenzia invece gli effetti di tre tipologie di lavorazione del terreno sulle comunità dei microartropodi del suolo. Come è possibile vedere in figura la tecnica di lavorazione con semina su sodo è quella meno invasiva mentre la lavorazione tradizionale risulta essere la più distruttiva per le comunità del suolo in quanto un poderoso rivoltamento del suolo di più di 60 cm altera completamente gli orizzonti del suolo. Il secondo campionamento evidenzia un forte recupero nei valori EMI per quanto riguarda la lavorazione minima mentre non si assiste ad un miglioramento per quanto riguarda la lavoraizone tradizionale.

Conclusioni

Questo indice ha permesso di evidenziare come l'assenza di perturbazione del suolo con lavorazione meccanica permetta una stabilizzazione della popolazione degli organismi del suolo e quindi un miglior mantenimento della fertilità.

Figura 2.7.1. Valori di Indice ecomorfologico (EMI) valutati nei campi oggetto della sperimentazione

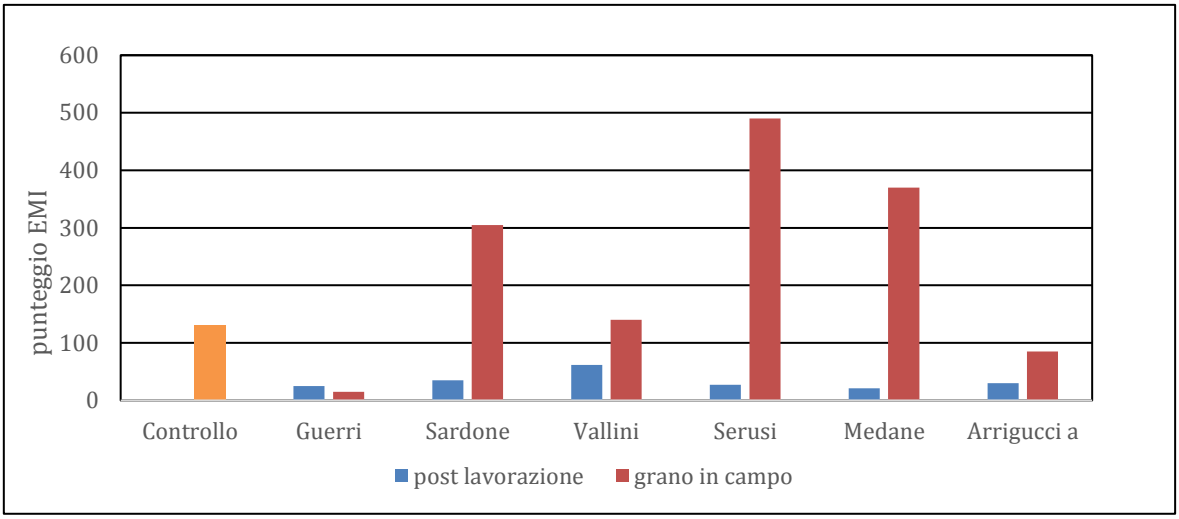
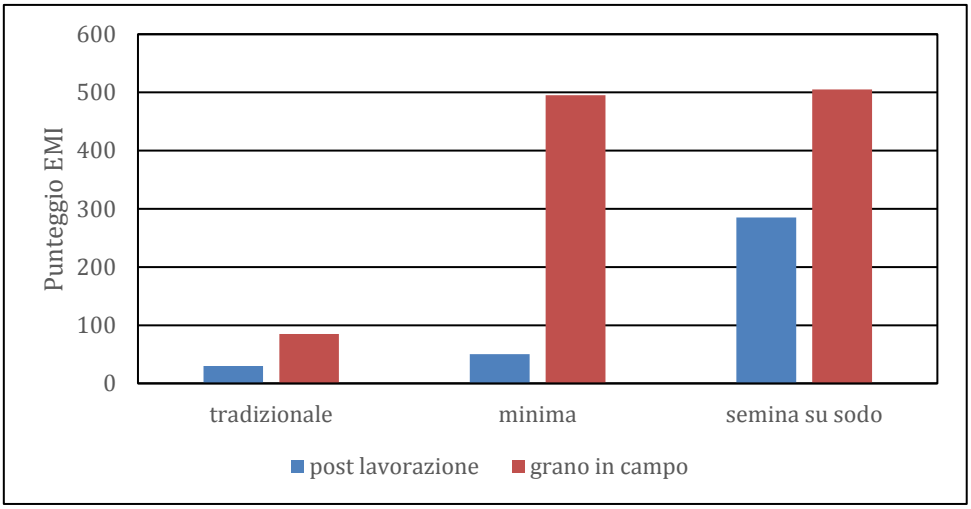


Figura 2.7.2. Valori di Indice ecomorfologico (EMI) valutati nelle tre diverse tecniche di lavorazione del terreno



BIO-test nel lombrico *Eisenia fetida*

L'utilizzo intensivo e sempre più necessario degli agrofarmaci e soprattutto dei fungicidi nelle coltivazioni di frumento può' rappresentare un rischio per gli organismi che risiedono nei suoli agricoli o in prossimità di questi. All'interno di questa attività progettuale è stato effettuato un monitoraggio su alcuni campi sperimentali devoluti a testare diversi metodi di difesa utilizzando un bioindicatore del suolo, il lombrico *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). Sui campi sperimentali sono stati testati in alternativa o in modo sequenziale alcuni fungicidi commerciali, Amistar®xtra, Mirador®, Icarus® e Prosaro® su coltivazioni di grano duro: è stata fatta una distinzione tra fungicidi economici (Mirador® e Icarus®) e costosi (Amistar®xtra e Prosaro®). Ad oggi non esiste nessuno studio pubblicato che abbia valutato gli effetti sub-letali in esemplari di *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) esposti a fungicidi durante le operazioni di trattamento dei cereali.

La finalità del monitoraggio era quella di valutare i potenziali effetti tossicologici dei fungicidi impiegati alle dosi di utilizzo in campo, indicate su ogni etichetta CLP, sugli organismi *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) trapiantati in un appezzamento agricolo.

Il lombrico

I lombrichi sono considerati uno dei più importanti bioindicatori del suolo e vengono usati in molti studi per la valutazione dello stato del suolo e la salute degli ecosistemi (Landrum et al. 2006). I lombrichi possono assorbire i pesticidi tramite contatto o per ingestione di materiale contaminato, questo due metodologie rappresentano delle situazioni reali che possono avvenire in natura. Gli effetti dei pesticidi sui lombrichi possono essere molto vari e vanno dalla morte dell'individuo a danni che possono essere temporanei o permanenti. La specie *Eisenia fetida* viene usata frequentemente come bioindicatore per la valutazione dei danni ecologici che possono essere stati provocati da sostanze tossiche che sono state rilasciate del suolo (Lanno et al. 2004; Römbke et al. 2005; Zhang et al. 2006; Schreck et al. 2008; Xu et al., 2010). Questa specie è anche molto importante perché risulta molto abbondante nel suolo andando a ricoprire un ruolo fondamentale nell'ecosistema

I fungicidi monitorati

In questo progetto sono stati utilizzati 4 fungicidi molto diffusi nell'agricoltura intensiva che si distinguono per il prezzo, per l'applicazione sulla pianta e per le tempistiche del trattamento.

Amistar® xtra:

è composto per il 7% da Ciproconazolo (80g/l) e per oltre il 18% da Azossistrobina (200g/l) ed è un fungicida costoso ad ampio spettro in sospensione concentrata, cioè il principio attivo viene finemente macinato e disperso in acqua. Viene applicato sulla foglia del cereale nel periodo che va dall'accestimento fino alla fioritura. Ha un'elevata capacità di prevenire, anche a lunga durata, le patologie fungine soprattutto per frumento e orzo e inoltre viene anche utilizzato contro le malattie nella barbabietola da zucchero.

Mirador®

è composto per circa il 23,2% da Azossistrobina puro (250g/l) e anche questo, come il precedente, è in sospensione concentrata e deve essere applicato sulla foglia con l'unica differenza di essere più economico. Viene usato specialmente sul grano, orzo e riso grazie alla sua attività curativa e difensiva.

Icarus®:

è composto per circa il 19,6% da Tebuconazolo (200g/l) puro ed è in emulsione olio/acqua, cioè il principio attivo insieme a un solvente adatto viene disperso finemente in goccioline e sciolto in acqua o olio. E' un fungicida economico sistemico molto utilizzato sia per la difesa della spiga nei cereali sia per la guarigione di altre piante come le Drupacee (pesco, susino, mandorlo, albicocco e ciliegio), le Pomacee (ovvero le piante che come frutto producono un pomo come melo e pero) e anche Vite e Orticole, specialmente dagli attacchi di Oidio.

Prosaro®:

è composto per il 12,7% da Protioconazolo (125g/l) e sempre per il 12,7% da Tebuconazolo (125g/l) ed è a formulazione liquida e costoso. Viene impiegato su cereali nella fase di spigatura/fioritura e non deve essere usato per più di 2 trattamenti l'anno con un intervallo minimo di 14 giorni tra uno e l'altro. È considerato il fungicida per eccellenza nella protezione da fusariosi della spiga e nel controllo delle micotossine ad essa associate.

Disegno sperimentale

Gli esemplari di *Eisenia fetida*, prelevati da un allevamento biologico e mantenuti costantemente umidi, sono stati collocati in gabbie (20 in ognuna) interrate fino alla superficie del terreno nei campi

sperimentali localizzati a Malignano (nel comune di Sovicille (Siena)) ed a Montalbuccio (comune di Siena), dove veniva effettuata la sperimentazione delle tecniche di difesa. Il trattamento è iniziato 7 giorni dopo il posizionamento degli organismi in loco ed è stato suddiviso in due tempi: in un primo momento, durante la fase di crescita della pianta, sono stati applicati due specifici fungicidi per la difesa della foglia (Mirador® e Amistar®xtra) e successivamente, al momento della spigatura, sono stati impiegati altri due fungicidi (Prosaro® e Icarus®) che invece hanno la capacità di proteggere la spiga. La quantità di fungicida applicato è stata stabilita in base alla dose indicata su ogni etichetta di sicurezza del prodotto fitosanitario per le coltivazioni del grano (Mirador®: 0,8-1 L/ha; Prosaro®: 1 L/ha; Amistar®xtra: 0,6-1 L/ha; Icarus®: 1,25 L/ha). L'appezzamento è stato suddiviso, come riportato nello schema 1, in cinque parcelle in cui la quinta è il testimone non trattato inoltre per ognuna di esse è stata fatta la spartizione nei due diversi trattamenti avvenuti in tempistiche diverse. Gli organismi sono stati controllati giornalmente e in base alle condizioni atmosferiche sono stati bagnati per far rimanere umido il terreno e garantirne la sopravvivenza. L'esperimento si è concluso 7 giorni dopo l'ultimo trattamento, avvenuto il novantesimo giorno, e al termine della scadenza prestabilita gli organismi sono stati prelevati e portati in laboratorio dove sono state controllate le condizioni di salute e di vita. Successivamente sono stati pesati e poi lavati con una soluzione salina di NaCl (0,85 mg/ml) per poter espellere il contenuto dello stomaco. L'ultimo passaggio prima di essere conservati a -80°C è stato quello del sacrificio dell'animale.

Tabella 2.7.2 Fungicidi impiegati nel campo sperimentale; due fogliari (Mirador® e Amistar®xtra) e due per la spiga (Icarus® e Prosaro®), rispettivamente economici i primi e costosi i secondi. Nelle parcelle 1 e 3 sono stati applicati prima un fungicida fogliare e poi uno per la spiga. Nelle parcelle 2 e 4 invece solo i fungicidi fogliari.

Parcella 1	**Parcella 2**	**Parcella 3**	**Parcella 4**	**Parcella 5**
Mirador® + Icarus®	Mirador®	Amistar®xtra + Prosaro®	Amistar®xtra	Controllo®

BIO-TEST

Sui lombrichi sono stati eseguiti una serie di test biochimici e cellulari per la valutazione di alcuni effetti potenzialmente legati ai fungicidi. La capacità di metabolizzazione e detossificazione di contaminanti quali i fungicidi, è stata testata tramite l'enzima glutatione S-transferasi (GST) (Habig e collaboratori (1974)), l'eventuale presenza di stress ossidativo è stato misurato tramite il test della perossidazione lipidica (LPO) che valuta l'azione dei radicali liberi sulle membrane cellulari (Bird & Draper (1984)) e delle catalasi (CAT) (Aebi (1986)). L'attività del sistema immunitario è stata valutata attraverso il lisozima (Keller et al. (2006), modificato).

Di seguito sono riportati i principali risultati (medie e deviazione standard) ottenuti nei due campi sperimentali, per i diversi *biomarkers*.

Attività metabolizzante: Glutatione S-transferasi (GST)

In figura 2.7.3 sono riportati i valori medi e le deviazioni standard delle attività della glutatione S-transferasi (GST) misurate in esemplari di *Eisenia fetida* esposti ai fungicidi Mirador®, Mirador®+Icarus®, Amistar®xtra+Prosaro®, nei campi sperimentali di Malignano e Montalbuccio. I dati relativi al trattamento con solo il fungicida Amistar®xtra a Malignano non sono disponibili in quanto gli animali, al momento del campionamento, non erano in numero sufficiente per essere analizzati. Il grafico mostra che le attività della GST risultano più elevate rispetto al controllo in tutti i

trattamenti tranne in quello con i fungicidi Mirador®+Icarus® a Malignano. Il trattamento con Mirador® ha evidenziato una differenza statisticamente significativa rispetto al controllo ($p<0,05$) e quello con Mirador®+Icarus® ha evidenziato una seconda differenza statisticamente significativa rispetto al gruppo del fungicida Mirador® ($p<0,05$). Il confronto fra i risultati dei due appezzamenti mostra una sostanziale omogeneità delle risposte con valori superiori al controllo in tutti i trattamenti ad eccezione, come già evidenziato, del Mirador®+Icarus® di Malignano. I valori di attività elevata che si riscontrano per i trattamenti Mirador® (nel campo sperimentale di Malignano) e Amistar®xtra (nel campo sperimentale di Montalbuccio) è comparabile con il già citato studio fatto da Han e collaboratori (2016), i quali hanno posto l'attenzione sugli effetti dell'azossistrobina, che è il principio attivo principale presente nei due fungicidi fogliari, applicandola a valori crescenti (1, 10, 100 µg/L) per 28 giorni sugli esemplari di pesce zebra (*Danio rerio*). L'esperimento ha mostrato che, dopo il 21° giorno, l'attività della GST aumentava notevolmente rispetto al controllo. Anche un altro studio effettuato da Ferreira e collaboratori (2010) ha testato invece il principio attivo tebuconazolo, che è presente in entrambi i fungicidi da applicare sulla spiga (Prosaro® e Icarus®), applicandolo sugli esemplari della specie *Ramdia quelen.* Anche in questo lavoro è stato notato un incremento significativo del 160% dell'attività di GST rispetto al controllo con una dose del principio attivo pari a 0,88 mg/L. Dal grafico si può inoltre osservare come sia maggiore l'attività della GST per i trattamenti fogliari rispetto a quelli applicati successivamente sulla spiga; probabilmente causata sempre dalla maggior esposizione del suolo, e quindi degli organismi bioindicatori al fungicida fogliare rispetto al trattamento alla spiga.

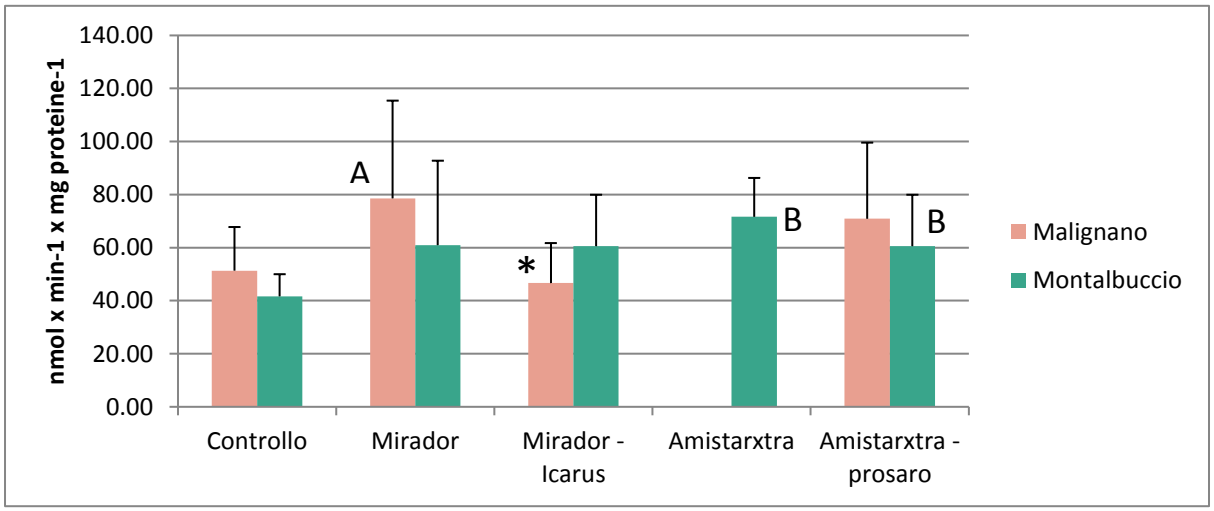


Figura 2.7.3: Attività del glutatione S-transferasi, GST (media, deviazione standard) misurata in esemplari di *Eisenia fetida* esposti ai fungicidi Mirador®, Mirador®+Icarus®, Amistar®xtra, Amistar®xtra+Prosaro® nei due campi sperimentali. La lettera A rappresenta una differenza statisticamente significativa rispetto al gruppo di controllo per il campo sperimentale di Malignano. La lettera B rappresenta una differenza statisticamente significativa rispetto al gruppo di controllo per il campo sperimentale di Montalbuccio. L'* rappresenta una differenza statisticamente significativa rispetto al gruppo del fungicida Mirador® da solo per il campo sperimentale di Malignano ($p<0,05$).

Test di stress ossidativo: Catalasi e Perossidazione Lipidica

In figura 2.7.4 sono riportati i valori medi e le deviazioni standard delle attività dell'enzima catalasi (CAT) misurate negli esemplari di *Eisenia fetida* esposti ai fungicidi Mirador®, Mirador®+Icarus®, Amistar®xtra+Prosaro®, nei due campi sperimentali. Dal grafico si nota molto bene che per Malignano l'enzima catalasi ha i valori di attività più elevati nel trattamento Mirador®+Icarus® rispetto sia al controllo che agli altri gruppi di fungicidi; anche se non si evidenziano differenze statisticamente significative, probabilmente a causa dell'elevata deviazione standard. Per quanto riguarda invece i risultati relativi all'attività dell'enzima catalasi ottenuti dagli esemplari di Montalbuccio non si evidenziano sostanziali differenze fra i diversi trattamenti, che presentano valori mediamente più bassi rispetto al trattamento Mirador®+Icarus® di Malignano e sono simili agli altri gruppi di Malignano.

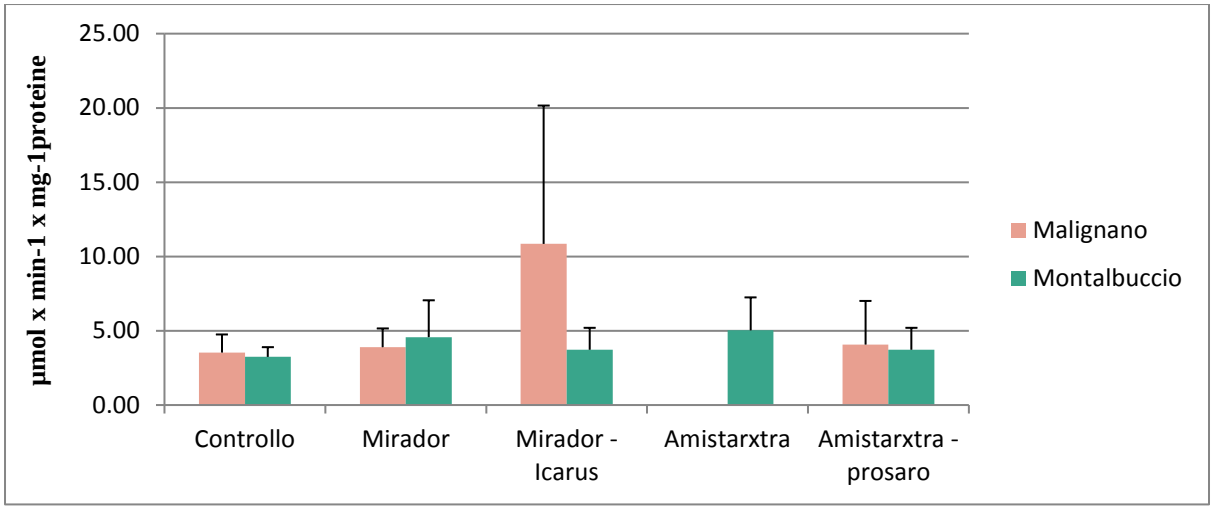


Figura 2.7.4 : Attività di catalasi, CAT (media, deviazione standard) misurata in esemplari di *Eisenia fetida* esposti ai fungicidi Mirador®, Mirador®+Icarus®, Amistar®xtra, Amistar®xtra+Prosaro®, nei due campi sperimentali.

Perossidazione lipidica (LPO):

In figura 2.7.5 sono riportati i valori medi e le deviazioni standard dei livelli della perossidazione lipidica (LPO) misurate in esemplari di *Eisenia fetida* esposti ai fungicidi Mirador®, Mirador®+Icarus®, Amistar®xtra+Prosaro®, nei campi sperimentali di Malignano e Montalbuccio. Nella stessa figura vengono inoltre riportati, per poter fare un confronto, anche i valori delle risposte dei livelli della perossidazione lipidica (LPO) ottenute dallo studio effettuato nel campo sperimentale di Montalbuccio. Il grafico mostra in modo chiaro che i livelli di perossidazione lipidica più elevata si riscontrano nella parcella trattata con Mirador®+Icarus® nel campo sperimentale di Malignano, che risulta avere una differenza statisticamente significativa rispetto al gruppo del fungicida Mirador® da solo ($p<0,05$). Per quanto riguarda i risultati ottenuti sugli esemplari di Montalbuccio non si sono evidenziate differenze statisticamente significative ma si può notare dal grafico che si ha un maggiore incremento dei livelli dell'LPO per i trattamenti con i fungicidi fogliari Mirador® e Amistar®xtra. Questa differenza è spiegabile dal fatto che i trattamenti della spiga vengono effettuati quando la pianta è già cresciuta in altezza e in larghezza e di conseguenza presenta una maggiore copertura fogliare. Così si crea una barriera naturale che limita e impedisce al fungicida di raggiungere del tutto il terreno. La crescita elevata dei valori della perossidazione lipidica nel trattamento con i fungicidi Mirador®+Icarus® può essere messa a paragone con lo studio, già riportato precedentemente, di Toni e collaboratori (2011) che mostra come ci sia un aumento di concentrazione di TBARS ad ogni trattamento col fungicida tebuconazolo, principio attivo del fungicida Icarus®.

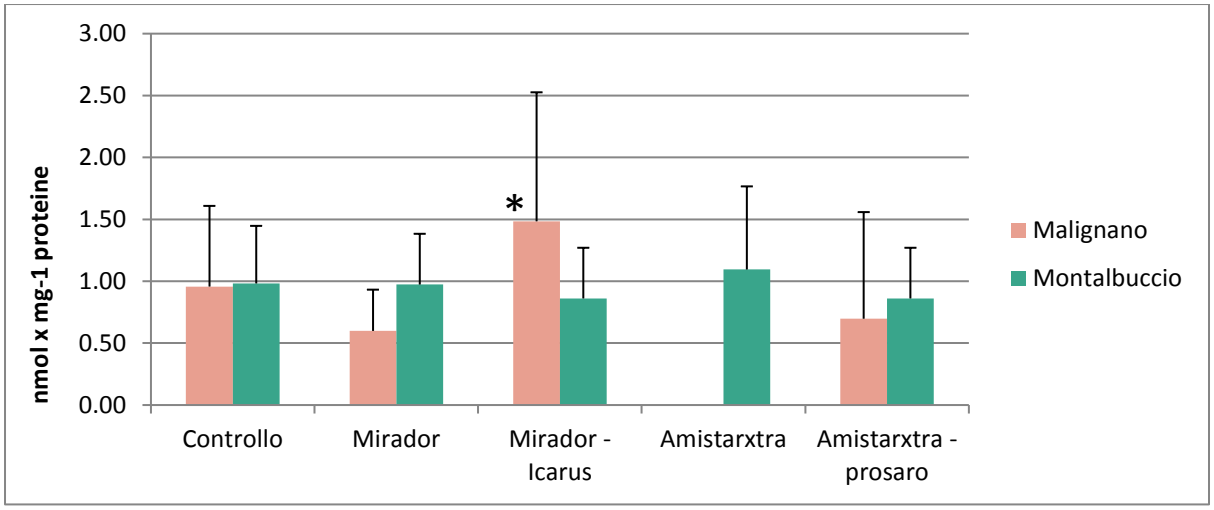


Figura 2.7.5: Attività della perossidazione lipidica, LPO (media, deviazione standard) misurata in esemplari di *Eisenia fetida* esposti ai fungicidi Mirador®, Mirador®+Icarus®, Amistar®xtra, Amistar®xtra+Prosaro®, nei due campi sperimentali. * rappresenta una differenza statisticamente significativa rispetto al gruppo del fungicida Mirador® da solo per il campo sperimentale di Malignano ($p<0,05$).

Lisozima

In figura 2.7.6 sono riportati i valori medi e le deviazioni standard delle attività del lisozima misurate in esemplari di *Eisenia fetida* esposti ai fungicidi Mirador®, Mirador®+Icarus®, Amistar®xtra+Prosaro®, nei 2 campi sperimentali. Nessun trattamento, di entrambi i campi sperimentali, ha evidenziato differenze statisticamente significative rispetto al controllo, dal grafico però si può osservare che mediamente i valori dell'attività del lisozima ottenuti nei gruppi trattati a Malignano sono più elevati rispetto a quelli di Montalbuccio. Inoltre si nota che nei trattamenti con due fungicidi (Mirador®+Icarus® e Amistar®xtra+Prosaro®) il livello dell'attività del lisozima è maggiore rispetto a quelli con il solo fungicida fogliare: l'utilizzo dei fungicidi da applicare sulla spiga, Icarus® e Prosaro®, ha portato a un leggero (non significativo) incremento dell'attività del lisozima in tutti e due i campi sperimentali.

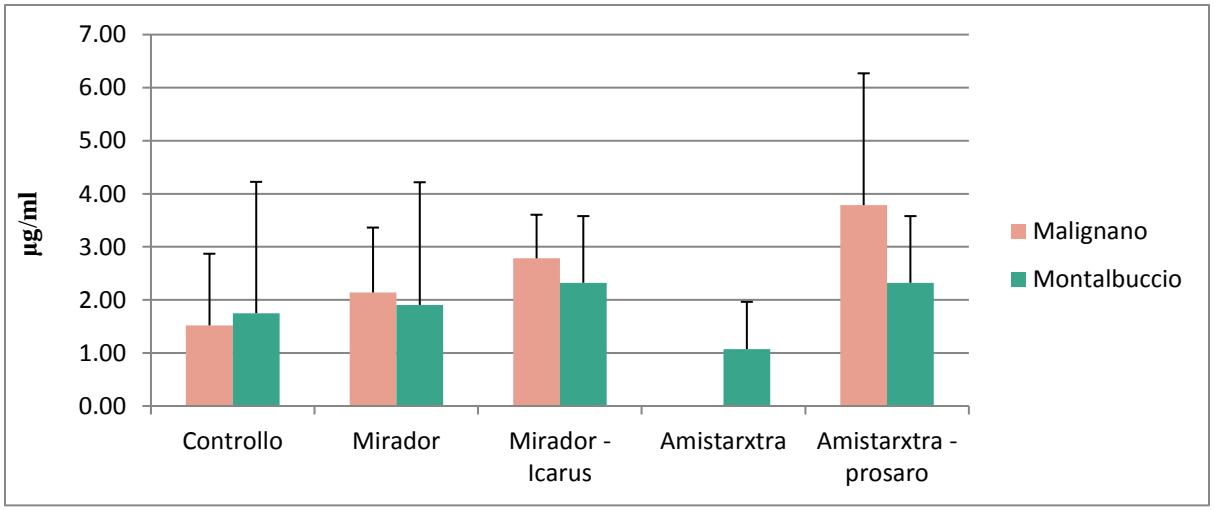


Figura 2.7.6 : Attività del lisozima (media, deviazione standard) misurata in esemplari di *Eisenia fetida* esposti ai fungicidi Mirador®, Mirador®+Icarus®, Amistar®xtra, Amistar®xtra+Prosaro®, nei due campi sperimentali.

Conclusioni
Nei campi sperimentali è stata testata e validata una metodologia innovativa di controllo ambientale sul suolo basata su un approccio che integra parametri chimici e parametri biologici. Tale approccio ha consentito di monitorare la qualità del suolo durante l'applicazione delle diverse pratiche agronomiche e come eventualmente queste ultime ne influenzano la biodiversità. Sono state evidenziate differenze per quello che riguarda il QBS-ar tra i diversi periodi di lavorazione, mentre per i test effettuati sui lombrichi è stata rilevata una alterazione significativa solo in alcuni casi e limitatamente agli enzimi detossificanti.

Azione F2.8 Valutazione economica delle tecniche di coltivazione innovative.

Obiettivi e linee di svolgimento della valutazione economica.

Obiettivo principale di questa azione è la valutazione economica delle innovazioni proposte, ponendo a confronto i loro risultati economici con quelli delle tecniche normali.
Per questo occorre stimare preliminarmente i costi di produzione del frumento secondo le tecniche normali. I costi di produzione variano però con l'ambiente agronomico, principalmente giacitura e pendenza, e con le dimensioni aziendali cui corrispondono parchi macchine diversi per tipologia e dimensioni dei cantieri di lavoro. Quindi è stato necessario prima definire un areale di indagine e, in esso, individuare le principali tipologie colturali e aziendali tramite la rilevazione dei dati di interesse presso un campione di aziende. In seguito sono stati calcolati i costi di produzione. Nella rilevazione dei dati aziendali e colturali e, in seguito, anche dai risultati della sperimentazione agronomica eseguita, è emersa una grande variabilità in termini di quantità e qualità delle produzioni. A questo si deve aggiungere anche l'incertezza dei prezzi del prodotto, che siano quelli di mercato o quelli di conferimento alla struttura cooperativa di stoccaggio, entrambi variabili nel tempo e con la qualità del prodotto stesso.
L'analisi economica pertanto non è stata svolta riguardo ai redditi bensì, determinati costi di produzione per unità di superficie e assunte le rese ottenibili, ricorrendo alla stima del "prezzo di pareggio". Questo può essere efficacemente utilizzato per valutare la convenienza alla produzione rispetto ad un prezzo di vendita determinato dalla qualità del prodotto e dai canali commerciali capaci di valorizzarla.
Le stesse problematiche valgono anche per la valutazione delle tecniche innovative che, inoltre, riguardano singole operazioni i cui effetti possono essere sommati o meno rendendo le rese non determinabili a priori. Per queste tecniche si è ricorsi alla stima del costo in termini di "prodotto equivalente" corrispondente al costo delle operazioni colturali interessate.
Le valutazioni in termini di redditi restano pertanto subordinate alla determinazione dei risultati quantitativi e qualitativi da fare per ogni caso concreto, integrando le informazioni e gli strumenti forniti sia di tipo economico che, ancor prima, di tipo agronomico e tecnico.
Le analisi economiche sono state precedute da un inquadramento storico e territoriale delle superfici e delle produzioni del frumento duro e tenero e da alcune considerazioni generali sulle possibili strategie di miglioramento delle redditività della coltivazione del frumento.
L'ampia trattazione di queste ultime e i richiami teorici che contengono sono stati reputati necessari quale premessa per la comprensione delle problematiche inerenti le valutazioni economiche che le seguono e di quanto previsto nell'Azione F5.2.

Superfici coltivate a grano e produzioni

A livello mondiale circa il 4,6% della superficie agricola nel Mondo è coltivata con grano. La percentuale è più elevata è in Europa e in Asia Centrale. Nell'Europa a 28 Paesi la superficie investita a frumento, con riferimento alla campagna agricola 2017-2018, è pari 26,5 milioni di ettari.
A fronte di tali dimensioni, secondo i dati più recenti corrispondono circa 722 milioni di tonnellate di grano prodotte di cui quasi il 21% in Europa (Tab.2.8.1).

Tabella 2.8.1. Produzione a livello mondiale investita a frumento

Area	Produzione	
	Mln t.	su Mondo
Mondo	722	
Unione Europea	153	21%
Italia	7,1	0,98%

Fonte: Fao, Cereal supply and demand. 2018

In Italia la superficie interessata alla coltivazione del frumento è pari a circa 1.800.000 ettari con una produzione di circa 7 milioni di tonnellate annue (Tab. 2.8.2). Le regioni con un numero più elevato di ettari sono l'Emilia Romagna, il Piemonte e la Lombardia. In termini produttivi l'Emilia Romagna si conferma la regione con la produzione più elevata con oltre 9 milioni di quintali.

Tabella 2.8-2. Distribuzione a livello regionale della superficie a frumento nel 2017

Regioni	Frumento tenero		Frumento duro		Totale Frumento	
	Superficie ha	Produzione q.li	Superficie ha	Produzione q.li	Superficie ha	Produzione q.li
Piemonte	82.156	3.955.984	2.136	8.658	84.292	3.964.642
Valle d'Aosta	6	220	-	-	6	220
Lombardia	56.556	3.633.062	17.121	107.440	73.677	3.740.502
Liguria	162	4.023	-	-	162	4.023
Trentino-Alto Adige	64	2.560	-	-	64	2.560
Veneto	72.642	5.340.049	14.655	98.343	87.297	5.438.392
Friuli-Venezia Giulia	11.996	578.706	400	2.046	12.396	580.752
Emilia-Romagna	122.602	8.569.743	68.699	461.151	191.301	9.030.894
Toscana	27.337	856.357	79.400	228.615	106.737	1.084.972
Umbria	24.700	1.114.475	24.600	100.205	49.300	1.214.680
Marche	13.295	669.208	109.785	455.563	123.080	1.124.771
Lazio	13.750	561.250	41.400	125.980	55.150	687.230
Abruzzo	22.682	990.311	34.415	131.477	57.097	1.121.788
Molise	3.700	138.200	56.900	199.150	60.600	337.350
Campania	16.620	540.734	56.407	175.710	73.027	716.444
Puglia	15.550	352.000	343.300	943.000	358.850	1.295.000
Basilicata	7.010	187.403	115.300	329.360	122.310	516.763
Calabria	10.443	295.566	24.229	66.745	34.672	362.311
Sicilia	400	10.100	285.525	807.175	285.925	817.275
Sardegna	45	973	30.584	79.878	30.629	80.851
ITALIA	501.716	27.800.924	1.304.856	43.204.956	1.806.572	71.005.880

Fonte: Istat, stima delle superfici e produzioni delle coltivazioni agrarie

Nella Tabella 2.8.3 e nella Figura 2.8.1 è riportato l'andamento delle consistenze della coltivazione del frumento negli ultimi 11 anni. Si osserva una sostanziale tenuta del frumento duro e una progressiva riduzione di quello tenero.

Tabella 2.8-3. Superfici e produzioni di frumento in Italia dal 2007

Anno	Frumento tenero		Frumento duro		Totale Frumento	
	Superficie ha x 1.000	Prod. totale t. x 1.000	Superficie ha x 1.000	Prod. totale t. x 1.000	Superficie ha x 1.000	Prod. totale t. x 1.000
2007	661,21	3.256,56	1.439,23	4.015,26	2.100,44	7.271,82
2008	702,23	3.758,26	1.586,83	5.193,33	2.289,05	8.951,59
2009	568,27	2.943,54	1.254,08	3.708,68	1.822,36	6.652,22
2010	548,87	2.936,79	1.281,61	4.011,73	1.830,48	6.948,52
2011	533,61	2.855,78	1.198,97	3.858,48	1.732,58	6.714,26
2012	593,49	3.509,08	1.260,14	4.243,08	1.853,64	7.752,16
2013	631,67	3.368,53	1.270,49	4.055,50	1.902,16	7.424,02
2014	586,62	3.123,02	1.287,56	4.120,96	1.874,18	7.243,98
2015	553,64	3.006,35	1.328,87	4.481,12	1.882,52	7.487,46
2016	528,74	3.006,68	1.383,68	5.129,21	1.912,42	8.135,88
2017	501,72	2.780,09	1.304,86	4.320,50	1.806,57	7.100,59

Fonte: Istat, stima delle superfici e produzioni delle coltivazioni agrarie

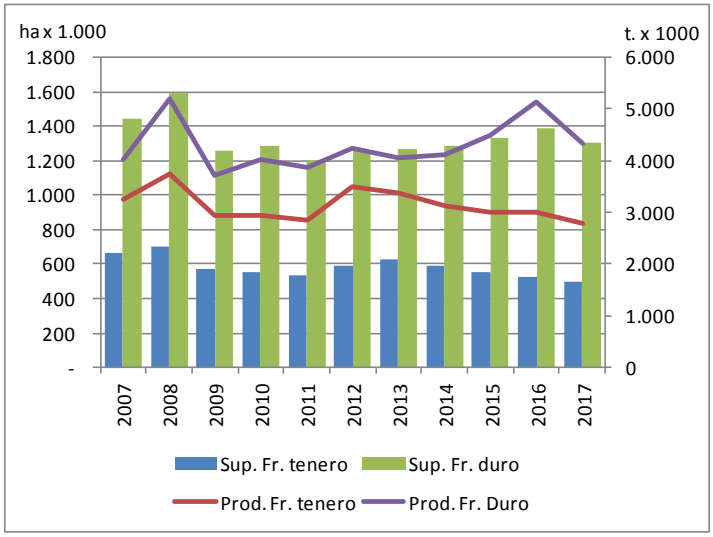


Figura 2.8-1. Andamento superfici e produzioni di frumento in Italia dal 2007

Viste la situazione a livello globale e nazionale, poniamo adesso l'attenzione sull'area di interesse del Progetto, ovvero la Toscana e in particolare la provincia di Siena.
Dai dati più recenti (Tab. 2.8.4) risulta che le Province di Pisa, Siena e Grosseto rappresentano il 69% della superficie coltivata a frumento e il 71% della produzione totale della Toscana. Si può pertanto parlare di una vera e propria specializzazione territoriale della coltura nella parte centro-meridionale del territorio regionale, corrispondente per la gran parte alla collina interna.
Il frumento duro risulta prevalere fortemente sul tenero costituendo il 73% della produzione regionale di frumento, percentuale che sale all'81% nella Provincia di Siena.
La provincia di Siena ha la quota maggiore della produzione di frumento duro (30,5%) e, escludendo il modesto peso delle realtà locali delle Province di Massa Carrara, Lucca e Prato, anche le maggiori rese sia per il Fr. Tenero (38 q.li/ha) che per il Fr. duro (35 q.li/ha) (Tab. 2.8.5).

Tabella 2.8.4. Superfici e produzioni di frumento delle Province toscane nel 2017

Provincia	Frumento tenero				Frumento duro				Totale Frumento			
	Superficie ha		Prod. totale t.		Superficie ha		Prod. totale t.		Superficie ha		Prod. totale t.	
Massa-Carrara	142	*0,5%*	433	*0,5%*	-	*0,0%*	-	*0,0%*	142	*0,1%*	433	*0,1%*
Lucca	346	*1,3%*	1.450	*1,7%*	35	*0,0%*	146	*0,1%*	381	*0,4%*	1.596	*0,5%*
Pistoia	172	*0,6%*	521	*0,6%*	28	*0,0%*	84	*0,0%*	200	*0,2%*	605	*0,2%*
Firenze	5.000	*18,3%*	17.500	*20,4%*	2.600	*3,3%*	7.280	*3,2%*	7.600	*7,1%*	24.780	*7,9%*
Livorno	1.050	*3,8%*	2.625	*3,1%*	7.380	*9,3%*	19.300	*8,4%*	8.430	*7,9%*	21.925	*7,0%*
Pisa	6.500	*23,8%*	19.500	*22,8%*	18.000	*22,7%*	43.000	*18,8%*	24.500	*23,0%*	62.500	*19,9%*
Arezzo	6.500	*23,8%*	18.200	*21,3%*	9.200	*11,6%*	22.080	*9,7%*	15.700	*14,7%*	40.280	*12,8%*
Siena	**4.357**	***15,9%***	**16.557**	***19,3%***	**19.937**	***25,1%***	**69.780**	***30,5%***	**24.294**	***22,8%***	**86.336**	***27,5%***
Grosseto	3.000	*11,0%*	7.500	*8,8%*	22.000	*27,7%*	66.000	*28,9%*	25.000	*23,4%*	73.500	*23,4%*
Prato	270	*1,0%*	1.350	*1,6%*	220	*0,3%*	946	*0,4%*	490	*0,5%*	2.296	*0,7%*
Toscana	27.337	*100,0%*	85.636	*100,0%*	79.400	*100,0%*	228.615	*100,0%*	106.737	*100,0%*	314.251	*100,0%*

Fonte: Istat, stima delle superfici e produzioni delle coltivazioni agrarie

Tabella 2.8.5. Rese medie del frumento nel 2017

Provincia	Rese medie q.li/ha	
	Fr. tenero	Fr. duro
Massa-Carrara	30,5	-
Lucca	41,9	41,7
Pistoia	30,3	29,8
Firenze	35,0	28,0
Livorno	25,0	26,2
Pisa	30,0	23,9
Arezzo	28,0	24,0
Siena	**38,0**	**35,0**
Grosseto	25,0	30,0
Prato	50,0	43,0
Toscana	31,3	28,8

ns. elaborazione su dati Istat citati

Nelle Tabelle 2.8.6 e 2.8.7 sono riportate le superfici e le produzioni di frumento del periodo 2007-2017 per la Toscana e la Provincia di Siena.
Il confronto dell'andamento storico di questi dati mostra un maggiore variabilità rispetto ai dati nazionali e una sostanziale tenuta della coltivazione del Fr. Tenero a livello regionale (Fig. 2.8.2). Nella Provincia di Siena (Fig. 2.8.3) invece si osserva una progressiva diminuzione delle superfici e delle produzioni, ben più marcata per il frumento duro.

Tabella 2.8-6. Superfici e produzioni di frumento in Toscana dal 2007

Anno	Frumento tenero		Frumento duro		Totale Frumento	
	Superficie ha	Prod. totale t.	Superficie ha	Prod. totale t.	Superficie ha	Prod. totale t.
2007	21.706	79.284	102.479	340.612	124.185	419.896
2008	24.708	91.369	150.635	506.390	175.343	597.760
2009	10.834	38.309	87.185	294.364	98.019	332.673
2010	12.740	44.900	94.340	288.194	107.080	333.094
2011	14.387	48.485	74.918	248.532	89.305	297.017
2012	23.041	78.662	91.839	294.263	114.880	372.925
2013	22.938	74.816	62.687	204.077	85.625	278.893
2014	25.923	88.693	79.273	271.912	105.196	360.604
2015	18.638	66.901	88.892	288.800	107.530	355.701
2016	20.401	70.652	86.103	289.583	106.504	360.235
2017	27.337	85.636	79.400	228.615	106.737	314.251

Fonte: Istat, stima delle superfici e produzioni delle coltivazioni agrarie

Tabella 2.8-7. Superfici e produzioni di frumento in Provincia di Siena dal 2007

Anno	Frumento tenero		Frumento duro		Totale Frumento	
	Superficie ha	Prod. totale t.	Superficie ha	Prod. totale t.	Superficie ha	Prod. totale t.
2007	4.454	18.707	32.385	113.347	36.839	132.054
2008	6.220	24.880	61.680	203.544	67.900	228.424
2009	3.908	13.678	36.122	119.203	40.030	132.881
2010	2.230	7.805	31.870	95.610	34.100	103.415
2011	3.900	14.820	22.500	76.500	26.400	91.320
2012	5.481	22.472	29.146	99.096	34.627	121.569
2013	5.065	20.260	18.627	55.881	23.692	76.141
2014	4.815	19.184	23.424	77.159	28.239	96.343
2015	4.000	18.481	22.452	70.413	26.452	88.895
2016	4.250	16.025	22.500	79.000	26.750	95.025
2017	4.357	16.557	19.937	69.780	24.294	86.336

Fonte: Istat, stima delle superfici e produzioni delle coltivazioni agrarie

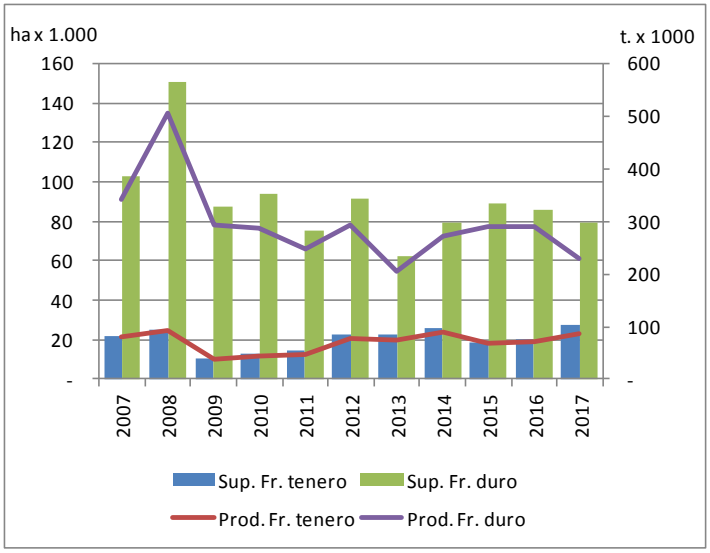


Figura 2.8-2. Andamento superfici e produzioni di frumento in Toscana dal 2007

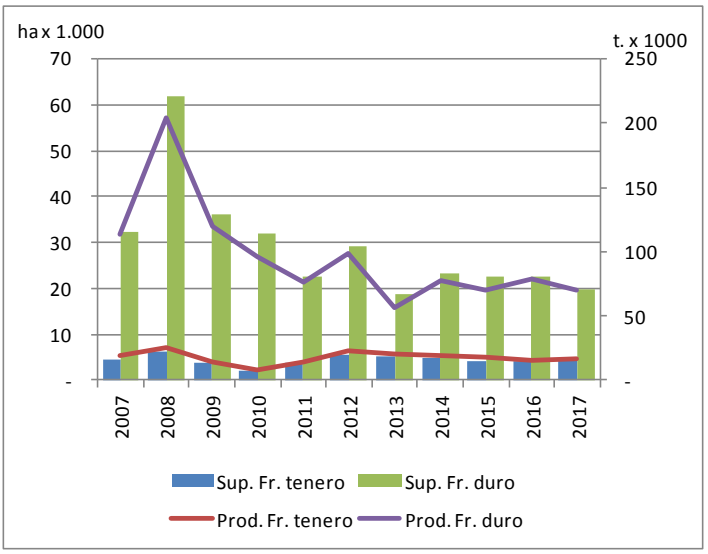


Figura 2.8-3. Andamento superfici e produzioni di frumento in Provincia di Siena dal 2007

Si ritiene che la tale riduzione sia dovuta essenzialmente al calo dei prezzi del frumento che ha scoraggiato le semine, mentre le sempre più frequenti avversità climatiche sembrano aver inciso più sulla qualità del prodotto (e quindi sul prezzo di vendita) che sulle rese che non sono variate significativamente (Tab. 2.8.8)

Tabella 2.8-8. Rese medie del frumento nella Provincia di Siena dal 2007

Provincia	Rese medie q.li/ha	
	Fr. tenero	Fr. duro
2007	42,0	35,0
2008	40,0	33,0
2009	35,0	33,0
2010	35,0	30,0
2011	38,0	34,0
2012	41,0	34,0
2013	40,0	30,0
2014	39,8	32,9
2015	46,2	31,4
2016	37,7	35,1
2017	38,0	35,0
Media	39,3	33,0

ns. elaborazione su dati Istat citati

In proposito occorre ricordare che i cereali sono una *commodity*[1] i cui prezzi sono determinati dal mercato internazionale ed il cui andamento risente di numerosi fattori (climatici, tecnici, economici e politici). La variazione della disponibilità per grandi aree geografiche dipende dalla possibilità di integrare l'offerta e la domanda con prodotti importati o esportati da altre aree.
I cereali in Italia e nel Mondo sono un gruppo di prodotti chiave nel determinare il quadro complessivo delle produzioni agricole. Il loro ruolo è fondamentale nell'ambito delle commodity destinate all'uso alimentare.
Attualmente stiamo attraversando una fase caratterizzata da prezzi estremamente bassi. Da quando il sistema di protezione dei prezzi messo in piedi dall'Unione europea è stato smantellato, la volatilità dei prezzi è diventata un fenomeno strutturale del mercato delle commodity agricole.
A pagarne le conseguenze sono soprattutto i cereali a paglia: il grano tenero ha iniziato un crollo inesorabile delle quotazioni che sono arrivate nell'ordine di 150 euro/t. Ma è il grano duro che recentemente è risultato più penalizzato dato che dal giugno 2015 al giugno 2016 si è ridotto di oltre 100 euro/t.
Anche gli attuali prezzi mostrano un andamento decrescente (Tab. 2.8.9).

Tabella 2.8.9. Variazione dei prezzi del frumento nel periodo 2017-2018

(prezzi in €/t.)	gen-17 media	gen-18 media	ago-18 media	Var.% 2017-18
Grano tenero				
Speciali di forza 14% ps. 80	229,50	218,90	206,50	-10%
Speciali 12% ps. 79	192,50	192,10	202,50	5%
Fino 11% ps. 78	183,00	189,20	198,00	8%
Grano duro				
Fino 13% ps. 79	232,50	223,50	217,50	-6%
Buono merc. 12% ps. 77	nq.	nq.	204,50	
Mercantile 11% ps. 75	nq.	nq.	186,50	

Fonte: Ager, Borsa Merci 2017-18

Strategie di miglioramento della redditività

La filiera del grano e la redditività della fase agricola
La filiera del Frumento (Fig. 2.8.4) è caratterizzata da quattro fasi principali alle quali corrispondono altrettanti attori:
- Produzione ⇨ Agricoltori
- Stoccaggio alla produzione ⇨ Centri di raccolta
- Molitura (prima trasformazione) ⇨ Mulini
- Panificazione / Pastificazione ⇨ Panifici / Pastifici

[1] Per commodity si intende una materia prima o un altro bene standardizzato, facilmente stoccabile e conservabile nel tempo, adatta ad un'ampia e facile commercializzazione. Le principali commodity agricole (dette anche soft commodity) a livello mondiale sono le colture cerealicole, da olio e da proteine, alcune colture da radice, da tubero e da fibra, le principali colture coloniali quali il the, il caffè e il cacao.
http://www.waterandfoodsecurity.org/scheda.php?id=116

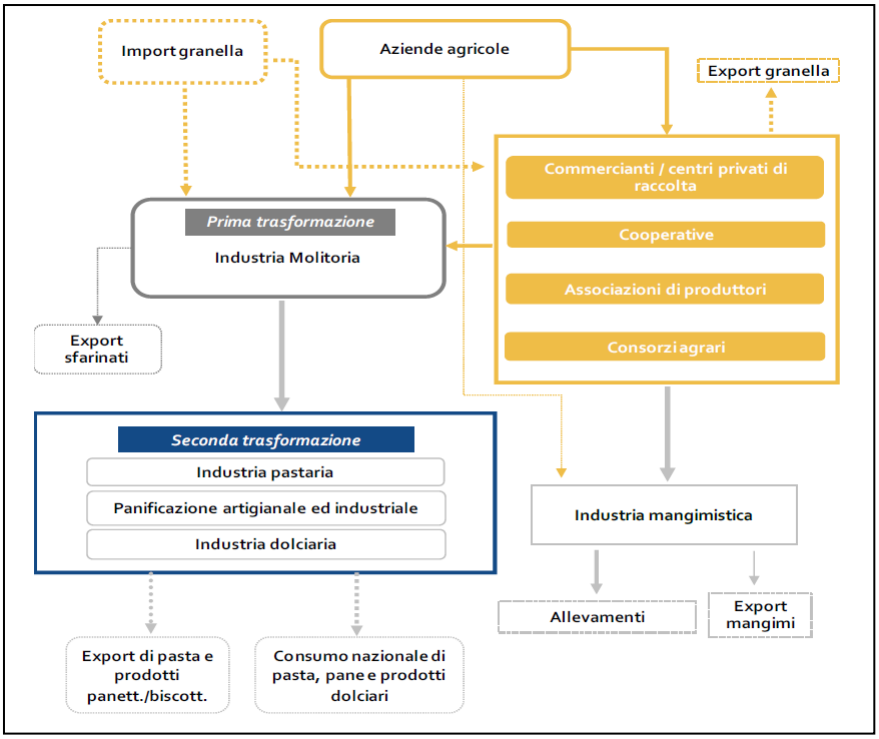


Figura 2.8.4. La filiera cerealicola nazionale

Immagine tratta da: ISMEA, Schede di settore - Settore: Cereali, Febbraio 2017

In molte realtà come nel caso del nostro Progetto la fase di produzione agricola è integrata con quella della prima commercializzazione (stoccaggio e vendita) che tramite la Cooperativa vede la diretta partecipazione degli agricoltori alla creazione e alla distribuzione del valore aggiunto.

Ad ogni passaggio di fase si realizza un incontro tra domanda e offerta che costituisce un proprio "mercato" di riferimento con relativi prezzi. La numerosità degli attori diminuisce via via e al pari cresce la loro forza contrattuale.

L'industria molitoria può facilmente accedere direttamente al mercato internazionale caratterizzato da prezzi più contenuti e da un'ampia gamma di qualità merceologiche adeguate alle sue necessità.

La fase agricola risulta essere quella più debole della filiera per la difficoltà di concentrare una offerta che sia al contempo competitiva rispetto ai parametri qualitativi e abbastanza consistente per una efficace contrattazione del prezzo della qualità offerta.

Negli ultimi anni la redditività della coltivazione del frumento si è ridotta fortemente.

Resta un obiettivo preminente del Progetto migliorare la sostenibilità "complessiva" della fase agricola di questa filiera attraverso la diffusione delle innovazioni proposte, considerandone sia l'aspetto economico che anche quello ambientale, entrambi dovuti e comunque interagenti tra loro.

Dal punto di vista economico il problema si pone come miglioramento del Reddito della fase agricola, quale elemento indispensabile per la sopravvivenza dell'attività delle aziende agricole e dell'intero settore.

Il ricavo e la convenienza per il produttore agricolo possono avere origine soltanto dall'interazione di fattori locali (produzioni per ettaro, decisioni aziendali sulle superfici investite) con un prezzo che è esogeno, in quanto fortemente condizionato dai mercati internazionali (Zuppiroli, 2003).

L'aspetto preponderante del processo produttivo è rappresentato dal reddito che l'impresa agricola può ricavare, ovvero dalla differenza tra ricavi e costi di produzione.

Le strategie di miglioramento della redditività devono quindi tendere all'incremento di primi e/o alla riduzione dei secondi tenendo conto delle interazioni tra le due azioni e dei vincoli di contesto (ambiente agronomico, di mercato, istituzionali, ecc.).

E' pertanto necessario individuare le possibili azioni che aumentano i ricavi e allo stesso tempo è importante individuare le possibili azioni che riducono i costi, così come individuare le combinazioni possibili coerenti con gli obiettivi (anche non economici), il che comporta la scelta di una combinazione più efficace possibile di azioni che possa incidere sull'incremento del reddito.

Alla base di una tale decisione vi è sicuramente anche la condizione per cui ogni realtà locale e/o aziendale ha vincoli particolari o soggettivi che possono limitare o orientare le scelte in una direzione o l'altra.
I ricavi possono essere incrementati attraverso il miglioramento della tecnica produttiva, tecnica che tenga conto delle diversità ambientali e che tenda ad aumentare le rese per ettaro e allo stesso tempo consideri la qualità del prodotto richiesta dal mercato, ovvero incidendo sul risultato combinato di resa e prezzo (Fig. 2.8.5).
Quindi, in generale, occorre prima stabilire le caratteristiche qualitative del prodotto da commercializzare (o di più prodotti alternativi) e poi dovranno essere individuate le tecniche di produzione che ne garantiscano l'ottenimento.
Tra le tecniche possibili dovrà essere individuata quella migliore per ottenere la massima quantità di quel prodotto con quella qualità (*output efficienza*), ovvero la cosiddetta "tecnica ricetta"[2] che prevede una determinata successione di operazioni.
La realizzazione della tecnica ricetta può essere eseguita con modalità diverse e tra queste dovrà essere privilegiata quella che consente di sostenere il minore costo (*input efficienza*).
In termini molto generali, la misura dell'efficienza di un'unità produttiva può essere definita per confronto tra il processo di produzione effettivamente realizzato e un altro processo, opportunatamente scelto, corrispondente a uno standard di ottimalità, che può avere valenza nel tempo e nello spazio (Laureti, 2006).

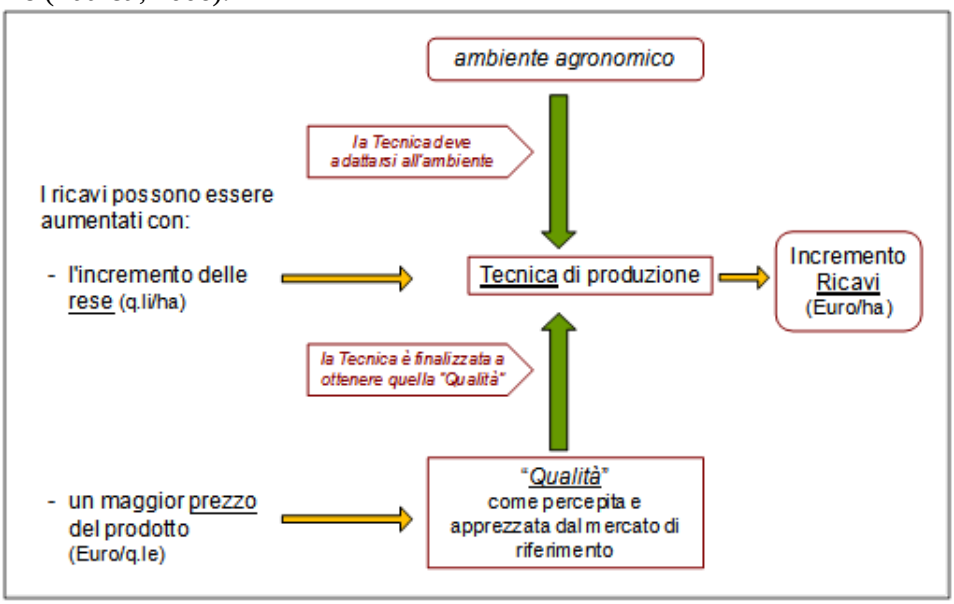


Figura 2.8.5. Definizione e obiettivi della Tecnica di produzione

Incremento dei ricavi: tecniche colturali.
Le tecniche agronomiche definiscono le operazioni necessarie la loro successione nel tempo e gli input materiali per ottenere le migliori quantità e qualità, ma anche il posto occupato nel tempo da ogni coltura nella rotazione e/o consociazione, aspetto importante per la loro successiva composizione nell'ordinamento colturale da assegnare all'azienda (Polidori et al. 2013).
Nella Figura 6 è riportato un esempio di tecnica ricetta per la coltivazione del frumento duro, come rilevato presso una delle aziende rilevate.

[2] La tecnica di coltivazione si può distinguere in due tecniche distinte: la tecnica agronomica detta anche tecnica ricetta e la tecnica produttiva (Polidori e Romagnoli, 1987).

Operazione	Perido utile (decade)		Materie prime		
	dal	al	descrizione	u.m.	quantità
Aratura a 35 cm	3.a ago	2.a set	_	_	-
Erpicatura 1.a	1.a set	3.a set	_	_	-
Diserbo pre-semina	2.a ott	1.a nov	Roundup® Platinum	lt	2,00
Concimazione	2.a ott	1.a nov	Fosf. Biamm 18/46	q.li	2,00
Erpicatura 2.a	2.a ott	1.a nov	_	_	-
Semina	2.a ott	1.a nov	Seme Fr. duro	kg	260,00
Apertura solchi acquai	2.a ott	1.a nov	_	_	-
Concimazione copertura 1.a	2.a gen	2.a gen	Nitrato Amm. 26%	q.li	1,50
Concimazione copertura 2.a	3.a feb	1.a mar	Nitrato Amm. 26%	q.li	1,50
Difesa e diserbo	1.a apr	1.a apr	Custodia®	lt	1,25
Difesa e diserbo	1.a apr	1.a apr	Floramix™	kg	0,23
Concimazione copertura 3.a	1.a apr	2.a apr	Nitrato Amm. 26%	q.li	1,00
Raccolta	1.a lug	1.a lug	_	_	-
Trasporto al centro az.	1.a lug	1.a lug	_	_	-

Figura 2.8.6. Esempio di tecnica ricetta del Frumento duro

La distribuzione temporale prevista dalla tecnica ricetta dei diversi processi produttivi presenti nell'ordinamento colturale definisce il calendario delle operazioni colturali (Fig. 2.8.7). Questo costituisce lo strumento tecnico operativo con il quale è possibile allocare i fabbisogni di ciascun fondo nei diversi periodi dell'anno, in termini di operazioni colturali e di materie prime necessarie per il ciclo produttivo.

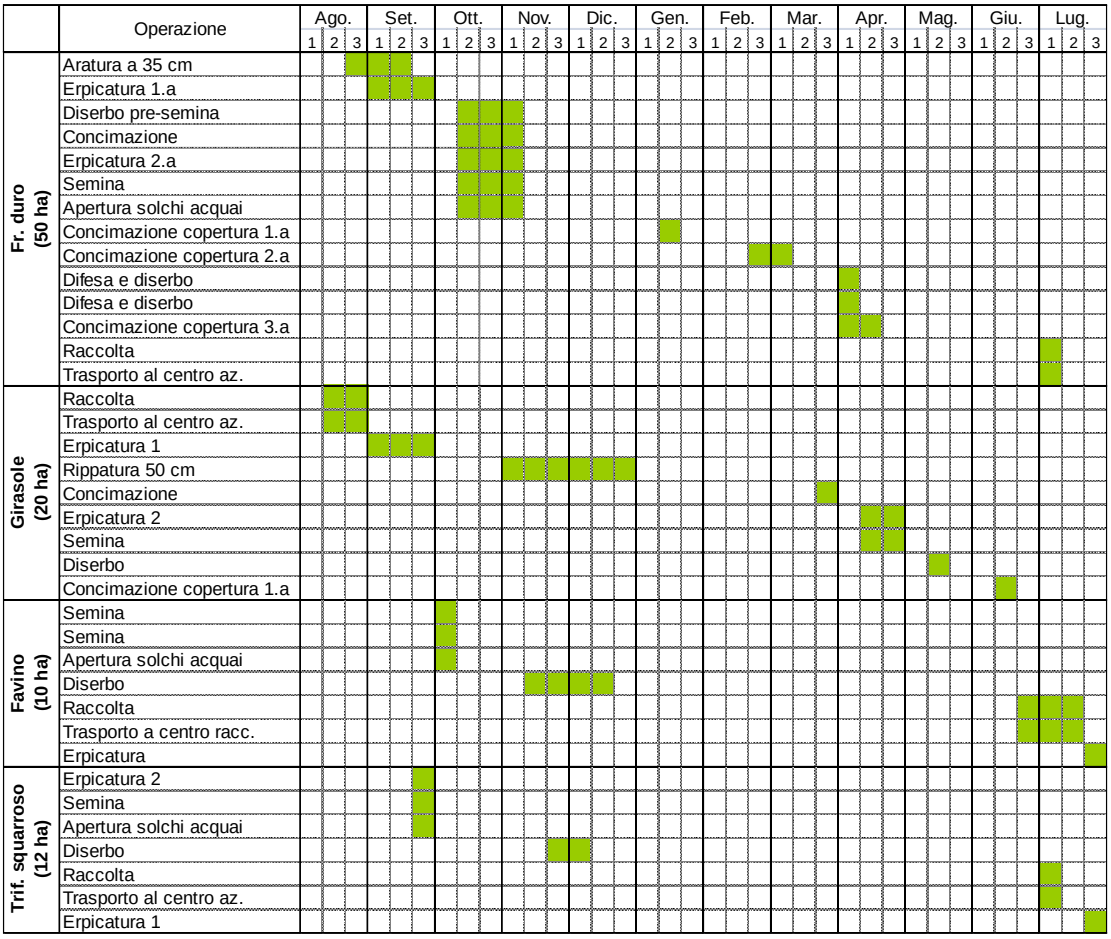


Figura F2.8.7. Esempio di calendario delle operazioni colturali di una rotazione

Un particolare aspetto dell'impiego del lavoro nell'azienda agraria è rappresentato dal cosiddetto "calendario di lavoro", ossia la distribuzione stagionale degli impieghi di lavoro nell'azienda.
La dimensione di ciascun processo produttivo, ovvero la superficie di ciascuna coltura, sarà assegnata in base alle dimensioni aziendali nel rispetto delle successioni colturali definite dalla tecnica agronomica.

Con l'attribuzione ad ogni operazione di un cantiere di lavoro con i suoi specifici impieghi di lavoro e macchine si determineranno i relativi fabbisogni complessivi dell'azienda, ripartiti per ciascun periodo dell'anno, ottenendo il cosiddetto "calendario del lavoro".
Nella Figura 8 ne è mostrato un esempio riferito ai fabbisogni di lavoro della rotazione della figura precedente avente una superficie complessiva di 100 ettari.
L'importanza del calendario del lavoro è cruciale per la verifica della sufficienza o dell'esuberanza delle risorse aziendali di macchine e manodopera e quindi per la valutazione dell'efficienza tecnico-economica dell'organizzazione aziendale, considerato che questa si ripercuote direttamente sui costi di produzione.

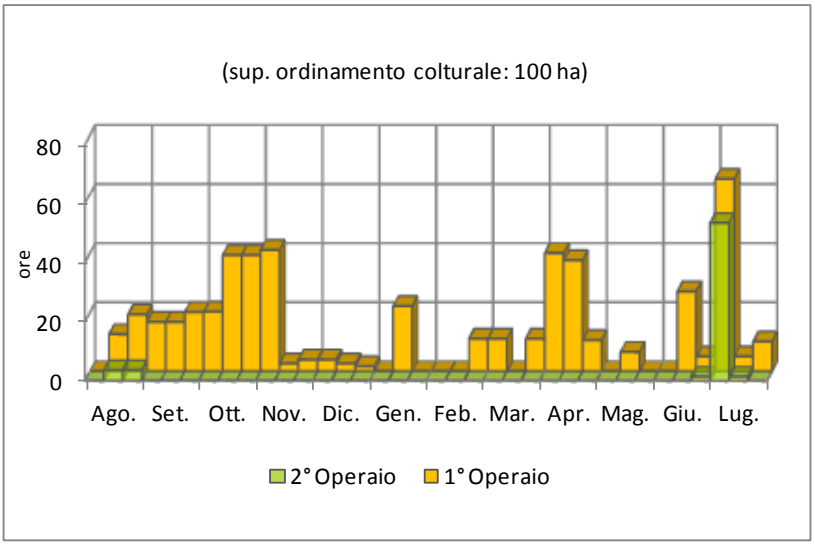


Figura 2.8.8. Esempio di calendario del lavoro di una rotazione

Incremento dei ricavi: qualità e prezzo.
I ricavi sono rappresentati dalla quantità del prodotto moltiplicato il prezzo di mercato ed è importante sottolineare che il prezzo dipende dalla qualità ottenuta.
Esiste infatti una relazione diretta tra prezzo del prodotto e livello della sua qualità. Una migliore qualità del prodotto può essere ripagata da un prezzo più elevato (€/unità di prodotto), anche se resta comunque prioritario l'incremento della quantità prodotta.
E' pertanto obbiettivo principale della tecnica ricetta adottata ottenere produzioni ottimali sia in termini quantitativi che anche qualitativi tali da soddisfare le richieste di mercato.
Il concetto di qualità, in generale e nella sua applicazione agli alimenti, appare in forte evoluzione sia nel tempo che nello spazio e varia molto anche da settore a settore e da prodotto a prodotto.
Parlando di "Qualità", per il frumento si possono evidenziare diverse tipologie, a seconda del mercato di riferimento e del tipo di acquirente:

- Qualità rispetto a parametri merceologici standardizzati di base (proteina, peso ettolitrico, bianconatura, ecc.) o tecnologici (caratteristiche per la panificazione, ecc.);
- Qualità organolettiche, edonistiche, ecc.
- Qualità salutistiche ovvero esclusione di residui dannosi assenti o ben sotto i limiti consentiti, contenuto di nutraceutici (come per esempio per i grani antichi[3]);

[3] Un recente studio eseguito presso la Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa dal gruppo "Plant-soil interactions" dell'Istituto di Scienze della Vita ha dimostrato come vecchi genotipi di frumento presentino non soltanto contenuti in ferro e zinco superiori alle varietà moderne di confronto per circa il 40 per cento, ma vantino anche un contenuto in polifenoli e flavonoidi totali e in acido lipoico in media superiori. Questi composti possono essere in grado di attivare sistemi di protezione contro l'accumulo di composti dannosi per la salute umana e hanno funzioni antitumorali, antinfiammatorie, immunosoppressive, cardiovascolari, antiossidanti e antivirali. http://www.gonews.it/2018/01/24/frumento-toscano-antico-migliora-le-proprieta-nutraceutiche-dei-nostri-piatti/ - Copyright © gonews.it

- Qualità immateriali (tipicità, affidabilità del marchio, km 0, ecc.);
- Qualità istituzionali, che spesso riuniscono più delle precedenti (certificazione BIO, Agriqualità[4], IGP, ecc.)

Nel caso specifico del frumento le possibili qualità attese del prodotto non sono esattamente definibili a priori dipendendo da fattori esogeni, in primis quelli climatici, e da quelle del mercato. Pertanto si tratta di specificare una qualità obiettivo tendenziale e continua (per esempio "la massima % di proteina") o di tipo discreto (per esempio proteina almeno pari al 14%).
Inoltre è da considerare che il prezzo di mercato può essere determinato da diversi parametri rendendo ancor più difficoltose le definizioni sia di una qualità obiettivo che del relativo prezzo che potrà anche essere intermedio a quelli normali di riferimento.
Nella Tabella 2.8.10 sono riportate le più recenti quotazioni del frumento che mostrano la differenza dei prezzi tra le varie categorie merceologiche e in particolare quello del prodotto biologico che è 1,5-2 volte maggiore della categoria base.

Tabella 2.8-10. Confronto dei prezzi di diverse categorie merceologiche di frumento

	media ago. 2018	
	€ / t. *	indice
Grano tenero		
Speciali di forza - prot. 14% min. p.s. 80	211,17	109
Speciali - prot. 12% min. p.s. 79	207,17	107
Fino - prot. 11% min. p.s. 78	204,17	105
Buono mercantile - p.s.76	193,67	100
da agr. BIO**, prot. 11% min. p.s. 75/78	290,00	150
Grano duro		
Fino - prot. 13% min. p.s. 79	217,50	117
Buono mercantile - prot. 12% min p.s. 77	204,50	110
Mercantile - prot. 11% p.s. 75	186,50	100
da agr. BIO**, prot. 12% min p.s. 78	395,00	212

* f/partenza BO e prov. limitrofe; ** prod. nazionale, f/arrivo BO

Fonte: Ager, Borsa Merci Bologna

Legato agli aspetti qualitativi è da considerare anche il sostegno pubblico che può essere accessibile solo con il rispetto di alcuni requisiti generali della tecnica di produzione, come per esempio per le certificazioni BIO e Agriqualità.
Per quanto concerne il sostegno alla produzione attraverso contributi comunitari è importante rilevare che la nuova PAC per i seminativi ha conservato gli incentivi accoppiati per le superfici coltivate a grano duro. Tuttavia la riduzione del plafond destinato a questa politica (30 milioni € per aiuti alle colture proteaginose e grano duro in Toscana, Umbria, Marche e Lazio) e la riduzione dei pagamenti disaccoppiati ad ettaro causata dal processo di convergenza verso valori unitari dei titoli omogenei e dall'ampliamento dei criteri di eleggibilità, possono avere effetti positivi a vantaggio delle colture cerealicole (Rocchi, 2016). Il sostegno accoppiato per la coltivazione del grano duro è pari per la campagna 2017/18 a 80,70 euro/ha, un importo di 20 euro superiore rispetto al 2016, grazie all'effetto dell'aumento del plafond e della diminuzione delle superfici a grano duro nel 2017.
Oltre a migliorare lo standard qualitativo è necessario anche valorizzare la qualità ottenuta inserendosi, in modo più o meno esteso, in filiere di alta qualità e poter così assorbire almeno parte del maggior valore aggiunto. Le modalità con le quali arrivarci possono essere diverse, dalla produzione di qualità superiore, ai contratti di filiera, fino alla integrazione della trasformazione e della commercializzazione del prodotto finale. In tutti i casi occorre valutare l'opportunità di realizzare forme di aggregazione orizzontale, sia per migliorare la propria forza contrattuale che per contenere i costi sfruttando eventuali economie di scala.
Particolarmente importati sembrano essere i contratti di filiera per una efficace valorizzazione del prodotto ma anche per le opportunità di accesso al sostegno pubblico, seppure sembrino non risultare molto incisive a causa dell'inserimento del sostegno nel regime "de minimis".

[4] Il Marchio Agriqualità è un marchio registrato, rilasciato dalla Regione Toscana ad aziende che producono e trasformano prodotti alimentari, ottenuti da Agricoltura Integrata, un'agricoltura basata su buone pratiche agricole rispettose dell'ambiente e della salute dei consumatori.

Nel 2017 infatti la Conferenza Stato Regioni ha approvato un decreto che stabilisce i criteri su come garantire il sostegno ai produttori della filiera cerealicola con la disponibilità del Mipaaf di un fondo da 10 milioni, che permette di ottenere un aiuto di 100 euro ad ettaro per produttore nei limiti del regime "de minimis". L'importo è stato incrementato a 200 euro per ettaro sia per i contratti sottoscritti nel 2016 con il precedente decreto interministeriale, sia per i contratti di nuova sottoscrizione[5]. Il regime di aiuto intende favorire il rafforzamento della filiera grano-pasta nazionale ed è applicabile per le campagne 2018 e 2019, tramite l'incentivazione dell'aggregazione e dell'organizzazione economica dei produttori di grano duro e dell'intera filiera produttiva. Inoltre, nello spirito di tale misura, oltre alla valorizzazione dei contratti di filiera nel comparto cerealicolo vi è anche il miglioramento della qualità del grano duro attraverso l'uso di sementi certificate.

Riduzione dei costi

Il modello adottato per la determinazione dei costi di produzione considera la suddivisione del costo economico totale in due categorie principali, costi variabili e costi fissi (Fig. 2.8.9).

I costi fissi di un fattore delle produzione (es. una macchina) devono essere sostenuti indipendentemente dall'impiego dello stesso (es. i costi di ricovero, assicurazione, ecc.). A ciascun processo produttivo sarà assegnata un quota di costi fissi secondo i criteri più adeguati (es. le ore d'uso per una macchina, la superficie per i costi fondiari, ecc.).

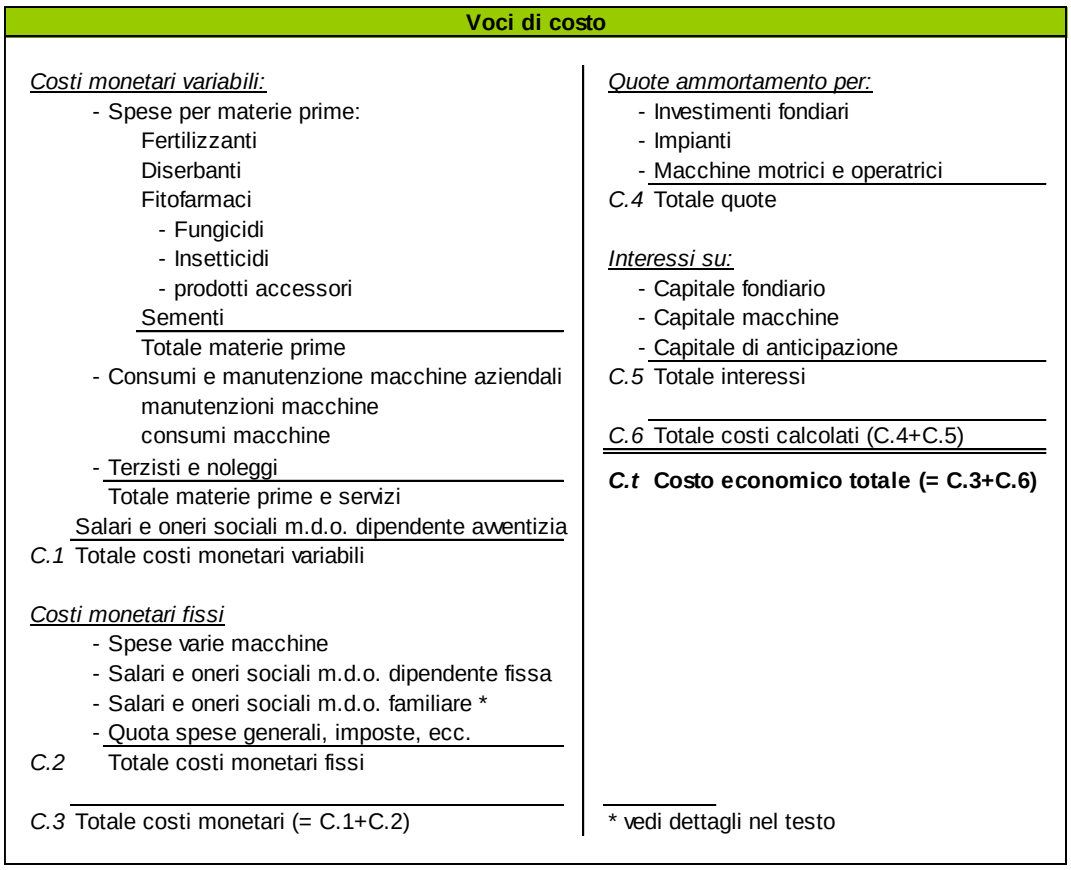


Figura F2.8.9. Composizione del costo economico totale

I costi sono suddivisi anche in costi "monetari" o espliciti e costi "calcolati" o impliciti.

[5] L'importo unitario dell'aiuto, per ciascun ettaro coltivato a grano duro, è determinato in base al rapporto tra l'ammontare dei fondi stanziati e la superficie totale coltivata a grano duro per la quale è stata presentata domanda di aiuto (Frascarelli, 2017).

I primi sono quelli che generano direttamente un flusso di cassa e hanno effetti immediati sui risultati dell'azienda. Sono facilmente quantificabili (rilevazione diretta) e gli agricoltori ne hanno normalmente una buona conoscenza.
I secondi riguardano i fattori forniti dall'imprenditore concreto: capitale fondiario e impianti, capitale di anticipazione, macchine, lavoro familiare. Questi costi sono calcolati, appunto, sulla base della considerazione che ha l'imprenditore del costo del loro uso (per esempio la durata economica delle macchine per calcolarne le quote di ammortamento, l'interesse di un investimento alternativo del valor capitale immobilizzato nelle macchine).
Si osserva che la percezione di questa categoria di costi da parte degli agricoltori è spesso scarsa e imprecisa. Illuminante in proposito quanto affermato da un agricoltore: "*Quando ho finito di pagare le rate il trattore non mi costa più niente. A parte i consumi, certo!*".
Sulla base di queste osservazioni e per una migliore fruibilità dei dati ottenuti, nelle valutazioni che seguono è stato evidenziato anche il totale dei costi monetari per dare modo agli agricoltori - destinatari dei risultati del Progetto di fare le loro soggettive valutazioni in base all'importanza che vogliano attribuire alle due categorie di costi.
Tre le diverse voci di costo meritano particolare attenzione il costo del lavoro familiare e quello dell'uso delle macchine.
Inoltre, perché influente sulla riduzione dei costi unitari del prodotto e strettamente legato al costo d'uso delle macchine, saranno esaminati anche gli effetti dell'ordinamento colturale in cui è inserito il frumento.

Lavoro familiare

La remunerazione del lavoro familiare è un costo implicito ed è teoricamente determinata dal Reddito di lavoro (RL) che si ottiene per differenza tra i ricavi e il costo economico totale, posto il profitto pari a zero. Il reddito di lavoro può pertanto assumere anche valori molto bassi o negativi.
Si osserva che la conduzione diretta è nettamente prevalente nella tipologia aziendali individuate e dato che finalità ultima del Progetto è la promozione di una sufficiente redditività della coltura del frumento e delle aziende che le coltivano, risulta imprescindibile una remunerazione minima del lavoro familiare.
Le valutazioni economiche sui costi di produzione dovranno tenere conto di questo vincolo e pertanto, in questa ottica e seppure in modo teoricamente non proprio ortodosso, anche il costo del lavoro familiare è stato compreso tra i costi espliciti assieme a quello del lavoro dipendente.
Il costo orario del lavoro familiare dovrebbe essere calcolato attribuendo un compenso annuo minimo e dividendolo per le ore annue di lavoro. Il compenso annuo è del tutto soggettivo, tanto che nel modello di simulazione previsto nell'Azione F5.2 può essere personalizzato. Nei calcoli che seguono invece il costo orario è stato standardizzato per garantirne la coerenza nei confronti tra i diversi modelli di produzione.
Al lavoro familiare è stato attribuito forfetariamente il costo di 11,50 €/ora.

Costo di esercizio delle macchine

Il costo d'uso delle macchine si determina tramite il calcolo del loro "Costo orario di esercizio".
Si considerano due categorie principali di costi: costi variabili e costi fissi. Tra i primi vi sono i consumi di carburanti e lubrificanti (proporzionali alla potenza impegnata), i costi di manutenzione e le ore di lavoro del conducente. Nei secondi le quote di ammortamento, la componente fissa delle spese di manutenzione, gli interessi sul capitale macchina.
Nella Tabella 2.8.11 è riportato lo schema di calcolo del costo orario di esercizio di due mietitrebbie di diversa potenza utilizzate nelle aziende rilevate. Il calcolo è eseguito utilizzando alcuni parametri tecnici reperiti dalla letteratura specializzata che, per ogni categoria di macchine, permettono di stimare il costo di esercizio a partire dal valore a nuovo e dalla potenza della macchina.

Tabella F2.8.11. Calcolo del costo orario di due mietitrebbie

		Cantiere Mietitrebbiatura *	
Macchina		Mietitrebbia autoliv. 180 CV con barra 4,5 m	Mietitrebbia autoliv. 300 CV con barra 6,0 m
Dati di base			
Vita tecnica	ore	3.500	3.500
Valore a nuovo (Vn)	€	107.000	183.000
Costi variabili (orari)			
Coeff. manut. e ripar. (% Vn) *		50%	50%
Costo manutenzioni e riparazioni	€	53.500	91.500
	€/ora	15,29	26,14
Potenza nominale motrice	CV	175	300
Coeff. impegno potenza (% su nom.)		80%	70%
Energia consumata	CVh	140	210
Costo CVh	€/CVh	0,176	0,176
Costo consumi carburante e lubrif.	€/ora	24,64	36,96
Manodopera	€/ora	11,50	11,50
Totale costi variabili	€/ora	51,43	74,60
Costi fissi (annuali)			
Coeff. Spese varie (% Vn)		2,00%	2,00%
Spese varie annuali	€	2.140	3.660
Valore di recupero (% Vn)	%	15%	15%
	€	16.050	27.450
Durata economica	anni	12	14
Quota annuale Ammort.	€	7.579	11.111
Valore attuale (% Vn)		50%	50%
	€	53.500	91.500
Saggio interessi		2%	2%
Interessi annuali	€	803	1.373
Totale costi fissi	€/anno	10.522	16.143
Impiego annuo macchine ***	ore/anno	130	100
Costi fissi orari	€/ora	80,9	161,4
Costo orario totale	€/ora	132,4	236,0

* escluso trasporto granella; ** per tutta la vita tecnica; *** esemplificativo per 100 ha

Si rimanda all'Appendice 2.8-B per i dettagli sul significato dei coefficienti e sui loro valori per le diverse categorie di macchine, mentre qui preme far notare il diverso effetto che hanno costi variabili e fissi nella determinazione del costo orario.

Il costo annuo totale ovviamente aumenta (in modo lineare) con l'impiego complessivo per la somma dei costi variabili proporzionali alle ore di utilizzo e dei costi fissi (Tab. 8.2.12 e Fig. 8.2.10).

Tabella 2.8.12. Costo totale delle due mietitrebbie in base all'impiego annuo

Macchina	Mietitrebbia autoliv. 180 CV con barra 4,5 m capacità di lavoro 1 ha/ora *			Mietitrebbia autoliv. 300 CV con barra 6,0 m capacità di lavoro 1,3 ha/ora **		
Impiego	Costi per ettaro (€)			Costi per ettaro (€)		
ore/anno	fissi	variabili	totali	fissi	variabili	totali
20	10.522	1.029	11.550	16.143	1.492	17.635
30	10.522	1.543	12.064	16.143	2.238	18.381
40	10.522	2.057	12.579	16.143	2.984	19.127
50	10.522	2.571	13.093	16.143	3.730	19.873
60	10.522	3.086	13.607	16.143	4.476	20.619
70	10.522	3.600	14.121	16.143	5.222	21.365
80	10.522	4.114	14.636	16.143	5.968	22.111
90	10.522	4.628	15.150	16.143	6.714	22.857
100	10.522	5.143	15.664	16.143	7.460	23.604
110	10.522	5.657	16.178	16.143	8.206	24.350
120	10.522	6.171	16.693	16.143	8.952	25.096
130	10.522	6.685	17.207	16.143	9.698	25.842
140	10.522	7.200	17.721	16.143	10.444	26.588
150	10.522	7.714	18.236	16.143	11.190	27.334
160	10.522	8.228	18.750	16.143	11.936	28.080

* impiego 1,0 ore/ha; ** impiego 0,8 ore/ha

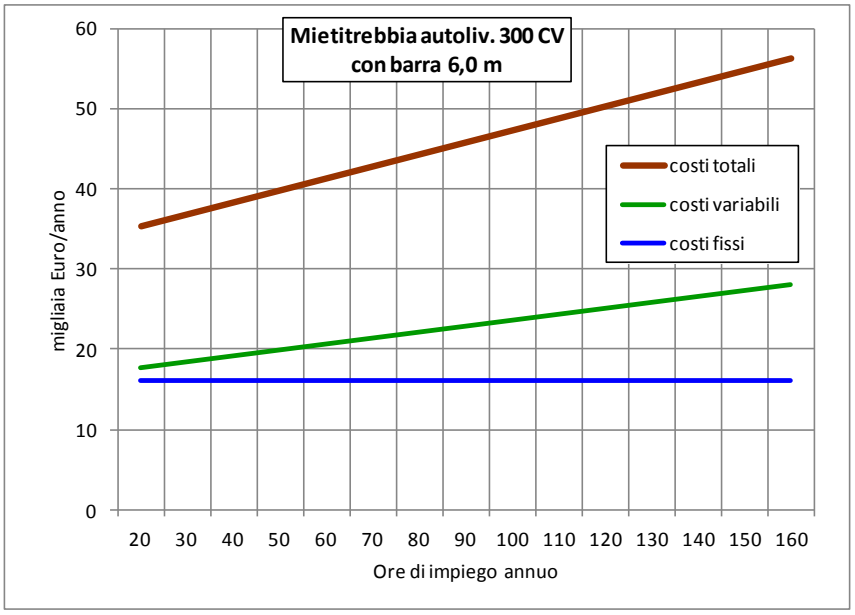


Figura 2.8.10. Variazione costi con l'impiego annuo

Se però si considerano i costi orari, che sono quelli da computare per le singole colture in cui è impiegata la macchina, l'andamento del costo totale assume un ben diverso andamento: i costi variabili orari restano gli stessi per ogni ora di lavoro, mentre quelli fissi diminuiscono perché sono distribuiti su un numero di ore via via maggiore (Tab. 8.2.13). La combinazione della variazione dei due tipi di costi determina un andamento decrescente e non lineare del costo orario totale con l'aumentare delle ore/anno di lavoro, ben evidente nella Figura 8.2.11.

Tabella 2.8.13. Costi orari delle due mietitrebbie in base all'impiego annuo

Macchina	Mietitrebbia autoliv. 180 CV con barra 4,5 m capacità di lavoro 1 ha/ora *			Mietitrebbia autoliv. 300 CV con barra 6,0 m capacità di lavoro 1,3 ha/ora **		
Impiego	Costi per ora (€)			Costi per ora (€)		
ore/anno	fissi	variabili	totali	fissi	variabili	totali
20	526,08	51,43	577,51	807,16	74,60	881,76
30	350,72	51,43	402,15	538,11	74,60	612,71
40	263,04	51,43	314,47	403,58	74,60	478,18
50	210,43	51,43	261,86	322,86	74,60	397,47
60	175,36	51,43	226,79	269,05	74,60	343,66
70	150,31	51,43	201,74	230,62	74,60	305,22
80	131,52	51,43	182,95	201,79	74,60	276,39
90	116,91	51,43	168,33	179,37	74,60	253,97
100	105,22	51,43	156,64	161,43	74,60	236,04
110	95,65	51,43	147,08	146,76	74,60	221,36
120	87,68	51,43	139,11	134,53	74,60	209,13
130	80,94	51,43	132,36	124,18	74,60	198,78
140	75,15	51,43	126,58	115,31	74,60	189,91
150	70,14	51,43	121,57	107,62	74,60	182,22
160	65,76	51,43	117,19	100,90	74,60	175,50

* impiego 1,0 ore/ha; ** impiego 0,8 ore/ha

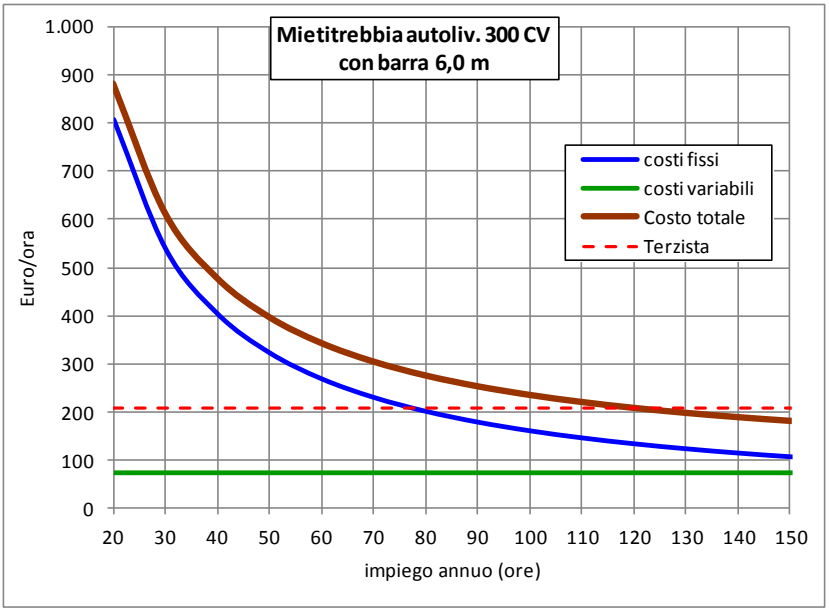


Figura 2.8.11. Variazione costi orari con l'impiego annuo

L'insieme di macchine e manodopera necessari per eseguire un'operazione definisce il "Cantiere di lavoro" caratterizzato da una capacità di lavoro[6] (ha/ora) e da un certo costo (Euro/ora).
Normalmente a dimensioni maggiori delle macchine (potenza e/o larghezza di lavoro) corrispondono capacità di lavoro maggiori mentre i costi possono variare diversamente.

[6] Capacità di lavoro (ha/ora) = 1 / Tempo operativo (ore/ha). Essa può essere espressa anche in ha/giorno: Capacità di lavoro (ha/giorno) = 1 / Tempo operativo (ore/ha) / ore utili (ore/gg)

Infatti, mentre il costo orario del cantiere cresce normalmente con le dimensioni (maggior costo orario delle singole macchine), quello per unità di superficie dipende anche dalla capacità di lavoro.
Ne segue che, dato che il costo orario dipende anche dall'impiego annuo, ogni operazione si può individuare il cantiere più conveniente (input efficienza) in dipendenza delle quantità di superficie lavorata ogni anno.
A maggior chiarezza, nel grafico della Figura 8.2.12 si riporta l'andamento del costo ad ettaro al variare della superficie lavorata ogni anno dalle due mietitrebbie dell'esempio precedente, considerandone una diversa capacità di lavoro come rilevata presso le aziende intervistate (vedi Tabella 8.2.13).

E' chiara quindi l'importanza dell'impiego annuo sulla determinazione del costo di esercizio delle macchine.
Teoricamente e considerando una situazione ottimale, l'impiego annuo sarebbe pari alla vita tecnica espressa in ore diviso gli anni di durata economica della macchina. Invero questa situazione si realizza ben raramente nelle normali aziende agricole che oltretutto presentano spesso un parco macchine esuberante rispetto alle effettive necessità.
Questo eccesso può essere dovuto a diversi motivi: scarsa percezione del peso dei costi impliciti, le varie agevolazioni per l'acquisto delle macchine che accentuano questa sottovalutazione, fattori extra-economici quali il comfort, il prestigio di avere macchine più potenti o moderne, ecc., ma anche motivi tecnici quali una migliore adeguatezza delle caratteristiche specifiche di una macchina alle diverse condizioni d'uso che possono presentarsi in una azienda, il risparmio di tempo nel cambiare meno spesso l'accoppiamento motrice-operatrice, ma soprattutto l'adeguatezza alle necessità dell'ordinamento colturale normalmente praticato.

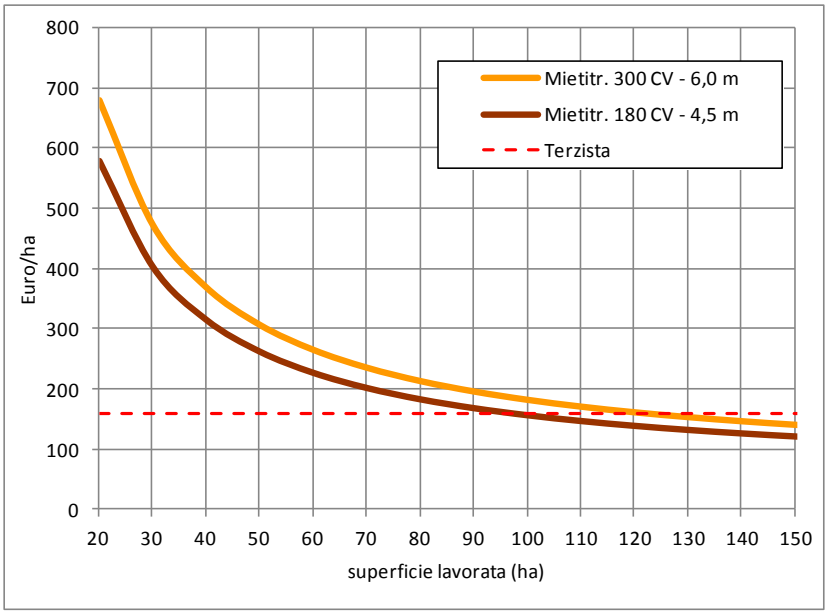


Figura 2.8.12. Variazione del costo per ettaro delle due mietitrebbie con la superfici lavorata

Influenza sui costi dell'ordinamento colturale

Per una corretta determinazione dei costi colturali diventa allora decisivo l'ordinamento colturale dal quale, tramite l'esame del calendario delle operazioni colturali (vedi la precedente Fig. 8.2.7), ricavare l'impiego complessivo aziendale di ciascuna macchina, dato fondamentale per determinarne il costo orario e quindi i costi di produzione delle colture che la utilizzano (euro/ha e euro/q.le).
In particolare, per quanto riguarda il frumento, si dovranno considerare anche le colture associate nell'ambito della rotazione attuata necessarie a raggiungere la massima output efficienza complessiva, in termini sia di quantità che di qualità e quindi in valore.
Infatti la scelta di rotazione adeguata ha un duplice effetto positivo:

- quello classico e ben noto di tipo agronomico, in quanto con l'alternanza di colture sfruttanti e miglioratrici, di cereali e leguminose, ecc. permette di esaltare la fertilità naturale del terreno, diversa per ogni ambiente agronomico;
- quello economico perché permette di migliorare l'efficienza dell'uso del capitale terra (soprattutto inserendo colture intercalari, ove possibile) e, distribuendo in un periodo più ampio i fabbisogni di lavoro, dell'uso delle macchine.

Inoltre non è da trascurare che un ordinamento policolturale consente anche di ridurre i rischi per eventuali fallimenti di una coltura o l'altra a seguito di andamenti meteo-climatici avversi.

Un calcolo rigoroso dovrebbe considerare anche i "giorni utili" in cui si può eseguire l'operazione (o le operazioni) a cui è dedicata la macchina, ovvero i giorni all'interno del "periodo utile" (definito dalla tecnica agronomica) in cui si può avere una effettiva "agibilità" del campo. Questo è particolarmente importante per le lavorazioni del terreno che possono essere eseguite solo dopo un certo numero di giorni dall'ultima pioggia, in dipendenza anche del tipo di terreno, dalla ventosità dalle temperature, ecc.

Ne segue che per certe operazioni che hanno un periodo utile ristretto (come per esempio la raccolta) la massima superficie lavorabile da quella macchina, definita "superficie dominata", può essere fortemente limitata e che non sia sufficiente a coprire le necessità.

Si deve allora considerare la necessità di utilizzare un ulteriore cantiere con una nuova macchina più o meno equivalente. I costi ovviamente aumentano, in proporzione all'uso annuo di ciascun cantiere.

In questi casi è da valutare l'opportunità di ricorrere a servizi esterni per eseguire almeno parte dell'operazione interessata, confrontando il costo per ettaro delle macchine aziendali con le tariffe praticate dal terzista[7] (vedi grafico precedente).

Determinazione di modelli di produzione e dei costi con le tecniche normali

Per la stima dei costi normali di produzione del frumento è stato necessario definire prima un areale di indagine e, in esso, individuare le principali tipologie colturali e aziendali tramite la rilevazione dei dati di interesse presso un campione di aziende. In seguito sono stati calcolati i costi di produzione.

Indagine sul territorio: dati reperiti e risultati

Per la valutazione dell'incidenza della coltivazione dei cereali nella provincia di Siena si è fatto riferimento ai dati del VI Censimento Generale dell'Agricoltura del 2010. Si tratta di dati un po' lontani del tempo ma essi costituiscono l'unica fonte disponibile con disaggregazione sub-provinciale, a differenza di altri più recenti quali quelli riportati in precedenza.

Nel 2010 la coltura del frumento occupava oltre 1/5 della SAU ed quasi 1/3 dei seminativi (Tab. 8.2.14) contro il 16% circa della media regionale (Tab. 8.2.15). Il frumento duro costituiva il 70% della superficie coltivata a cereali da granella con un rapporto di circa 10:1 rispetto al tenero.

Le aziende che coltivavano frumento erano 1.989 pari al 23,6% delle aziende con SAU contro il 16% della media regionale. Circa il 75% di queste coltivava anche o solo il frumento duro.

Questi dati confermano l'importanza della coltivazione del frumento della provincia di Siena nel contesto regionale già vista in precedenza. Emergono inoltra le spiccate vocazione territoriale e specializzazione aziendale alla coltivazione del frumento duro.

Tabella F2.8.14. Importanza della superficie coltivata a frumento nella provincia di Siena nel 2010

[7] Tariffa contoterzisti tratta da FRIMAT - Federazione Regionale Imprese Meccanizzazione Agricola della Toscana, 2017

		Fr. Tenero	Fr. Duro	Frumento
Superficie coltivata (ha)		3.113	33.194	36.307
Incidenza su:				
Superficie territoriale (ha)	382.098	0,8%	8,7%	9,5%
Superficie agricola utilizzata (SAU) (ha)	169.284	1,8%	19,6%	21,4%
Seminativi (ha)	119.879	2,6%	27,7%	30,3%
Cereali da granella (ha)	47.192	6,6%	70,3%	76,9%

Fonte: ISTAT, Censimento agricoltura 2010

Tabella 2.8.15. Importanza delle aziende che coltivano frumento nella provincia di Siena nel 2010

		Fr. Tenero	Fr. Duro	Frumento
Aziende che coltivano frumento		495	1.494	1.989
Incidenza su:				
Aziende con SAU	8.436	5,9%	17,7%	23,6%
Aziende con seminativi	5.261	9,4%	28,4%	37,8%
Aziende con cereali da granella	2.350	21,1%	63,6%	84,6%

Fonte: ISTAT, Censimento agricoltura 2010

Al fine di individuare all'interno della Provincia di Siena le aree di maggior interesse per il Progetto sono stati analizzati i dati statistici disponibili a livello comunale sula coltivazione del frumento, sia rispetto alle superfici (Tab. 2.8.16) che al numero di aziende.

Tabella F2.8.16. Distribuzione della coltivazione del frumento nella Provincia di Siena

Comuni	SAU	superficie coltivata a Frumento		
	ha	ha	su Prov. %	su Sau %
Abbadia San Salvatore	1.033	131	0,4%	12,7%
Asciano	13.141	4.511	12,4%	34,3%
Buonconvento	4.093	811	2,2%	19,8%
Casole d'Elsa	5.172	498	1,4%	9,6%
Castellina in Chianti	3.818	112	0,3%	2,9%
Castelnuovo Berardenga	6.994	1.146	3,2%	16,4%
Castiglione d'Orcia	6.340	1.684	4,6%	26,6%
Cetona	2.729	773	2,1%	28,3%
Chianciano Terme	1.484	404	1,1%	27,2%
Chiusdino	3.843	854	2,4%	22,2%
Chiusi	2.375	439	1,2%	18,5%
Colle di Val d'Elsa	3.060	698	1,9%	22,8%
Gaiole in Chianti	2.371	-	0,0%	0,0%
Montalcino	11.531	2.719	7,5%	23,6%
Montepulciano	10.632	2.649	7,3%	24,9%
Monteriggioni	3.109	505	1,4%	16,2%
Monteroni d'Arbia	11.059	5.001	13,8%	45,2%
Monticiano	1.472	8	0,0%	0,5%
Murlo	2.934	406	1,1%	13,8%
Piancastagnaio	2.267	327	0,9%	14,4%
Pienza	9.087	3.845	10,6%	42,3%
Poggibonsi	3.384	359	1,0%	10,6%
Radda in Chianti	1.236	3	0,0%	0,2%
Radicofani	7.071	612	1,7%	8,7%
Radicondoli	3.120	348	1,0%	11,2%
Rapolano Terme	2.512	285	0,8%	11,4%
San Casciano dei Bagni	4.045	542	1,5%	13,4%
San Gimignano	5.208	308	0,8%	5,9%
San Giovanni d'Asso	4.295	1.062	2,9%	24,7%
San Quirico d'Orcia	2.128	920	2,5%	43,2%
Sarteano	2.965	464	1,3%	15,6%
Siena	10.913	1.439	4,0%	13,2%
Sinalunga	3.482	545	1,5%	15,7%
Sovicille	4.879	950	2,6%	19,5%
Torrita di Siena	3.063	614	1,7%	20,0%
Trequanda	2.438	334	0,9%	13,7%
Prov. Siena	**169.284**	**36.307**	**100%**	**21,4%**
Toscana	754.345	122.270		16,2%

Fonte: ISTAT, Censimento agricoltura 2010

Le percentuali della superficie coltivata a grano rispetto alla SAU aziendale sono particolarmente elevate nei comuni di Monteroni d'Arbia (45%), San Quirico d'Orcia (43%), Pienza (42%) e Asciano (34%). Quest'ultimo tra l'altro presenta la SAU più elevata tra i comuni considerati (13.441 pari all'8% del totale). Dato apprezzabile anche dalle mappe della Figura 13, dove il territorio della Provincia di Siena è suddiviso per classi di superficie coltivata a frumento, e della Figura 2.8.14 dov'è rappresentato il peso di ciascun Comune sul totale provinciale.

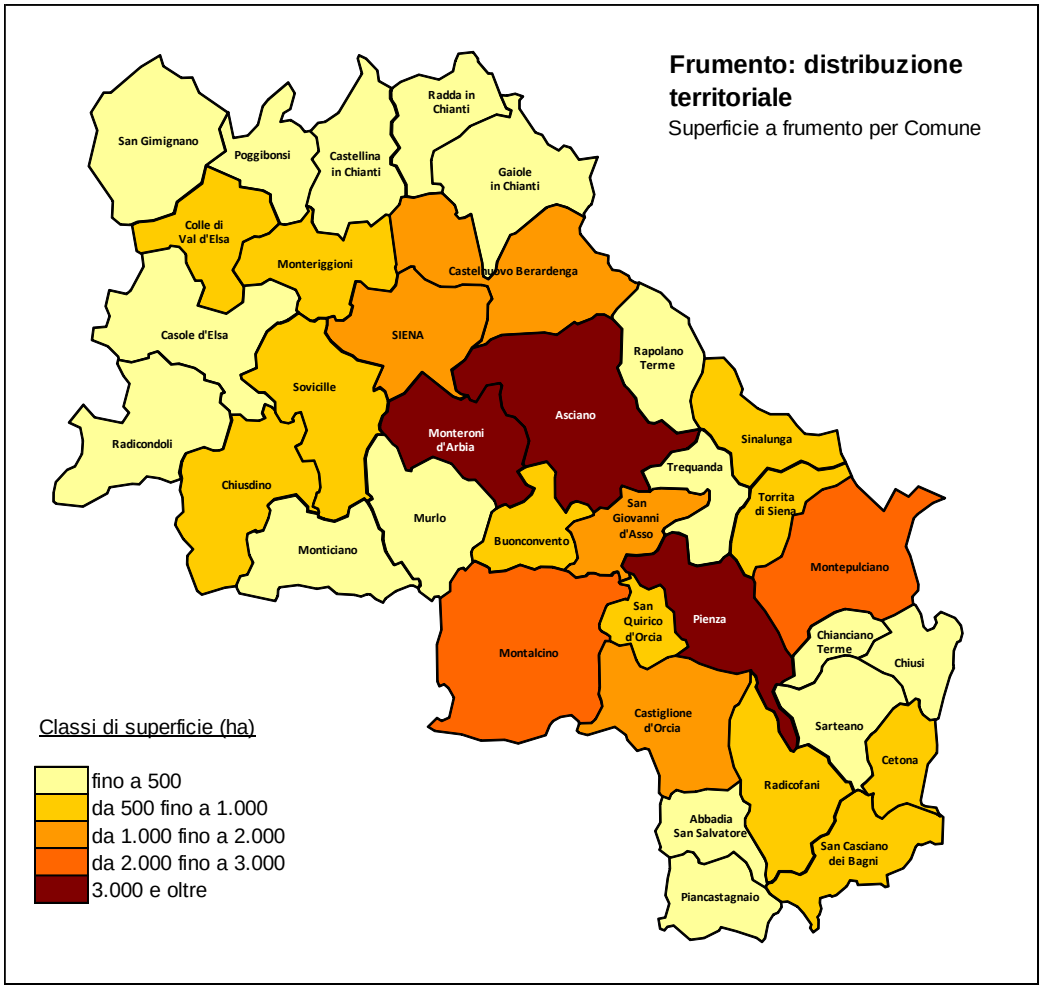


Figura 2.8.13. Distribuzione della coltivazione del frumento nella Provincia di Siena

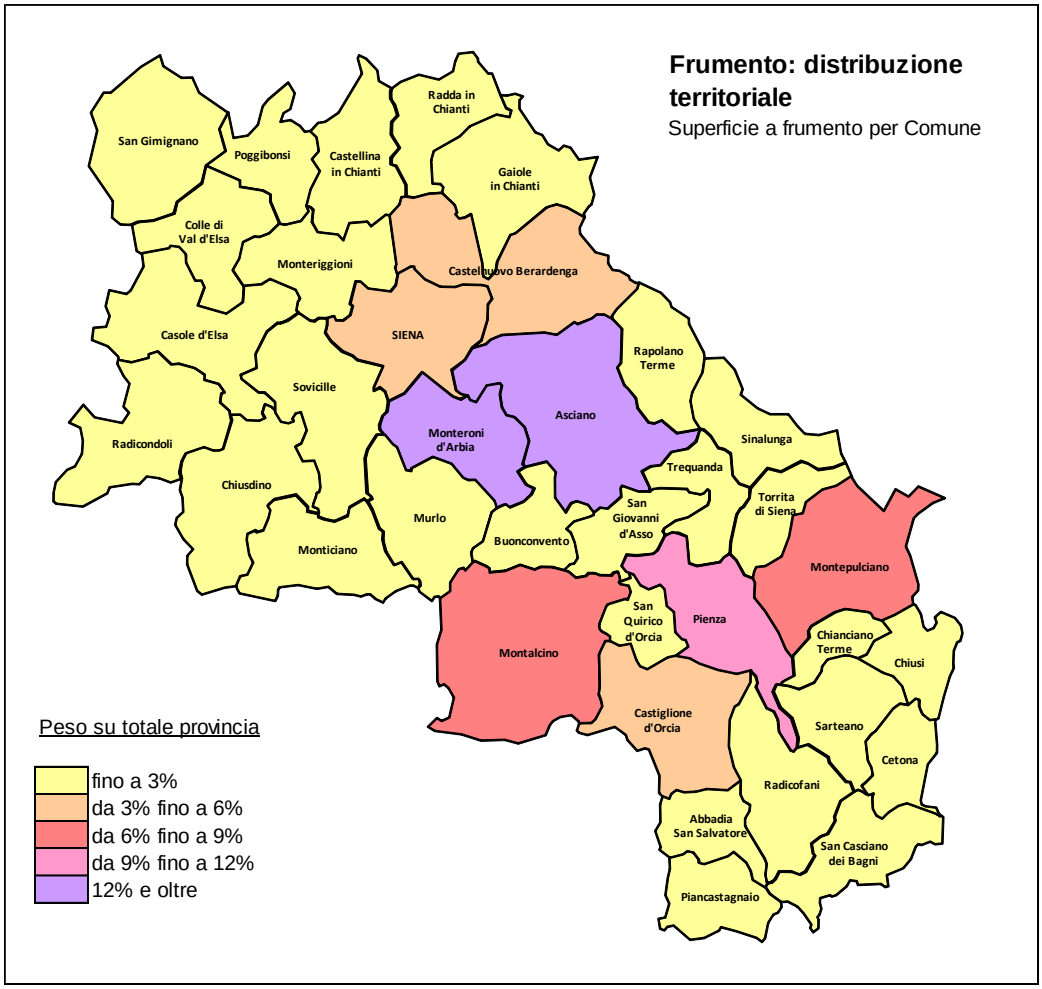


Figura F2.8.14. Importanza territoriale della coltivazione del frumento nella Provincia di Siena

Secondo quanto dedotto dai dati del Censimento, i comuni con più elevata specializzazione per la coltivazione del frumento sono Asciano con circa il 10% della superficie destinata a seminativo e con il 39% di essa coltivato a grano e poi il comune di Monteroni d'Arbia che presenta la più elevata percentuale di frumento rispetto al totale dei seminativi censiti (57% circa).
Nella Figura 2.8.15 è rappresentata la specializzazione territoriale alla coltivazione del frumento nella Provincia di Siena.

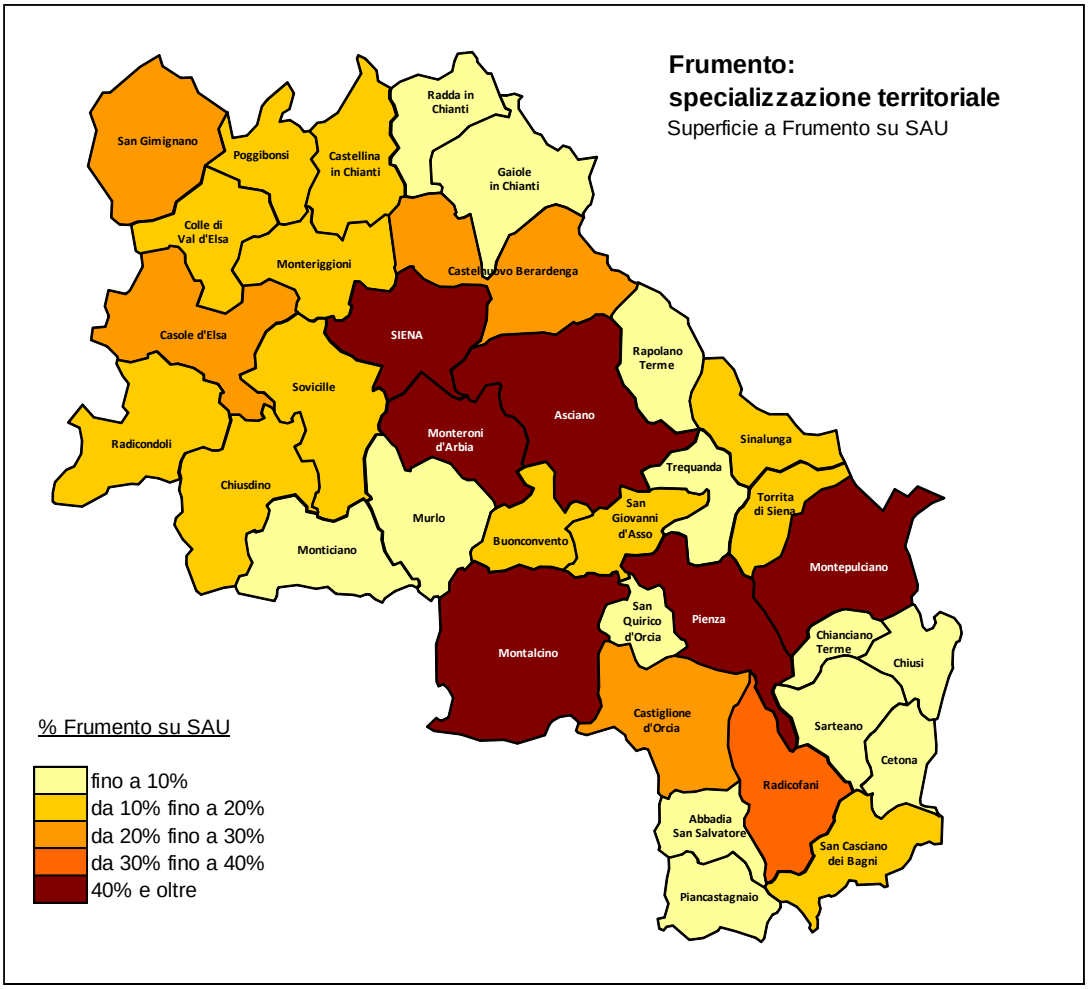


Figura F2.8.15. Specializzazione territoriale della coltivazione del frumento nella Provincia di Siena

In termini di aziende (Tab. 2.8.17) Montepulciano risulta il comune con la più alta percentuale (16%) sul totale di aziende con frumento. Rispetto al rapporto aziende con superficie coltivata a frumento su aziende con SAU (Fig. 2.8.16), Pienza presenta la percentuale più elevata (56,4%) mentre Monteroni d'Arbia si conferma il comune con la maggiore superficie media coltivata a frumento (57,5 ha).

Tabella 2.8.17. Specializzazione produttiva della coltivazione del frumento nella Provincia di Siena

Comuni	Seminativi (ha)	Frumento su Seminativi	Totale Az. con SAU	Az. con Frumento		
				n. az.	su az. con SAU	sup. media a Fr. (ha)
Abbadia San Salvatore	853	15,4%	63	8	12,7%	16,4
Asciano	11.528	39,1%	277	116	41,9%	38,9
Buonconvento	3.502	23,2%	76	37	48,7%	21,9
Casole d'Elsa	4.082	12,2%	241	65	27,0%	7,7
Castellina in Chianti	1.483	7,5%	185	13	7,0%	8,6
Castelnuovo Berardenga	3.683	31,1%	270	45	16,7%	25,5
Castiglione d'Orcia	5.083	33,1%	311	67	21,5%	25,1
Cetona	2.187	35,3%	244	86	35,2%	9,0
Chianciano Terme	1.161	34,8%	150	28	18,7%	14,4
Chiusdino	3.067	27,8%	155	53	34,2%	16,1
Chiusi	1.758	25,0%	222	39	17,6%	11,3
Colle di Val d'Elsa	2.434	28,7%	275	78	28,4%	9,0
Gaiole in Chianti	391	0,0%	180	-	0,0%	-
Montalcino	6.018	45,2%	369	89	24,1%	30,6
Montepulciano	7.504	35,3%	880	309	35,1%	8,6
Monteriggioni	1.973	25,6%	210	45	21,4%	11,2
Monteroni d'Arbia	8.696	57,5%	164	87	53,0%	57,5
Monticiano	461	1,6%	124	4	3,2%	1,9
Murlo	2.110	19,2%	213	17	8,0%	23,9
Piancastagnaio	1.576	20,7%	113	34	30,1%	9,6
Pienza	7.790	49,4%	211	119	56,4%	32,3
Poggibonsi	1.850	19,4%	288	34	11,8%	10,6
Radda in Chianti	250	1,2%	127	1	0,8%	3,1
Radicofani	4.906	12,5%	123	40	32,5%	15,3
Radicondoli	1.926	18,1%	91	15	16,5%	23,2
Rapolano Terme	1.782	16,0%	219	28	12,8%	10,2
San Casciano dei Bagni	3.189	17,0%	126	37	29,4%	14,7
San Gimignano	2.170	14,2%	420	35	8,3%	8,8
San Giovanni d'Asso	3.809	27,9%	117	38	32,5%	28,0
San Quirico d'Orcia	1.800	51,1%	106	38	35,8%	24,2
Sarteano	2.182	21,2%	193	26	13,5%	17,8
Siena	7.839	18,4%	551	90	16,3%	16,0
Sinalunga	2.774	19,7%	469	90	19,2%	6,1
Sovicille	4.022	23,6%	262	68	26,0%	14,0
Torrita di Siena	2.636	23,3%	292	92	31,5%	6,7
Trequanda	1.404	23,8%	119	18	15,1%	18,6
Prov. Siena	**119.879**	**30,3%**	**8.436**	**1.989**	**23,6%**	**18,3**
Toscana	479.888	25,5%	72.480	11.546	15,9%	10,6

Fonte: ISTAT, Censimento agricoltura 2010

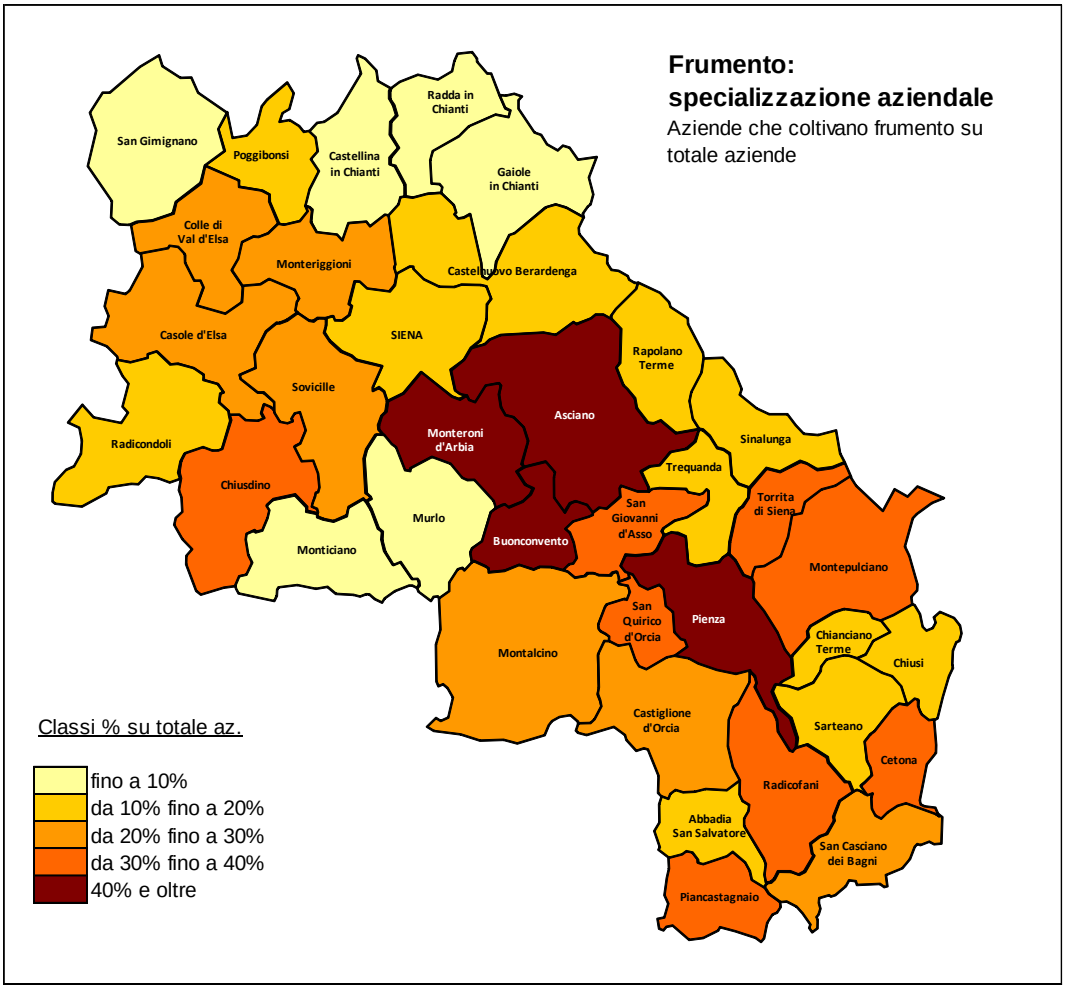


Figura F2.8.16. Specializzazione aziendale nella produzione di frumento nella Provincia di Siena

L'indagine sul territorio ha permesso di definire all'interno della Provincia di Siena un areale di maggior interesse per la coltivazione del frumento per intensità della sua coltivazione e di specializzazione aziendale, utile per la verifica della rappresentatività del campione di aziende dalle quali ricavare le tecniche di coltivazione e i conseguenti modelli di produzione.

Il campione di aziende e la rilevazione dei dati colturali

Lo svolgimento del progetto ha previsto l'individuazione di alcune aziende campione che sono state scelte tra i soci della cooperativa capofila, privilegiando così gli aspetti di disponibilità, di collaborazione e quindi di attendibilità rispetto ad una stretta rappresentatività statistica e rispettando comunque il requisito della localizzazione geografica nella zona di interesse.
Sono stati rilevati per intervista diretta i dati strutturali e produttivi di 15 Aziende[8] con l'ausilio di uno specifico questionario (vedi Appendice 2.8-A).
Le interviste sono state eseguite nel periodo dicembre 2017 - aprile 2018 presso i locali della Coop capofila.
La localizzazione delle aziende del campione (Tab. 2.8.18 e Fig. 2.8.17) risulta ben inserita nell'area di maggior importanza per la coltivazione del frumento vista in precedenza

[8] Le Aziende agricole intervistate: 1. Podere Casanova di Guerri M; 2. Serusi Antonino; 3. Az. Agr. Arrigucci Andrea, Adriano e Angelo S.S. Società Agricola; 4. Az. Agr. Trebeschi Famiglia; 5. Az. Agr. San Vittorio di Trebeschi; 6. Vallini Claudio; 7. Galgani Stefano; 8. Leonori Antino; 9. Claudio Vagnoni; 10. Montestigliano Srl Società Agricola; 11. Società Agricola Il Basso di Arrigucci Simone e Umberto S.S.; 12. Mele Alessandro; 13. Az. Agr. Fattoria di Corsano di G. e P. Migone S.S. Agricola; 14. Andreini Poggiarello Monte Rosi Gianfranco; 15. Sardone Andrea.

Tabella F2.8.18. Distribuzione delle aziende del campione per localizzazione

Comune	n. Az	
Asciano	2	13%
Castelnuovo Berardenga	2	13%
Chiusdino	2	13%
Monteroni d'Arbia	4	27%
Sovicille	5	33%
totale campione	15	100%

Figura F2.8.17. Localizzazione dei terreni delle aziende del campione

Le informazioni raccolte riguardano le caratteristiche generali dell'azienda come le dimensioni, la forma di conduzione, le caratteristiche dei terreni a seminativo (giacitura, pendenza, tessitura), le principali produzioni, l'ordinamento colturale dei seminativi, ecc. (vedi Appendice 2.8-A).
La rilevazione dei dati ha riguardato anche altre informazioni di tipo gestionale di maggior interesse per i contenuti previsti per l'Azione F4.3 assieme al cui referente sono state eseguite la maggior parte delle interviste.

Nelle tabelle seguenti (Tabb. 2.8.19, 2.8.20 e 2.8.21) sono riepilogati i dati che sono risultati di maggior interesse per la definizione dei modelli di coltivazione.
Le aziende del campione coprono una superficie a seminativi di circa 1.876 ha pari al 1,56% di quella provinciale di 119.878 ha (dato Istat 2010). Inoltre esse risultano spiccatamente specializzate nella coltivazione dei seminativi che costituiscono l'unica o la prevalente utilizzazione della SAU con percentuali comprese tra l'86% e il 100%. Il campione pertanto è stato ritenuto sufficientemente rappresentativo ai fini della stima dei costi di produzione del frumento.
Il campione esaminato comprende in prevalenza di terreni collinari (59%) caratterizzati da condizioni di media-alta pendenza. Sono predominanti le aziende di media-grande dimensioni (comprese tra 100-200 ettari), tutte a prevalente conduzione familiare tranne una (Az. 10).

Tabella F2.8.19. Localizzazione e dimensioni delle aziende del campione

Az. n.	Localizzazione Comune	Giacutura / Pendenza prevalenti	SAU ha	Seminativi ha	Seminativi su Sau	Frumento ha	Frumento su Sau	Classe dimensioni
1	Sovicille	Pianura / Bassa	50	50	*100%*	22	*44%*	piccola
2	Sovicille	Collina / Media	94	92	*98%*	50	*53%*	media
3	Asciano	Collina / Media+Alta	470	468	*100%*	210	*45%*	molto grande
4	Chiusdino	Pianura / Bassa	50	50	*100%*	23	*46%*	piccola
5	Sovicille	Pianura / Bassa	100	100	*100%*	50	*50%*	media
6	Monteroni d'Arbia	Collina / Media	109	109	*100%*	100	*92%*	media
7	Chiusdino	Collina / Media+Alta	62	62	*100%*	20	*32%*	media
8	Sovicille	Pianura / Bassa	22	21	*95%*	6	*27%*	piccola
9	Castelnuovo Berardenga	Pianura / Bassa	185	180	*97%*	70	*38%*	grande
10	Sovicille	Pianura / Bassa	269	237	*88%*	60	*22%*	molto grande
11	Asciano	Collina / Alta	82	82	*100%*	30	*37%*	media
12	Castelnuovo Berardenga	Collina / Media	153	153	*100%*	30	*20%*	grande
13	Monteroni d'Arbia	Collina / Media	105	90	*86%*	34	*32%*	media
14	Monteroni d'Arbia	Collina / Media	88	82	*93%*	15	*17%*	media
15	Monteroni d'Arbia	Coll+Pian / Media+Bassa	100	100	*100%*	40	*40%*	media

Tabella F2.8.20. Distribuzione delle aziende del campione per dimensioni

Dimensioni	n. Az	
piccola	3	20%
media	8	53%
grande	2	13%
molto grande	2	13%
totale campione	15	100%

Tabella F2.8.21. Giacitura e pendenza dei terreni delle aziende del campione

giacitura		pendenza	
pianura	41%		
collina	59%	bassa	4%
		media	85%
		alta	11%
		totale collina	100%
totale campione	100%		

La coltura più praticata (Tab. 2.8.22) è risultata il frumento duro in rotazione con Girasole e varie leguminose come Favino e Trifogli, mentre molto minore è l'importanza del frumento tenero coltivato quasi esclusivamente in pianura. Al frumento seguono spesso anche altri cereali da paglia come Orzo e Avena.

Tabella F2.8.22. Frequenza nelle aziende del campione delle principali colture in rotazione

Colture	freq.
Fr. duro	13
Girasole	7
Medica	7
Trif. alessandrino	6
Favino	5
Fr. tenero	4
Orzo	4
Trif. squarroso	4
Avena	3
Colza	3
Farro	3
Sulla	2

Nelle aziende ritenute più significative[9] sono state rilevati, sempre per intervista, i dati utili per calcolare i costi di produzione del frumento tramite la compilazione delle relative "Schede della tecnica", ovvero l'elenco per delle operazioni colturali ed i relativi fabbisogni per decade di macchine,

[9] I dati colturali sono stati rilevati nelle Aziende n. 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11 e 15. Preziose informazioni sono state inoltre fornite dall'Az. n. 1.

lavoro e materie prime, oltre ovviamente alle produzioni normalmente ottenute (vedi Appendice 2.8-A).
Le interviste sono state eseguite nel periodo dicembre 2017 - aprile 2018, sia presso i locali delle Coop capofila che direttamente in azienda
La rilevazione è stata estesa anche alle principali colture in rotazione per poter determinare i fabbisogni complessivi aziendali di macchine e manodopera utili per le valutazioni circa l'efficienza tecnico-economica complessiva degli ordinamenti colturali descritta nei paragrafi precedenti.
Complessivamente sono state elaborate 41 schede della tecnica (Tab. 2.8.23) di cui 16 (circa 40%) per il frumento corrispondenti a tecniche e tipologie aziendali diverse, dando maggior risalto al frumento duro rispetto al tenero data la minore frequenza ed importanza a livello territoriale di quest'ultimo.
Due delle schede della tecnica del frumento duro sono relative alle tecniche innovative proposte per la lavorazione del terreno e la semina (lavorazione minima e semina sul sodo), rilevate sempre per intervista, presso l'Azienda dove è stata eseguita la sperimentazione.

Tabella 2.8.23. Schede della tecnica elaborate

Coltura	Schede della tecnica
Frumento duro	14
Frumento tenero	2
Avena	2
Orzo	2
Farro	1
Girasole	3
Favino	4
Trif. alessandrino	4
Trif. squarroso	4
Erba medica	2
Sulla	1
Colza	2
Totale	41

Metodologia di calcolo dei costi di coltivazione.

I dati rilevati circa le tecniche di coltivazione attuate del frumento e delle colture in rotazione sono stati riuniti un database da quale sono state elaborate le schede della tecnica e i costi di produzione.
I dati rilevati e inseriti nell'archivio riguardano: le operazioni eseguite, i periodi utili, le macchine motrici ed operatrici utilizzate, il numero e il tipo di addetti coinvolti, i tempi di lavoro, le materie prime impiegate e le loro dosi.
Nel database sono stati inseriti anche i prezzi delle materie prime, i parametri per il calcolo dei costi di esercizio delle macchine e i rispettivi valori a nuovo, dati sulle rese normali per le diverse colture, gli ordinamenti colturali più recenti di ogni azienda e varie altre informazioni ritenute utili.
Un'ulteriore elaborazione di questi dati ha permesso di definire i cantieri e i costi dei modelli di coltivazione individuati che sono stati utilizzati anche per la valutazione delle tecniche innovative proposte.

Si riportano di seguito i principali parametri utilizzati nei calcoli.

Prezzi
I prezzi delle materie prime sono stati forniti per gran parte dal personale della Coop capofila e gli altri reperiti da rivenditori della zona o dai bollettini della CCIAA di Siena (es. il prezzo del gasolio).

Il costo della manodopera dipendente fissa (OTI) è stato desunto[10] dalle informazioni fornita da una delle aziende intervistate, mentre per quello del lavoro familiare si è assunto un valore forfettario per quanto esposto in precedenza, comprendente anche gli oneri sociali.
Il prezzo dei prodotti delle colture in rotazione sono stati desunti da bollettini camerali, principalmente della CCIAA di Siena.

Parametri per il calcolo del costo di esercizio delle macchine[11]
Il valore a nuovo delle macchine (Vn) è stato desunto da pubblicazioni di settore o direttamente da rivenditori.
Il valore di recupero è stato considerato forfettariamente pari al 20% del Vn per le trattrici e al 10% per tutte le altre macchine.
La durata economica è stata desunta dalla bibliografia di settore per ogni tipologia di macchina. Data però la soggettività di questo parametro, la particolare percezione che ne hanno gli agricoltori e la notevole età media delle macchine che spesso risultano anche obsolete[12], questi valori sono stati leggermente aumentati.
Gli interessi sono stati calcolati al tasso del 1,5% su un valore attuale medi pari al 50% del Vn. Il saggio d'interesse assunto vuol tenere conto in qualche modo anche delle diverse agevolazioni di cui possono generalmente beneficiare gli agricoltori per l'acquisto delle macchine (contributi in conto capitale del PSR, credito agevolato, ecc.).
I consumi orari di carburante e lubrificante sono stati calcolati in base all'impegno di potenza della motrice che varia con il tipo di operazione eseguita e quindi con la macchina operatrice impiegata. Da questo è stata stimata l'energia consumata (CVh) alla quale è stato attribuito il costo di 0,176 €/CVh ottenuto tramite coefficienti di consumo specifico e i prezzi rilevati del gasolio e dell'olio motore.
Circa l'impiego annuo delle macchine, data la complessità della sua determinazione e la sua specificità per ciascuna azienda per i motivi esposti precedentemente, sono stati considerati dei valori medi standardizzati ottenuti applicando all'impiego teorico un "coefficiente d'uso" per ogni tipologia di macchine. Questi coefficienti sono stati anch'essi desunti dalla bibliografia di settore e da recenti studi eseguiti per la realizzazione del Prezzario regionale delle Opere Pubbliche della Toscana[13].

Altre voci di costo
Spese varie e generali, imposte ecc.: stimate forfettariamente pari a 20 €/ha.
Capitale di anticipazione: calcolato sui costi monetari applicando un saggio del 2% con un'anticipazione media di 6 mesi.
Quote di ammortamento dei miglioramenti fondiari: considerate forfettariamente pari a 27 €/ha sulla base di un costo medio stimato di circa 800 €/ha e una durata di 30 anni.
Interessi sul capitale fondiario: considerati forfettariamente pari a 120 €/ha sulla base di un valore medio stimato pari a 12.000 €/ha ed un saggio dell'1%; questo valore corrisponde con buona approssimazione a quello del canone di affitto medio rilevato per la zona di interesse e pertanto in via breve è stato computato per tutte le tipologie aziendali, anche in sostituzione della voce Affitti presente per alcuni dei casi esaminati.

[10] Il costo contrattuale della manodopera dipendente fissa (OTI) è desumibile dai contratti provinciali che tengono conto delle varie categorie di addetti, del lavoro festivo e notturno, degli straordinari, degli scatti di anzianità, ecc. Un costo medio effettivo quindi non risulta calcolabile direttamente. Il valore considerato comprende anche i contributi ma non la quota TFR.
[11] Per tutti i parametri circa il calcolo del costo di esercizio si rimanda alla Appendice F2.8-B.
[12] "La vita utile dell'immobilizzazione è l'orizzonte temporale, espresso in termini di periodi amministrativi, in cui si prevede di utilizzare il cespite nell'attività produttiva. I principali fattori da considerare nella stima della vita utile del bene, sono due: il deterioramento fisico (senescenza) dovuto al trascorrere del tempo e connesso all'uso cui il bene è destinato, all'intensità dello sfruttamento del bene stesso e alla politica delle manutenzioni; l'obsolescenza conseguente alla continua evoluzione tecnologica …"
http://stream.sdabocconi.it/bilancio/Cap05/approf5_2.htm
[13] Gli studi sono stati eseguiti nel 2016 da PIN S.c.r.l. su incarico della Regione Toscana nell'ambito della realizzazione della parte del Prezzario attinente le Opere Agricole. I risultati, che fanno parte della documentazione tecnica del Prezzario, non sono stati pubblicati.

Modelli colturali e costi di produzione del frumento con le tecniche normali

Tipologie aziendali

Dalle informazioni acquisite dalle aziende intervistate e dall'analisi delle schede della tecnica elaborate, è emerso che i principali aspetti discriminanti le tecniche di coltivazione del frumento sono la giacitura e la pendenza dei terreni e le dimensioni aziendali.

I primi due aspetti influiscono, rispettivamente, soprattutto sulle rese e sulle operazioni di lavorazione del terreno ed i loro tempi di esecuzione, come per esempio l'aratura che è eseguita a rittochino nei terreni di maggior pendenza o il numero di erpicature nei terreni più tenaci tipici della media e alta collina.

Dalle dimensioni aziendali dipendono invece quelle del parco macchine sia come dotazione complessiva che come dimensione dei cantieri (potenza delle trattrici e larghezze di lavoro).

Sulla base di questi parametri sono state individuate sette "tipologie aziendali", due per il frumento tenero e cinque per il duro, come riportate nella Tabella 2.8.24.

Tabella 2.8.24. Tipologie aziendali considerate per la stima dei costi medi

Giacitura	Pendenza	Dimensioni aziendali	Frumento	Tipologia
Pianura	bassa	media	tenero	A
		grande-molto grande	duro	F
		grande con terzisti	duro	G
Collina	media	media	duro	C
		molto grande	tenero	B
	alta	media	duro	D
		molto grande	duro	E

Si osserva che la casistica per il frumento tenero è risultata meno ampia dato che questa coltura è attuata quasi esclusivamente in pianura.

La tipologia G è stata tenuta separata perché rappresentativa di una gestione aziendale caratterizzata da un consistente (ma non esclusivo) ricorso a servizi esterni, soprattutto per le operazioni di lavorazione del terreno e di raccolta.

Le aziende di piccole dimensioni sono invece state escluse (anche dalla rilevazione dei costi colturali) in quanto dall'analisi dei dati aziendali sono risultate poco rappresentative in quanto in esse prevalgono problematiche diverse rispetto a quelle principali della filiera dei cereali.

Occorre far presente che in una stessa azienda possono essere presenti terreni con caratteristiche ben diverse per giacitura e pendenza e quindi le tipologie individuate sono da considerarsi come tipologie o "modelli di coltivazione" applicabili ai rispettivi contesti individuabili anche a livello intra-aziendale.

Nelle tabelle che seguono si riportano i costi medi per ettaro basati sui dati delle singole schede della tecnica elaborate per le aziende intervistate.

Si avverte che si tratta di valori medi[14] e stimati in quanto calcolati sulla base di:

- dati “normali” forniti per intervista dalle aziende circa gli impieghi di macchine, manodopera e materie prime utilizzate nel processo produttivo.
- costi orari delle macchine basati sui citati parametri tecnici standardizzati.

[14] I dati medi sono stati ottenuti considerando un ipotetico ordinamento colturale costituito da un ettaro di ciascuna delle colture cui sono riferite le schede della tecnica elaborate afferenti alle specifiche tipologie aziendali e riportando poi il tutto a "1 ha di ordinamento".

In proposito si osserva che durante le interviste si è incontrata una certa difficoltà nel distinguere i tempi di lavoro nelle diverse condizioni presenti in azienda, dato che gli agricoltori hanno generalmente riferito un dato medio aziendale. Di conseguenza le differenze della capacità operativa dei rispettivi cantieri non sono risultate così evidenti com'era prevedibile.

I costi rilevati

I costi sono stati prima calcolati e analizzati con riferimento all'unità di superficie (€/ha) per ciascuna delle tipologie individuate e poi riepilogati per confrontarli con le rispettive rese medie e i costi per unità di prodotto (€/q.le).

Nelle tabelle e nelle figure che seguono sono riportati e confrontati i costi medi di coltivazione e la loro composizione, per ciascuna delle tipologie individuate.
Si avverte che si tratta di valori medi[15] e stimati in quanto calcolati sulla base di:
- dati "normali" forniti per intervista dalle aziende circa gli impieghi di macchine, manodopera e materie prime utilizzate nel processo produttivo.
- costi orari delle macchine basati sui citati parametri tecnici standardizzati.

In proposito si osserva che durante le interviste si è incontrata una certa difficoltà nel distinguere i tempi di lavoro nelle diverse condizioni presenti in azienda, dato che gli agricoltori hanno generalmente riferito un dato medio aziendale. Di conseguenza le differenze della capacità operativa dei rispettivi cantieri sono risultate non così evidenti com'era prevedibile ma pur sempre rappresentative dei diversi contesti.

Tabella F2.8.25. Costi medi di produzione del Frumento

		Frumento tenero				Frumento duro									
tipologia Azienda enda		Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D		Tipo E		Tipo F		Tipo G	
Giacitura :itura		pianura		collina		collina						pianura			
Pendenza enza		bassa		media-bassa		media		alta				bassa			
Dimensioni aziendali		media		molto grande		media				molto grande		grande-molto grande		grande con terzisti	
Costi variabili															
Materie prime	€/ha	495	41,8%	510	41,2%	461	40,5%	486	45,6%	518	41,6%	511	42,8%	518	40,1%
Costi macchine aziendali															
consumi	€/ha	174	14,7%	284	23,0%	204	18,0%	191	17,9%	271	21,8%	239	20,0%	87	6,7%
manutenzioni e riparazioni	€/ha	118	10,0%	89	7,2%	105	9,2%	76	7,1%	97	7,8%	100	8,4%	60	4,7%
Terzisti e noleggi	€/ha	0		0		0		0		0		0		339	
Totale costi variabili	€/ha	788	66,5%	883	71,4%	771	67,7%	753	70,6%	887	71,2%	850	71,2%	1.005	77,7%
Costi fissi															
Manodopera	€/ha	40	3,3%	19	1,5%	34	3,0%	26	2,5%	20	1,6%	19	1,6%	34	2,6%
Ricovero, assic. ecc. macchine	€/ha	30	2,5%	29	2,3%	26	2,3%	19	1,8%	29	2,3%	24	2,0%	10	0,7%
Spese varie e generali	€/ha	20	1,7%	20	1,6%	20	1,8%	20	1,9%	20	1,6%	20	1,7%	20	1,5%
Totale costi fissi	€/ha	90	7,6%	68	5,5%	80	7,1%	65	6,1%	69	5,6%	64	5,3%	63	4,9%
Costi calcolati															
Ammort. e inter. macchine	€/ha	159	13,4%	138	11,2%	139	12,2%	100	9,4%	142	11,4%	133	11,1%	77	5,9%
Ammort. e int. cap. fondiario	€/ha	147	12,4%	147	11,9%	147	12,9%	147	13,8%	147	11,8%	147	12,3%	147	11,4%
Interessi cap. anticipazione	€/ha	1	0,1%	1	0,1%	1	0,1%	1	0,1%	1	0,1%	1	0,1%	1	0,0%
Totale costi calcolati	€/ha	307	25,9%	286	23,1%	287	25,2%	248	23,2%	290	23,3%	281	23,5%	224	17,4%
Costo economico totale	€/ha	1.184	100%	1.236	100%	1.138	100%	1.066	100%	1.246	100%	1.194	100%	1.292	100%

[15] I dati medi sono stati ottenuti considerando un ipotetico ordinamento colturale costituito da un ettaro di ciascuna delle colture cui sono riferite le schede della tecnica elaborate afferenti alle specifiche tipologie aziendali e riportando poi il tutto a "1 ha di ordinamento".

Tabella F2.8.26. Categorie di costi per la produzione del Frumento

		Frumento tenero				Frumento duro									
tipologia Azienda		Tipo A		Tipo B		Tipo C		Tipo D		Tipo E		Tipo F		Tipo G	
Giacitura		pianura		collina		collina						pianura			
Pendenza		bassa		media-bassa		media		alta				bassa			
Dimensioni aziendali		media		molto grande		media				molto grande		grande-molto grande		grande con terzisti	
Riepilogo costi per categoria															
Materie prime	€/ha	495	41,8%	510	41,2%	461	40,5%	486	45,6%	518	41,6%	511	42,8%	518	40,1%
Manodopera	€/ha	40	3,3%	19	1,5%	34	3,0%	26	2,5%	20	1,6%	19	1,6%	34	2,6%
Macchine, monetari	€/ha	322	27,2%	402	32,5%	336	29,5%	286	26,8%	397	31,9%	363	30,4%	496	38,4%
altri costi monetari	€/ha	20	1,7%	20	1,6%	20	1,8%	20	1,9%	20	1,6%	20	1,7%	20	1,5%
Totale monetari	€/ha	877	74,1%	951	76,9%	851	74,8%	818	76,8%	956	76,7%	914	76,5%	1.068	82,6%
Calcolati, macchine	€/ha	159	13,4%	138	11,2%	139	12,2%	100	9,4%	142	11,4%	133	11,1%	77	5,9%
Calcolati, altri	€/ha	148	12,5%	148	11,9%	148	13,0%	148	13,9%	148	11,9%	148	12,4%	148	11,4%
Costo economico totale	€/ha	1.184	100%	1.236	100%	1.138	100%	1.066	100%	1.246	100%	1.194	100%	1.292	100%
Costi macchine aziendali						0		0		0		0		0	
consumi e manutenzioni	€/ha	292	60,7%	373	69,1%	310	65,3%	267	69,1%	368	68,3%	339	68,3%	147	63,1%
costi fissi	€/ha	30	6,2%	29	5,3%	26	5,5%	19	5,0%	29	5,4%	24	4,9%	10	4,1%
ammortamento e interessi	€/ha	159	33,0%	138	25,6%	139	29,3%	100	25,9%	142	26,3%	133	26,8%	77	32,8%
totale macchine aziendali	€/ha	481	100%	540	100%	474	100%	386	100%	539	100%	496	100%	234	100%
Costo totale meccanizzazione	€/ha	451		511		449		367		510		472		563	
Costo totale manodopera	€/ha	40		19		34		26		20		19		34	
Costi* per operazione															
Lavorazioni	€/ha	125	12,3%	93	8,7%	139	14,3%	121	13,4%	125	11,6%	159	15,5%	270	24,0%
Concimazione	€/ha	401	39,5%	347	32,4%	336	34,7%	345	38,4%	343	31,8%	335	32,7%	290	25,8%
Semina	€/ha	165	16,3%	225	21,1%	240	24,7%	213	23,7%	232	21,5%	220	21,5%	244	21,7%
Diserbo, difesa	€/ha	167	16,5%	113	10,6%	107	11,0%	111	12,4%	127	11,8%	153	14,9%	185	16,4%
Raccolta	€/ha	157	15,5%	282	26,4%	138	14,2%	98	10,9%	241	22,4%	159	15,5%	137	12,1%
altre operaz.	€/ha	0	0,0%	9	0,8%	10	1,0%	11	1,2%	10	0,9%	0	0,0%	0	0,0%
totale	€/ha	1.016	100%	1.069	100%	970	100%	898	100%	1.078	100%	1.027	100%	1.125	100%
Materie prime															
Fertilizzanti	€/ha	277	56,0%	283	55,5%	206	44,7%	230	47,3%	273	52,7%	254	49,7%	228	44,0%
Diserbanti	€/ha	47	9,5%	41	8,0%	55	11,9%	47	9,6%	44	8,5%	51	9,9%	50	9,7%
Fitofarmaci	€/ha	39	7,9%	36	7,1%	19	4,2%	39	8,0%	37	7,1%	39	7,6%	72	14,0%
Sementi	€/ha	132	26,6%	150	29,4%	181	39,2%	170	35,0%	164	31,6%	168	32,8%	168	32,3%
Totale materie prime	€/ha	495	100%	510	100%	461	100%	486	100%	518	100%	511	100%	518	100%

* materie prime, macchine, terzisti e manodopera

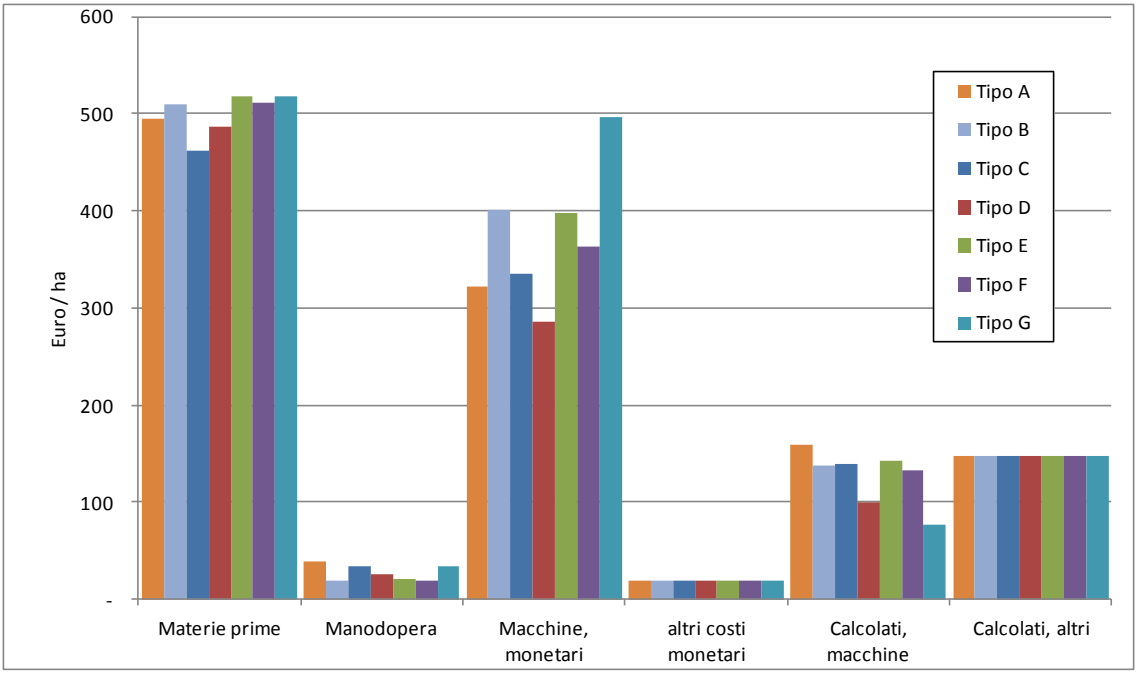


Figura F2.8.18. Composizione dei costi di produzione del frumento

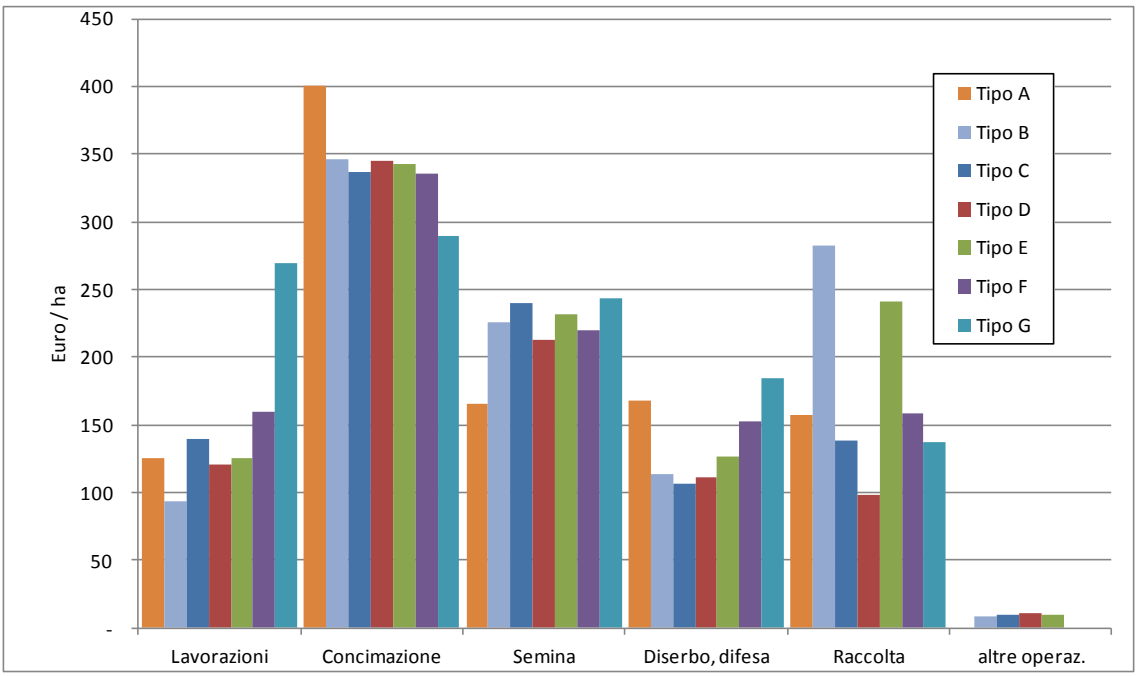


Figura 2.8.19. Costi delle diverse operazioni colturali per la coltivazione del frumento

Tabella 2.8.27. Frumento Tenero, Az. tipo A - Riepilogo costi* per operazione

tipo operazione	Costi monetari €		Costi calcolati €		Costo tale €	
Lavorazioni	93	10,8%	32	20,4%	125	12,3%
Concimazione	368	42,9%	33	20,9%	401	39,5%
Semina	158	18,4%	7	4,7%	165	16,3%
Diserbo, difesa	137	16,0%	31	19,2%	167	16,5%
Raccolta	102	11,9%	55	34,8%	157	15,5%
altre operaz.	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Totale operazioni	857	100%	159	100%	1.016	100%

*materie prime, macchine, terzisti e manodopera

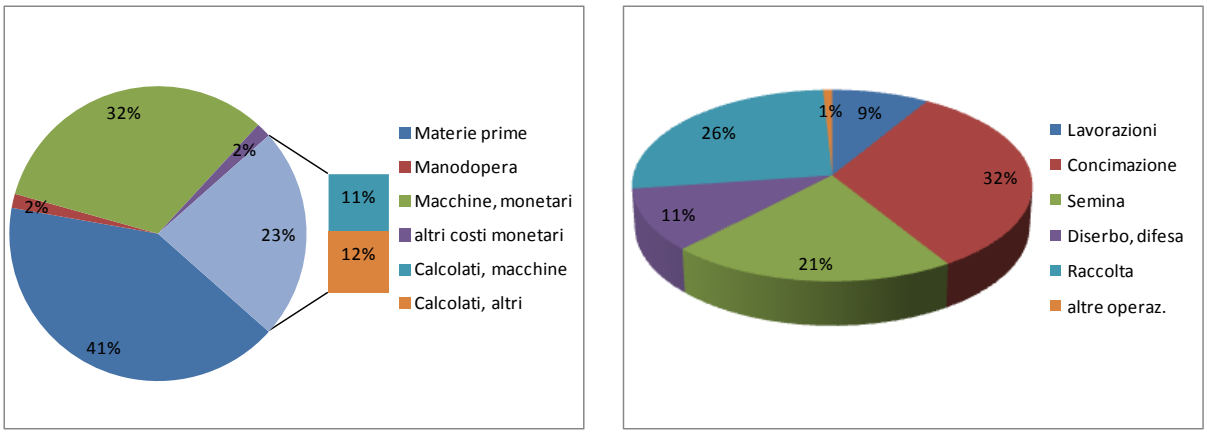


Figura 2.8.20. Frumento tenero, Az. tipo A - Composizione dei costi

Tabella 2.8.28. Frumento Tenero, Az. tipo B - Riepilogo costi* per operazione

tipo operazione	Costi monetari €		Costi calcolati €		Costo tale €	
Lavorazioni	83	9,0%	10	6,9%	93	8,7%
Concimazione	337	36,2%	10	6,9%	347	32,4%
Semina	206	22,1%	19	14,1%	225	21,1%
Diserbo, difesa	104	11,1%	9	6,9%	113	10,6%
Raccolta	193	20,7%	90	64,9%	282	26,4%
altre operaz.	8	0,9%	0	0,3%	9	0,8%
Totale operazioni	931	100%	138	100%	1.069	100%

*materie prime, macchine, terzisti e manodopera

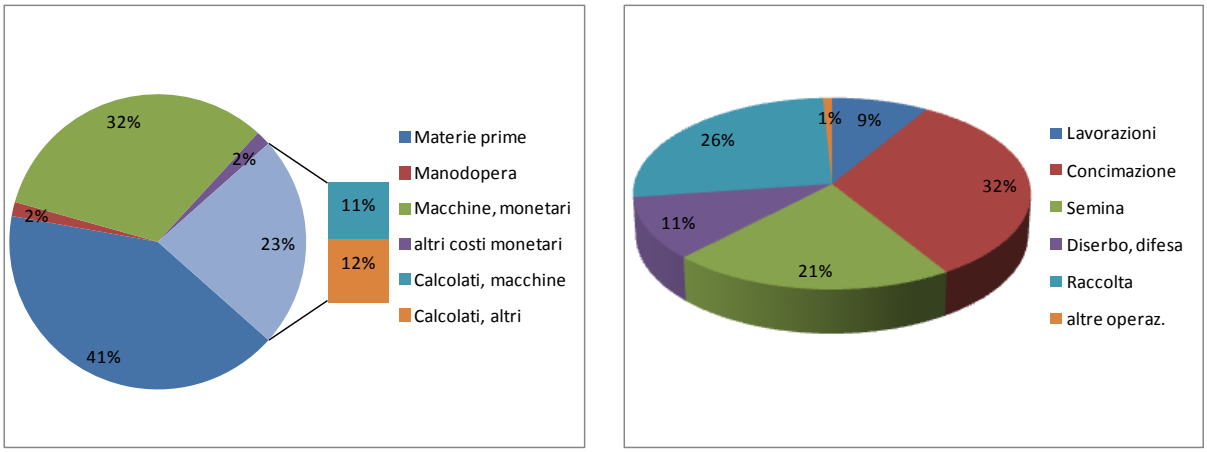


Figura F2.8.21. Frumento tenero, Az. tipo B - Composizione dei costi

Tabella F2.8.29. Frumento Duro, Az. tipo C - Riepilogo costi* per operazione

tipo operazione	Costi monetari €		Costi calcolati €		Costo tale €	
Lavorazioni	106	12,7%	33	24,1%	139	14,3%
Concimazione	308	37,0%	29	20,6%	336	34,7%
Semina	221	26,6%	19	13,4%	240	24,7%
Diserbo, difesa	95	11,5%	11	8,1%	107	11,0%
Raccolta	92	11,0%	46	33,5%	138	14,2%
altre operaz.	10	1,1%	0	0,3%	10	1,0%
Totale operazioni	831	100%	139	100%	970	100%

*materie prime, macchine, terzisti e manodopera

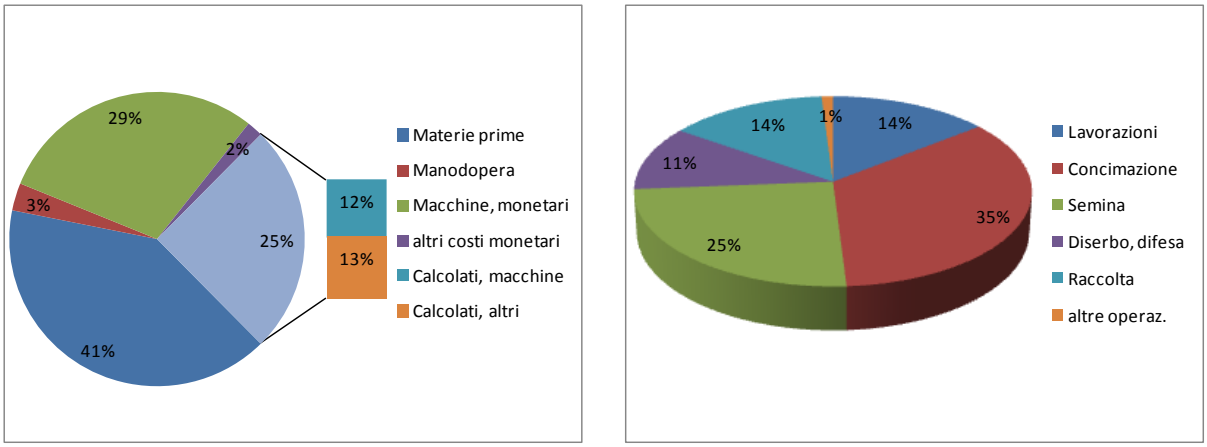


Figura F2.8.22. Frumento duro Az. tipo C - Composizione dei costi

Tabella F2.8.30. Frumento Duro, Az. tipo D - Riepilogo costi* per operazione

tipo operazione	Costi monetari €		Costi calcolati €		Costo tale €	
Lavorazioni	95	11,9%	25	25,4%	121	13,4%
Concimazione	320	40,1%	25	25,4%	345	38,4%
Semina	201	25,2%	11	11,4%	213	23,7%
Diserbo, difesa	104	13,0%	7	7,4%	111	12,4%
Raccolta	68	8,5%	30	29,9%	98	10,9%
altre operaz.	10	1,3%	0	0,5%	11	1,2%
Totale operazioni	798	100%	100	100%	898	100%

*materie prime, macchine, terzisti e manodopera

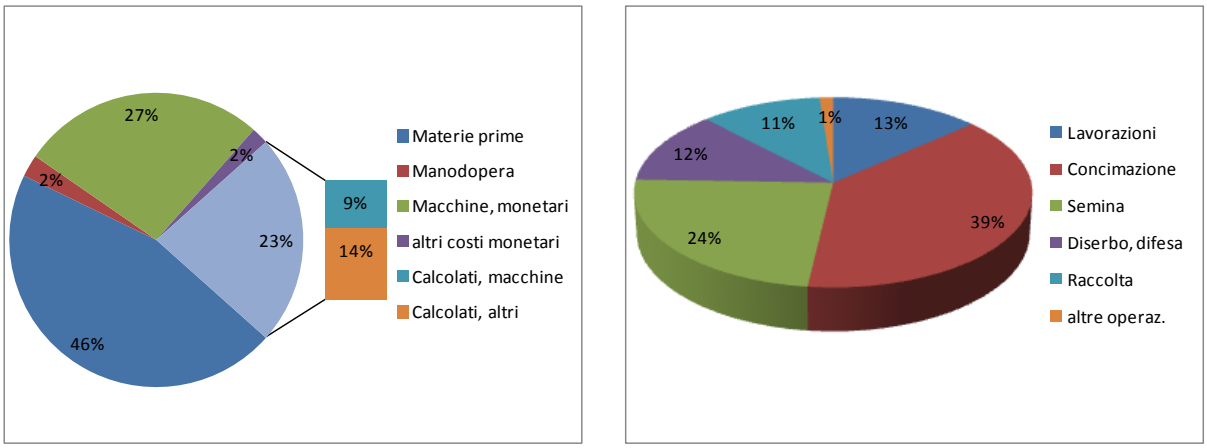


Figura F2.8.23. Frumento duro Az. tipo D - Composizione dei costi

Tabella F2.8.31. Frumento Duro, Az. tipo E - Riepilogo costi* per operazione

tipo operazione	Costi monetari €		Costi calcolati €		Costo tale €	
Lavorazioni	100	10,7%	25	17,5%	125	11,6%
Concimazione	332	35,5%	11	7,9%	343	31,8%
Semina	214	22,8%	18	12,8%	232	21,5%
Diserbo, difesa	116	12,3%	11	8,0%	127	11,8%
Raccolta	165	17,7%	76	53,5%	241	22,4%
altre operaz.	9	1,0%	0	0,3%	10	0,9%
Totale operazioni	936	100%	142	100%	1.078	100%

*materie prime, macchine, terzisti e manodopera

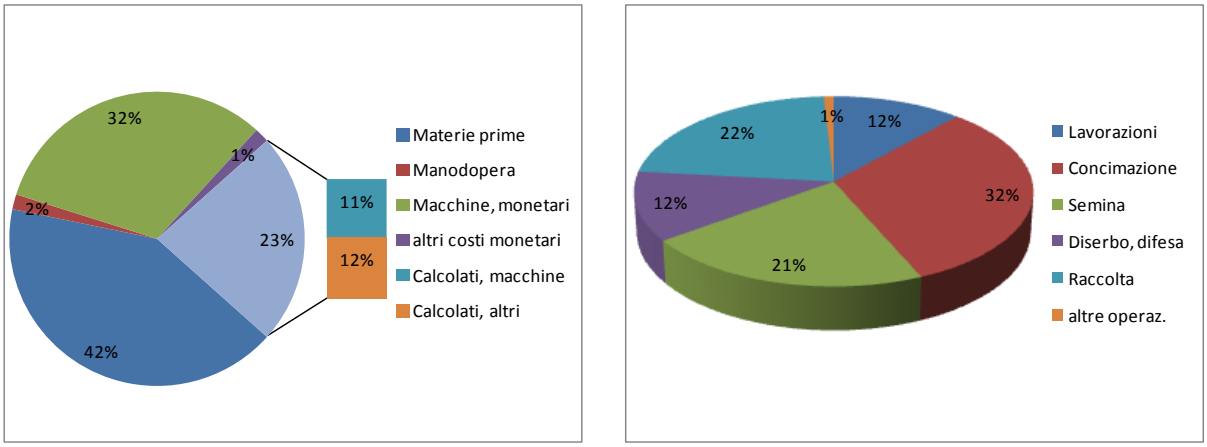


Figura F2.8.24. Frumento duro Az. tipo E - Composizione dei costi

Tabella F2.8.32. Frumento Duro, Az. tipo F - Riepilogo costi* per operazione

tipo operazione	Costi monetari €		Costi calcolati €		Costo tale €	
Lavorazioni	119	13,3%	41	30,5%	159	15,5%
Concimazione	321	35,9%	14	10,8%	335	32,7%
Semina	205	22,9%	16	11,7%	220	21,5%
Diserbo, difesa	139	15,5%	14	10,6%	153	14,9%
Raccolta	110	12,4%	48	36,4%	159	15,5%
altre operaz.	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Totale operazioni	894	100%	133	100%	1.027	100%

*materie prime, macchine, terzisti e manodopera

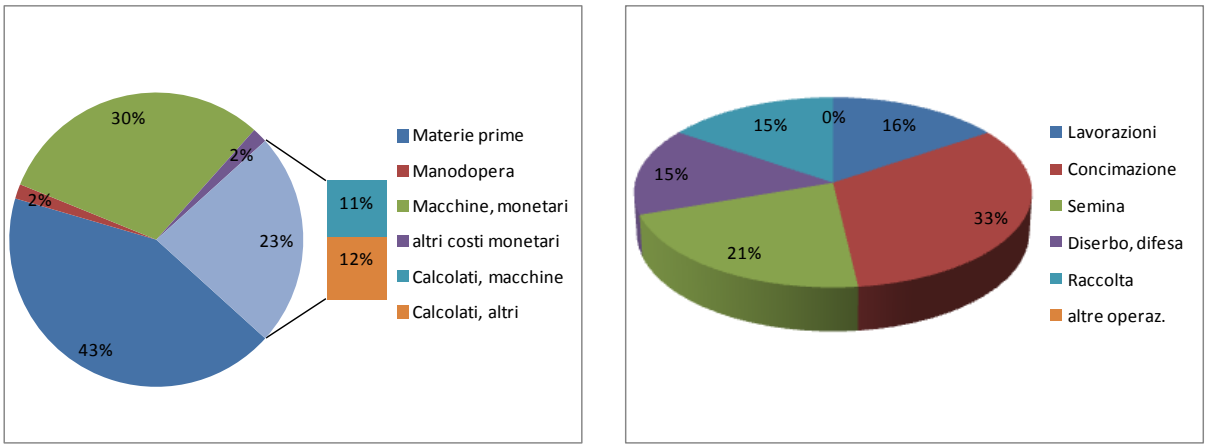


Figura F2.8.25. Frumento duro Az. tipo F - Composizione dei costi

Tabella F2.8.33. Frumento Duro, Az. tipo G - Riepilogo costi* per operazione

tipo operazione	Costi monetari €		Costi calcolati €		Costo tale €	
Lavorazioni	256	24,4%	14	17,8%	270	24,0%
Concimazione	278	26,6%	12	15,0%	290	25,8%
Semina	218	20,8%	26	33,6%	244	21,7%
Diserbo, difesa	160	15,2%	25	32,7%	185	16,4%
Raccolta	136	13,0%	1	0,9%	137	12,1%
altre operaz.	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Totale operazioni	1.048	100%	77	100%	1.125	100%

*materie prime, macchine, terzisti e manodopera

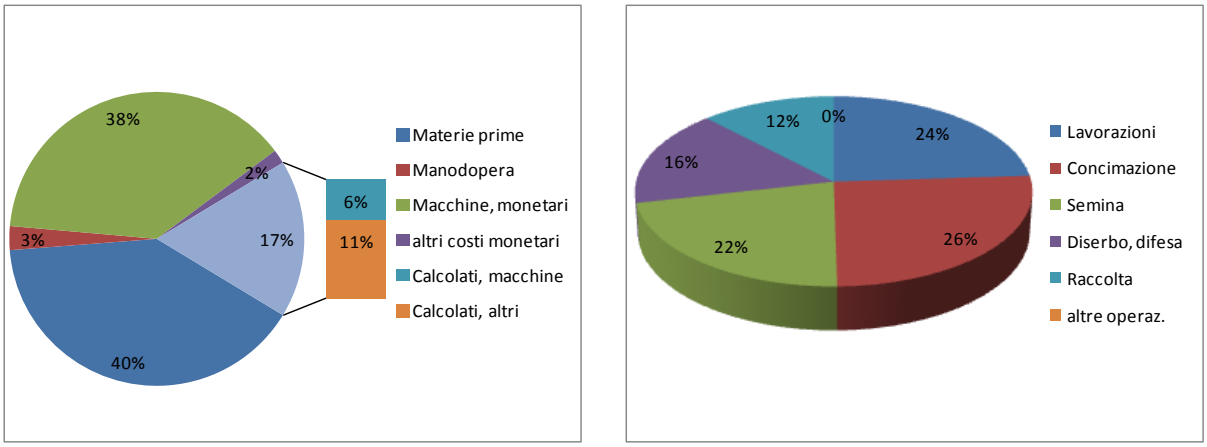


Figura F2.8.26. Frumento duro Az. tipo G - Composizione dei costi

Risultati

Il costo economico totale di produzione per ettaro varia dai 1.066 €/ha del tipo Dai 1.292 €/ha del tipo G con una differenza di circa il 21% in più. Le differenze tra frumento tenero e duro sono modeste se si confrontano tra loro i costi per lo stesso ambiente, di pianura (Tipo A con Tipo F) o di collina dove sono maggiori (Tipo B con tipo E) di circa 50-60 €/ha.
Si notano invece valori più alti per le aziende di grandi dimensioni (tipi B e E rispetto ai tipi A, C e D) che comunque sono influenzati dalla giacitura (tipo F in pianura ha costi più bassi) o dalla forma di conduzione (il tipo G condotta con salariati ha i costi più alti).
Tra le voci di costo la manodopera risulta di scarsa incidenza sul costo totale (1,5-3,3%) mentre le materie prime ne costituiscono la maggior parte (50-55%) seguite dai costi monetari delle macchine (27-38%), risultato atteso per questo tipo di coltura a elevato grado di meccanizzazione.
Tra i costi delle materie prime prevalgono quelli per i fertilizzanti (44-56%) seguiti dalle sementi (27-39%). Le operazioni di fertilizzazione e di semina costituiscono infatti le maggiori voci di costo.
I costi della meccanizzazione sono costituiti per il 60-70% dai consumi di gasolio e olio lubrificante e per la restante parte soprattutto dai ammortamenti e interessi. Si osserva che i costi più alti si hanno nelle aziende di maggiori dimensioni nelle quali sono utilizzate trattrici di alta potenza che spiegano i maggiori consumi, mentre la quota dei costi impliciti non è significativamente maggiore indicando una buona efficienza economica del parco macchine.
Particolare è il tipo G che presenta il minor costo per i consumi e per i costi impliciti delle macchine ma anche il più alto costo complessivo della meccanizzazione (66 €/ha in più rispetto alla media delle altre aziende di grandi dimensioni) e in particolare circa le lavorazioni, in coerenza con il consistente ricorso a terzisti.

I costi per ettaro di ciascuna tipologia aziendale sono stati confrontati con le rese assunte come medie sulla base di quanto riferito dagli intervistati come normali per i rispettivi contesti ambientali (Tab. 2.8.35).
A titolo esemplificativo e per confronto si riportano nella Tabella 2.8.34 le rese medie di areali simili a quello di interesse, con le quali per il frumento duro sostanzialmente corrispondono tenendo conto che sono riferiti ad ambiti più ampi e generici mentre per il Fr. Tenero sono stati rilevate rese ben maggiori.

Tabella 2.8.34. Esempi di rese medie del frumento in areali simili

Areale	Rese medie (q.li/ha)	
	Fr. tenero	Fr. duro
Toscana *	33,7	32,4
Prove varietali, Centro tirrenico **	54,4	45,9
Provincia di Siena *	40,4	32,9

*Fonti: * ns. elaborazione su dati Istat; ** Fr. tenero: Fornara M., L'informatore Agrario n. 31/2018; Fr. duro: Quaranta F., L'informatore Agrario n.32/2018*

Sulla base dei costi per ettaro e delle rese si può calcolare il costo per unità di prodotto (€/q.le) capace di sintetizzare il risultato economico complessivo dato dagli effetti combinati della produzione ottenuta e dei costi che sono stati necessari.
Se nel calcolo del costo unitario si detrae dal costo economico totale il valore dei contributi o di altre voci attive (per esempio il valore della paglia nel caso del frumento) si ottiene il "prezzo di pareggio" che può essere direttamente confrontato con il prezzo di vendita del prodotto per valutare la convenienza della coltura e la sua redditività, sia in termini assoluti che relativi.
Nel nostro caso sono stati detratti solo i contributi accoppiati per il frumento duro (pari a 80,70 €/ha) avendo presupposto la trinciatura della paglia[16].

Nella Tabella 2.8.35 sono riportate le rese, i costi per ettaro determinati in precedenza e il calcolo del prezzo di pareggio.

Tabella 2.8.35. Stima del prezzo di pareggio

		Frumento tenero		Frumento duro				
tipologia Azienda		Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Tipo E	Tipo F	Tipo G
Giacitura		pianura	collina	collina			pianura	
Pendenza		bassa	media-bassa	media	alta		bassa	
Dimensioni		media	molto grande	media		molto grande	grande-molto grande	grande con terzisti
Resa	q.li/ha	**65,0**	**50,0**	**35,0**	**35,0**	**43,0**	**45,0**	**49,0**
Costi monetari	€/ha	877	951	851	818	956	914	1.068
	€/q.le	13,50	19,01	24,32	23,37	22,23	20,30	21,80
Costo totale *	€/ha	1.184	1.236	1.057	985	1.165	1.114	1.212
Prezzo di pareggio	€/q.le	**18,22**	**24,73**	**30,21**	**28,14**	**27,09**	**24,75**	**24,73**

* al netto dei contributi per il Fr. duro, pari a 80,7 €/ha.

La prima evidenza è il miglior risultato del frumento tenero che nel caso del tipo A presenta un prezzo di pareggio ben al di sotto dei prezzi correnti del frumento tenero (circa 20-21 €/q.le): la differenza tra i due valori costituisce, per ogni q.le di prodotto, il profitto della coltura. Per gli altri casi i prezzi di pareggio sono superiori ai prezzi correnti (circa 20-22 €/qle per il Fr. duro).
In particolare, il confronto tra il tipo A e il tipo B mostra l'effetto combinato delle minori rese del secondo e dei suoi maggiori costi dovuto principalmente al contesto ambientale: in pianura il

[16] I contributi disaccoppiati, proprio perché tali, tali sono da attribuire all'intera azienda e non alle singole colture.

frumento tenero produce di più e i costi sono minori, in particolare quelli per la meccanizzazione (vedi in proposito la precedente Tabella 2.8.26).
Nelle situazioni di collina i prezzi di pareggio sono ben più alti e al di sopra dei prezzi di mercato. La causa va ricercata nelle minori rese da un lato e dai maggiori costi dall'altro. In particolare nel tipo E (azienda di grandi dimensioni) si ha il minor prezzo di pareggio nonostante abbia i maggiori costi per ettaro: la tecnica colturale applicata risulta migliore e capace di compensare efficacemente i maggiori costi.
Da notare la maggior resa del frumento duro si ha nel del tipo G. Il confronto con il tipo F, simile per giacitura e dimensioni aziendali, suggerisce una tecnica colturale più sofisticata che può essere riscontrata anche nella maggior spesa per le materie prime e in particolare per i fitofarmaci (circa 100 €/ha in più). In questo caso comunque il buon risultato produttivo è depresso da un più alto livello dei costi che portano a un prezzo di pareggio equivalente.
I costi monetari per q.le di prodotto sono ovviamente minori del prezzo di pareggio, ma solo nelle condizioni di pianura si avvicinano anche per il frumento duro ai prezzi di mercato.
Da quanto sopra si possono trarre tre osservazioni di sintesi:
- è imprescindibile il miglioramento delle rese;
- le aziende di maggiori dimensioni sembrano capaci di applicare tecniche colturali più efficienti, sia in senso quantitativo (maggiori rese) che economico (minor costo per unità di prodotto);
- la sopravvivenza delle aziende cerealicole si basa in molti casi sulla erosione dei capitali investiti che non sono reintegrati tramite il compenso dei costi impliciti.

Valutazione economica delle tecniche di coltivazione innovative

Obiettivi e linee di svolgimento della valutazione economica.
La sperimentazione eseguita ha interessato quattro fasi della tecnica colturale del frumento: la scelta varietale, le tecniche di lavorazione del suolo fino alla semina (tradizionale, minima lavorazione e semina su sodo), la fertilizzazione azotata di copertura e la difesa dai parassiti fungini.
I risultati produttivi delle tecniche a confronto per l'esecuzione di queste fasi, sia in termini di rese che di qualità del prodotto, sono stati discussi negli specifici paragrafi delle Azioni precedenti ai quali si rimanda. Obiettivo di questa parte del lavoro è invece valutare la convenienza economica relativa delle tecniche alternative considerate.

Per ogni tecnica sperimentata è stato stimato il costo delle singole operazioni coinvolte (Fig. 2.8.27) come riportato nei paragrafi che seguono.

Fasi della tecnica di coltivazione		Costi calcolati per:
Lavorazione principale		Operazioni fino alla semina (esclusa fertilizzazione) 3 prove
Concimazione di base		
Affinamento del terreno		
Semina		
Concimazioni di copertura		Conc. di copertura 15 prove
Difesa	foglia	Difesa 12 prove
	spiga	
Raccolta		Raccolta (nesuna prova)

Figura 2.8.27. Operazioni considerate per la valutazione delle tecniche innovative

Occorre ricordare che i costi della esecuzione di una operazione colturale dipendono anche dalle dimensioni aziendali e dal grado di efficienza economica dell'uso delle macchine che possono variare

ampiamente, dando luogo ad una casistica molto ampia. Anche limitandosi alle tipologie aziendali definite in precedenza resterebbe comunque troppo estesa per poter essere utilmente discussa.
Pertanto si è scelto di fare riferimento ai costi di una azienda "normalizzata" privilegiando l'aspetto relativo nei confronti tra le diverse tecniche piuttosto che i rispettivi valori assoluti dei costi.
In particolare per i confronti circa la fertilizzazione e la difesa si è fatto riferimento ai cantieri di lavoro di un'azienda di medie dimensioni.
Per le lavorazioni del terreno e la semina invece sono stati considerati i cantieri di un'azienda di grandi dimensioni che giustifichino l'acquisto della seminatrice su sodo che ha un costo molto elevato.
Inoltre, per tutte le macchine si è presupposto un impiego annuo standard come definito in precedenza.
Circa la valutazione economica delle tecniche proposte occorre ricordare che essa deve essere eseguita rispetto alla sua efficacia economica complessiva (reddito), ovvero considerando sia i costi che il valore della produzione ottenuta. Questo è uguale, per ogni ettaro, alla resa (q.li/ha) per il prezzo (€/q.le) spuntabile con la qualità ottenuta.
Quindi le variabili da considerare per ogni tecnica sono: costo; resa; prezzo. Il prezzo può essere assunto come indice sintetico della qualità complessiva del prodotto ottenuto. I risultati della sperimentazione in campo daranno indicazioni su quali rese e prezzi sia da riferirsi.
Circa i costi è da evidenziare anche che ciascuna delle tecniche sperimentate comprende solo una operazione delle molteplici che costituiscono la tecnica complessiva di produzione del frumento (vedi Figura precedente).
Ne segue che, ai fini dell'analisi in essere, i risultati economici complessivi dovrebbero essere calcolati per una innumerevole serie di combinazioni da porre a confronto tra loro.
Inoltre la presumibile relazione fra un tipo e l'altro di tecnica (come per esempio tra tipo di lavorazioni e necessità di difesa) rende non utile ai fini dei confronti una eventuale standardizzazione dei costi delle altre operazioni rispetto alla singola in esame.
Però la quota del costo complessivo di produzione imputabile ad una singola operazione può essere espressa come porzione del costo totale (indipendente dalla resa per ettaro) o, noto un prezzo di riferimento, come porzione del valore della produzione destinata alla sua remunerazione.
I confronti risultano quindi possibili a prescindere dal valore assoluto della resa mentre il prezzo di riferimento può essere scelto in base ai risultati qualitativi attesi.
In proposito si osserva che anche modesti miglioramenti qualitativi possono comunque incidere molto sul prezzo qualora possano permettere di superare i limiti richiesti per certe categorie commerciali (vedi Tab. 2.8.10) o per rispettare accordi particolari.
Quindi, per ogni tecnica esaminata è stato calcolato il costo in valore che poi, sulla base di un prezzo di vendita assunto, si è trasformato in "*quintali equivalenti*" così definibili: "*porzione della produzione complessiva destinata alla remunerazione di quella singola operazione*".

Valutazioni circa la scelta varietale

Per quanto riguarda i costi relativi alla scelta varietale non sembrano esservi differenze significative tra i prezzi di acquisto delle diverse varietà.
In proposito si ricorda che è sempre sconsigliato reimpiegare per la semina parte delle produzioni aziendale (pratica presente in alcune delle aziende intervistate). È invece preferibile utilizzare semente certificata e conciata che presenta indubbi vantaggi sia sulle rese che sulla resistenza alle malattie della foglia (Cfr. Blandino e Reyneri, 2018; Chiodini 2018). Da citare inoltre che l'uso di semente certificata può essere richiesto per particolari contratti di coltivazione o per l'accesso ad alcuni incentivi pubblici come nel caso di quelli previsti per i contratti di filiera.
Nella Tabella 36 sono riportati costi per q.le della semente autoprodotta e di quella acquistata (desunti dalle fonti sopra citate) e il calcolo del costo ad ettaro che ovviamente dipende dalle dosi impiegate.
Il maggior costo della semente certificata rispetto a quella autoprodotta è stimabile in circa 40 €/ha per frumento tenero e in circa 49 €/ha per il duro.

Tabella 2.8.36. Differenza di costo tra le sementi acquistate e autoprodotte

		Fr. tenero	Fr. Duro
Dose semente *	q.li/ha	2,30	2,65
Costo semente			
aziendale **	€/q.le	38,55	
	€/ha	88,67	102,16
acquistata *	€/q.le	56,00	57,00
	€/ha	128,80	151,05
Maggior costo semente certificata	€/ha	40,14	48,89

*Fonte: vedi riferimenti citati nel testo; * media campione az.*

Risultati

Il costo così stimato è stato trasformato in quintali equivalenti definiti nel paragrafo precedente e che, per mezzo dell'abaco della Tabella 2.8.37, dovranno essere confrontati con i migliori risultati quanti-qualitativi attesi con i due tipi di semente.

Tabella 2.8.37. Produzione equivalente del costo della semente

Tecnica descrizione	Costi €/ha	Prezzo del Frumento €/q.le 18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
		Produzione equivalente q.li/ha							
Frumento tenero									
1 Semente autoprodotta	88,7	4,9	4,7	4,4	4,2	4,0	3,9	3,7	3,5
2 Semente acquistata	128,8	7,2	6,8	6,4	6,1	5,9	5,6	5,4	5,2
Frumento duro									
3 Semente autoprodotta	102,2	5,7	5,4	5,1	4,9	4,6	4,4	4,3	4,1
4 Semente acquistata	151,1	8,4	8,0	7,6	7,2	6,9	6,6	6,3	6,0

L'uso dell'abaco consente di eseguire diversi tipi di confronti: tra le rese, tra i risultati qualitativi sintetizzati nel prezzo atteso e tra i loro effetti combinati, tenendo conto che comunque la scelta migliore corrisponde al minor costo in q.li equivalenti.

- Confronto tra le rese - individuato un prezzo di riferimento, si ha convenienza se la maggior resa attesa supera la differenza del costo in quintali equivalenti.

Per esempio, con un prezzo di 20 €/q.le del frumento tenero, l'uso della semente acquistata conviene se permette di realizzare una maggiore produzione di 6,4 - 4,4 = 2,0 q.li/ha.

- Confronto tra le qualità - A parità di resa, si ha convenienza se la qualità attesa consente di ottenere un prezzo cui corrisponde un minor costo in q.li equivalenti.

Si osserva che in questo caso la differenza dei prezzi attesi necessaria per avere la convenienza all'acquisto della semente non rientra nel range previsto dall'abaco, indicando che i vantaggi dovranno ricercarsi soprattutto nel miglioramento delle rese.

- Confronto combinato fra rese e qualità - La convenienza si ha se la maggior resa al prezzo atteso per quella qualità supera la differenza dei rispettivi costi in q.li equivalenti.

Per esempio, la semente acquistata conviene se permette di passare da 19 a 21 €/q.le di frumento tenero con un aumento delle rese di almeno 6,1 - 4,7 = 1,4 q.li/ha.

Valutazione delle tecniche innovative di lavorazione del terreno

Le tecniche a confronto sono la lavorazione tradizionale, la minima lavorazione (o *minimum tillage*) e la semina sul sodo (o *no tillage*).

I vantaggi delle due tecniche a confronto con quella tradizionale presentano noti vantaggi di tipo agronomico e ambientale, quali la riduzione dei consumi energetici, il contenimento dei fenomeni di erosione in collina, la minore riduzione della sostanza organica presente nello strato superficiale del terreno, ecc.

E' da segnalare che circa la semina su sodo gli intervistati ne hanno evidenziato i pessimi risultati se eseguita con terreno in condizioni non ottimali di umidità. Ciò può limitare l'impiego di questa tecnica in certi ambienti e ridurre significativamente il periodo utile per eseguirla, con ripercussioni sul massimo impiego annuo e quindi sul costo orario di esercizio.

Nella lavorazione tradizionale, l'aratura permette un buon controllo dello sviluppo delle infestanti e l'interramento dei residui della coltura precedente. Con la lavorazione minima e nella semina sul sodo invece è previsto un diserbo pre-semina con erbicida totale (Fig. 2.8.28).
Inoltre, quando sui residui colturali della coltura precedente sono molto consistenti è bene eseguire anche una trinciatura preventiva, come per esempio nel caso in cui il frumento segua il girasole.
La trinciatura invece può normalmente essere omessa per la semina dopo i trifogli o dopo altri cereali da paglia, soprattutto se, come di norma nella zona, la trebbiatura prevede l'uso di trinciapaglia.
Per il confronto è stata esclusa la fertilizzazione di base dato che è comune in tutte e tre le tecniche.

Tecnica	Operazione
Tecnica tradizionale (aratura)	Aratura a 40 cm Frangizzollatura Erpicatura Semina
Minima Lavorazione	Trinciatura stocchi * Diserbo pre-semina Erpicatura 1.a Erpicatura 2.a Semina
Semina su sodo	Trinciatura stocchi * Diserbo pre-semina Semina

* eventuale

Figura 2.8.28. Operazioni considerate per le diverse tecniche di lavorazione

Nella Tabella 38 sono riportate le operazioni considerate per i tre tipi di tecnica ed i relativi cantieri, che ricordiamo sono riferiti ad un'azienda di grandi dimensioni, e nella Tabella 39 il dettaglio dei costi di ciascun cantiere impiegato. L'operazione di trinciatura è stata mantenuta separata per poter considerare le due opzioni circa la sua necessità.

Tabella 2.8-38. Operazioni e impieghi per ettaro nelle tre tecniche di lavorazione a confronto

Tecnica	Operazione	Perido utile		Materie prime e servizi			Cantiere		Impieghi		ore
		da	a	descrizione	u.m.	quantità	Motrice + Operatrice (uso)	addetti	h:mm/ha	ore	impegno
Tecnica tradizionale (aratura)	Aratura a 40 cm	3.a lug	3.a ago	_	_	-	DT 200 CV + Aratro 4 vomeri reversibile	1° Operaio	1:12	1,20	1,20
	Erpicatura 1.a	3.a set	3.a ott	_	_	-	DT 200 CV + Frangizolle 3,0 m	1° Operaio	0:20	0,34	0,34
	Erpicatura 2.a	2.a ott	1.a dic	_	_	-	DT 200 CV + Frangizolle 3,0 m	1° Operaio	0:20	0,34	0,34
	Semina	2.a ott	1.a dic	_	_	-	Cingolato 100 CV + Seminatrice a righe 4 m	1° Operaio	0:24	0,40	0,40
				_	_	-	(//) DT 130 CV + Caricatore frontale	2° Operaio	0:05	0,08	0,40
				_	_	-	(//) _ + Rimorchio 1 asse 100 q.li	_	0:05	0,08	0,40
				Seme frumento	kg	270				-	-
Minima lavorazione	Diserbo pre-semina	2.a set	3.a set	_	_	-	DT 130 CV + Botte diserbo 15 m	1° Operaio	0:11	0,18	0,18
				_	_	-	(//) _ + rimorchio con botte acqua	_	0:11	0,18	0,18
				Roundup® Platinum	lt	2				-	-
	Erpicatura 1.a	1.a ott	1.a ott	_	_	-	DT 200 CV + Frangizolle 3,0 m	1° Operaio	0:20	0,34	0,34
	Erpicatura 2.a	2.a ott	1.a dic	_	_	-	DT 200 CV + Erpice rotante 5 m	1° Operaio	0:38	0,64	0,64
	Semina	2.a ott	1.a dic	_	_	-	Cingolato 100 CV + Seminatrice a righe 4 m	1° Operaio	0:24	0,40	0,40
				_	_	-	(//) DT 130 CV + Caricatore frontale	2° Operaio	0:05	0,08	0,40
				_	_	-	(//) _ + Rimorchio 1 asse 100 q.li	_	0:05	0,08	0,40
				Seme frumento	kg	270				-	-
Semina su sodo	Diserbo pre-semina	3.a set	2.a nov	_	_	-	DT 130 CV + Botte diserbo 15 m	1° Operaio	0:11	0,18	0,18
				_	_	-	(//) _ + rimorchio con botte acqua	_	0:11	0,18	0,18
				Roundup® Platinum	lt	2				-	-
	Semina su sodo	2.a ott	1.a dic	_	_	-	Cingolato 100 CV + Seminatrice su sodo 4,2 m	1° Operaio	0:30	0,50	0,50
				_	_	-	(//) DT 130 CV + Caricatore frontale	2° Operaio	0:05	0,08	0,50
				_	_	-	(//) _ + Rimorchio 1 asse 100 q.li	_	0:05	0,08	0,50
				Seme frumento	kg	270				-	-
eventuale Trinciatura	Trinciatura stocchi	1.a set	2.a set	_	_	-	DT 130 CV + Trinciastocchi 3 m	1° Operaio	0:38	0,64	0,64

Tabella 2.8.39. Costi per ettaro dei cantieri per le tecniche di lavorazione a confronto

Cantiere (motrice+ operatrice)		DT 200 CV + Aratro 4 vomeri reversibile	DT 200 CV + Frangizolle 3,0 m	DT 200 CV + Erpice rotante 5 m	DT 130 CV + Botte diserbo 15 m	DT 130 CV + Trinciastocchi 3 m	Cingolato 100 CV + Seminatrice a righe 4 m	Cingolato 100 CV + Seminatrice su sodo 4,2
impegno	ore/ha	1,20	0,34	0,64	0,18	0,64	0,40	0,50
addetti	n.	1	1	1	1	1	1	1
Costi variabili macchine								
consumi	€/ha	28,34	26,31	24,29	8,62	17,25	6,73	6,73
manutenzioni e riparazioni	€/ha	24,47	3,09	9,50	3,00	5,05	4,28	14,84
Totale costi variabili *	€/ha	52,80	29,41	33,79	11,62	22,30	11,01	21,57
Costi fissi								
Manodopera	€/ha	3,60	1,02	1,92	0,54	1,92	1,20	1,50
Ricovero, assic., ecc. macchine	€/ha	4,15	0,93	2,01	0,44	1,18	0,56	1,48
Totale costi fissi	€/ha	7,75	1,95	3,93	0,98	3,10	1,76	2,98
Costi calcolati macchine								
Ammort.	€/ha	22,87	3,27	10,47	3,62	5,48	4,71	17,59
Interessi	€/ha	2,80	0,42	1,19	0,34	0,64	0,50	1,79
Totale costi calcolati	€/ha	25,67	3,69	11,66	3,96	6,12	5,21	19,38
Costo economico totale *	€/ha	86,22	35,04	49,38	16,56	31,52	17,98	43,93

* escluso materie prime

Utilizzando i dati sopra indicati sono stati calcolati i costi per ettaro delle tre tecniche più le due opzionali con la trinciatura, come riportati in dettaglio nella Tabella 40 e confrontati nella Figura 2.8.29 e nella Tabella 2.8.41.

Tabella 2.8.40. Dettaglio dei costi delle tre tecniche di lavorazione

Categorie di costi		Tecnica tradizionale	Minima lavorazione	Semina su sodo	sola Trinciatura	lav. minima con trinc.	su sodo con trinc.
Materie prime	€/ha	175,5	190,1	190,1	-	190,1	190,1
Manodopera	€/ha	8,0	5,9	3,5	1,9	7,8	5,5
Macchine, monetari	€/ha	141,4	102,2	48,5	23,5	125,7	72,0
Totale monetari	€/ha	324,9	298,2	242,1	25,4	323,6	267,5
Ammortamento e interessi macchine	€/ha	41,9	28,5	28,2	6,1	34,6	34,3
Costo economico totale	€/ha	366,8	326,7	270,3	31,5	358,2	301,8
Costi macchine aziendali							
consumi e manutenzioni	€/ha	134,1	97,5	45,6	22,3	119,8	67,9
costi fissi	€/ha	7,3	4,7	2,9	1,2	5,9	4,1
ammortamento e interessi	€/ha	41,9	28,5	28,2	6,1	34,6	34,3
costo totale	€/ha	183,3	130,7	76,7	29,6	160,3	106,3

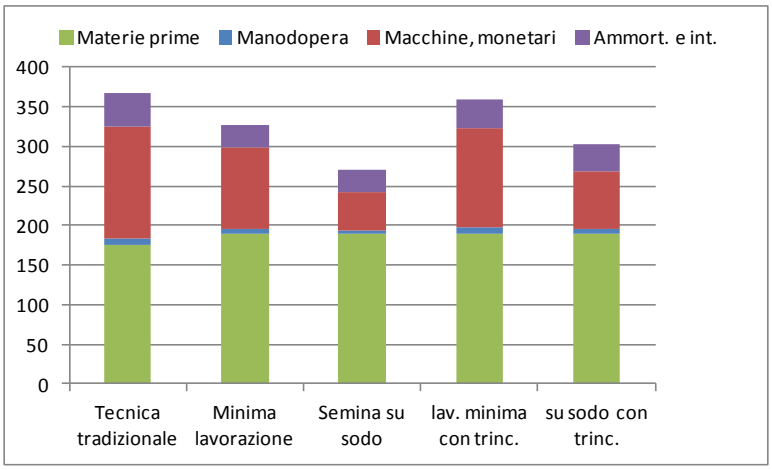


Figura F2.8-29. Composizione dei costi delle tecniche di lavorazione a confronto

Tabella F2.8-41. Confronto dei costi delle tre tecniche di lavorazione (indice: lav. trad.=100)

Categorie di costi	Minima lavorazione	Semina su sodo	lav. minima con trinc.	su sodo con trinc.
Materie prime	108	108	108	108
Manodopera	73	44	97	68
Macchine, monetari	72	34	89	51
Totale monetari	92	75	100	82
Ammortamento e interessi macchine	68	67	83	82
Costo economico totale	89	74	98	82
Costi macchine aziendali				
consumi e manutenzioni	73	34	89	51
costi fissi	64	39	81	56
ammortamento e interessi	68	67	83	82
costo totale	71	42	87	58

Risultati

Il confronto mostra che la semina su sodo risulta la più conveniente con un costo complessivo del 40-60% rispetto a quella tradizionale. In particolare:

- i costi delle materie prime (essenzialmente la semente) sono simili e percentualmente elevati, differendo solo per l'uso del diserbante che però ha un costo modesto;
- la manodopera varia con il numero di interventi ma incide pochissimo sul costo totale;
- i costi monetari delle macchine variano molto risultando molto bassi nella lavorazione su sodo (circa il 30% in meno rispetto alla lavorazione tradizionale); essi sono costituiti prevalentemente dai consumi e sono coerenti con le minori ore/ha complessive e con il l'alto impegno di potenza richiesto dall'aratura;
- i costi impliciti diminuiscono in modo simile per il minor numero di ore macchina, sebbene la seminatrice su sodo abbia un valore a nuovo elevato;
- la trinciatura comporta elevati consumi (che costituiscono circa l'80% del costo complessivo di questa operazione) tanto che nel caso della lavorazione minima ne annullano i vantaggi rispetto a quella tradizionale.

Si ricorda che questi costi sono stati ottenuti utilizzando i parametri standard di uso annuo, come definiti in precedenza.

In proposito è da notare che il cantiere della semina su sodo (la tecnica risultata più conveniente) è costituito da due macchine di cui una specifica per questa operazione (la seminatrice) e l'altra generica utilizzata in molte altre operazioni e colture, a differenza di quanto visto in precedenza nel confronto fra due mietitrebbie.

Il calcolo del costo orario di esercizio del cantiere, mostrato nella Tabella 2.8.42, diviene quindi più complesso e richiede di imputare un impiego annuo della trattrice relativo all'uso in altre attività (600 ore/anno nell'esempio proposto).

L'incidenza del costo della macchina motrice è effettivamente molto alto, soprattutto per il consistente valore a nuovo che si ripercuote sulle manutenzioni e sui costi fissi. Nella Tabella 43 si riporta a titolo esemplificativo quali potrebbero essere i costi orari del cantiere al variare dell'impiego annuo considerando un uso esclusivo della motrice per questa operazione.

Tabella 2.8.42. Calcolo del costo orario del cantiere per la semina su sodo

		Cantiere semina su sodo *		
		motrice	operatrice	totale
Macchina		Seminatrice su sodo 4 m	Cingolato 100 CV	
Dati di base				
Vita tecnica	ore	1.500	14.000	
Valore a nuovo (Vn)	€	55.000	43.000	
Costi variabili (orari)				
Coeff. manut. e ripar. (% Vn) *		75%	80%	
Costo manutenzioni e riparazioni	€	41.250	34.400	
	€/ora	27,50	2,46	29,96
Potenza nominale motrice	CV	0	100	
Coeff. impegno potenza (% su nom.)		45%	80%	
Energia consumata	CVh	0	80	
Costo CVh	€/CVh		0,176	
Costo consumi carburante e lubrif.	€/ora		14,08	14,08
Manodopera	€/ora		11,50	11,50
Totale costi variabili	€/ora	27,50	28,04	**28,04**
Costi fissi (annuali)				
Coeff. Spese varie (% Vn)		0,50%	2,00%	
Spese varie annuali	€	275	860	860
Valore di recupero (% Vn)	%	10%	20%	
	€	5.500	8.600	
Durata economica	anni	12	14	
Quota annuale Ammort.	€	4.125	2.457	2.457
Valore attuale (% Vn)		50%	50%	
	€	27.500	21.500	
Saggio interessi		1,50%	1,50%	
Interessi annuali	€	413	323	323
Totale costi fissi	€/anno	4.813	3.640	3.640
Impiego annuo macchine ***				
nel cantiere	ore/anno	100	100	
in altri cantieri	ore/anno	0	500	
complessivo	ore/anno	100	600	
Costi fissi orari	€/ora	48,13	6,07	**54,19**
Costo orario totale	€/ora	75,63	34,10	**82,23**

* escluse carico semente; ** per tutta la vita tecnica; *** esemplificativo

Tabella F2.8.43. Costi orari del cantiere per la semina su sodo in base all'impiego annuo

Impiego	Costi fissi per ora (€)		Costi variabili per ora (€)		Costi totale cantiere per ora (€)		
ore/anno	operatrice	motrice	operatrice	motrice	fissi	variabili	totali
10	481,25	7,14	27,50	28,04	488,39	55,54	543,92
20	240,63	7,00	27,50	28,04	247,62	55,54	303,16
30	160,42	6,87	27,50	28,04	167,28	55,54	222,82
40	120,31	6,74	27,50	28,04	127,05	55,54	182,59
50	96,25	6,62	27,50	28,04	102,87	55,54	158,40
60	80,21	6,50	27,50	28,04	86,71	55,54	142,24
70	68,75	6,39	27,50	28,04	75,14	55,54	130,67
80	60,16	6,28	27,50	28,04	66,43	55,54	121,97
90	53,47	6,17	27,50	28,04	59,64	55,54	115,18
100	48,13	6,07	27,50	28,04	54,19	55,54	109,73
110	43,75	5,97	27,50	28,04	49,72	55,54	105,25
120	40,10	5,87	27,50	28,04	45,97	55,54	101,51
130	37,02	5,78	27,50	28,04	42,80	55,54	98,33
140	34,38	5,69	27,50	28,04	40,06	55,54	95,60
150	32,08	5,60	27,50	28,04	37,68	55,54	93,22

* impiego 0,5 ore/ha

Richiamando quanto detto in precedenza circa le limitazioni operative che presenta la semina sul sodo, si evidenzia quanto la sua convenienza sia legata alle effettive possibilità di impiego annuo e alle caratteristiche complessive del contesto aziendale (caratteristiche dei terreni, altre colture su cui utilizzare la tecnica, uso complessivo della motrice).
In proposito si osserva che la semina sul sodo può essere utilizzata anche sugli altri cereali da paglia oltre al frumento e per altre colture, aumentando l'impiego annuo e quindi riducendo il costo orario. Per esempio, nell'azienda in cui è stata eseguita la sperimentazione la semina sul sodo è attuata anche per la sulla e i trifogli.
La convenienza di questa tecnica dipende dunque soprattutto dalla superficie complessiva sulla quale può essere attuata. Nella Tabella 2.8.44 è riportato il confronto fra costo orario e per ettaro del cantiere descritto nella precedente Tabella 2.8.38, utilizzando i coefficienti d'uso annuo standard definiti in precedenza e considerando una capacità di lavoro di 2 ha/ora quale quella rilevata nell'azienda interessata dalla sperimentazione. Nel grafico delle Figura 2.8.30 sono mostrati i limiti di convenienza economica di questa tecnica e il confronto con il ricorso a un servizio esterno.

Tabella 2.8.44. Costo orario e per ettaro del cantiere per la semina su sodo

	costi per:	
	ettaro	ora
Costi variabili		
consumi	23,98	47,96
manutenzioni e riparazioni	21,62	43,25
manodopera	3,54	7,08
totale costi variabili	49,14	98,29
Costi fissi		
ricovero, assicurazioni, ecc.	2,87	5,74
ammortamento e interessi	28,21	56,42
totale costi fissi	31,08	62,16
Costo totale	80,23	160,45

N.B. Capacità di lavoro 2 ha/ora

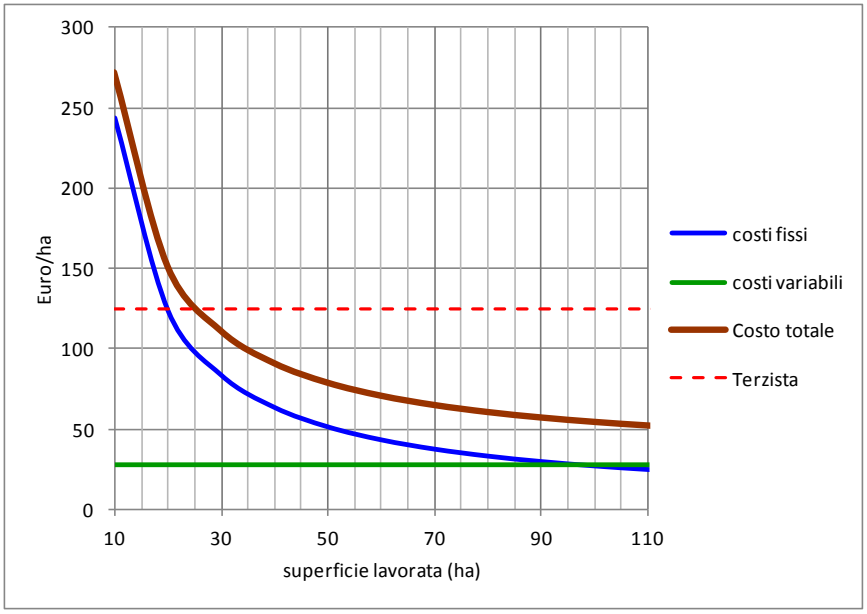


Figura 2.8.30. Andamento del costo del cantiere per la semina sul sodo al variare della superficie lavorata per anno

Con queste premesse si riporta, nella Tabella 2.8.45 l'abaco per la valutazione comparativa delle varie tecniche con i costi espressi in q.li equivalenti, il cui uso è stato descritto in precedenza.
In questo caso (e in quelli che seguiranno), data l'importanza che hanno le macchine sul costo totale e le problematiche circa i loro costi impliciti, i q.li equivalenti sono stati calcolati anche rispetto ai soli costi monetari, lasciando così all'utente la possibilità di fare riferimento a l'uno o all'altro tipo di costo.

Tabella 2.8.45. Produzione equivalente dei costi delle tecniche di lavorazione esaminate

Tecnica descrizione	Costi *mon.*	Costi tot.	Prezzo del Frumento €/q.le 18,0		19,0		20,0		21,0		22,0		23,0		24,0		25,0	
			Produzione equivalente q.li/ha															
1 Tecnica tradizionale	*325*	367	*18*	20	*17*	19	*16*	18	*15*	17	*15*	17	*14*	16	*14*	15	*13*	15
2 Minima lavorazione	*298*	327	*17*	18	*16*	17	*15*	16	*14*	16	*14*	15	*13*	14	*12*	14	*12*	13
3 Semina su sodo	*242*	270	*13*	15	*13*	14	*12*	14	*12*	13	*11*	12	*11*	12	*10*	11	*10*	11
4 Minima lav. + trinciat.	*324*	358	*18*	20	*17*	19	*16*	18	*15*	17	*15*	16	*14*	16	*13*	15	*13*	14
5 Sem. su sodo + trinciat.	*268*	302	*15*	17	*14*	16	*13*	15	*13*	14	*12*	14	*12*	13	*11*	13	*11*	12

Occorre evidenziare l'importanza di una attenta scelta del prezzo di riferimento ai fini della valutazione economica. Il prezzo infatti deve essere riferito alla qualità globale del prodotto ottenuto e, dato che questa può variare significativamente con le tre diverse tecniche (come esposto nelle valutazioni qualitative eseguite nelle Azioni precedenti), ne segue che la scala della convenienza economica vista in precedenza può anche essere ribaltata.

Ricadute ambientali

Compito del progetto è anche la valutazione delle ricadute ambientale delle innovazioni proposte. Nel caso delle tecniche di lavorazione del terreno le implicazioni ambientali sono complesse e sono state affrontate nelle Azioni precedenti.
Qui si possono solo evidenziare i differenti consumi di gasolio stimati per le diverse tecniche, confrontati nella Tabella 46: entrambe le tecniche innovative risultano vantaggiose rispetto a quella tradizionale in ragione di una minore quantità di energia complessivamente impiegata e la semina sul sodo risulta di gran lunga la migliore, anche con l'aggiunta della trinciatura opzionale.

Tabella 2.8.46. Confronto dei consumi energetici per ettaro delle tre tecniche di lavorazione

Tecnica di lavorazione del terreno	Consumi energia CVh	Consumi gasolio kg
Tecnica tradizionale	547	94,2
Minima lavorazione	424	72,9
Semina su sodo	136	23,4
sola Trinciatura	98	16,9
Lavorazione minima con trinc.	522	89,8
Semina su sodo con trinc.	234	40,3

In proposito però occorre anche ricordare che sia la minima lavorazione che la semina sul sodo richiedono l'esecuzione di un preventivo diserbo totale di sicuro impatto ambientale negativo.

Valutazione delle tecniche innovative di fertilizzazione

Per la valutazione economica delle tecniche innovative di fertilizzazione azotata in copertura sono state considerate le tecniche elencate nella Tabella 2.8.47 (distinte per frumento tenero e duro e diverse per tipo di fertilizzante, epoche di somministrazione e dosi) delle quali sono stati calcolati i costi con riferimento ad un'azienda di medie dimensioni e utilizzando per il costo di esercizio i parametri standard sopra citati. Per i prezzi de fertilizzanti impiegati si è fatto riferimento a quelli di mercato rilevati.

Tabella 2.8.47. Le tecniche considerate per la fertilizzazione azotata in copertura

Prova n.	Tecnica	Interventi n.	Interventi periodo	Fertilizzante prodotto	dose/ha
	Frumento Tenero				
1	nitrato+nitrato	1	uscita inverno	Nitrato Amm. 26%	1,8 q.li
		2	botticella	Nitrato Amm. 26%	2,5 q.li
2	nitrato+nitrato, dose maggiore	1	uscita inverno	Nitrato Amm. 26%	2,4 q.li
		2	botticella	Nitrato Amm. 26%	3,0 q.li
3	nitrato+urea	1	uscita inverno	Nitrato Amm. 26%	2,2 q.li
		2	botticella	Urea	2,0 q.li
4	nitrato+nitrato+nitrato	1	uscita inverno	Nitrato Amm. 26%	2,2 q.li
		2	botticella	Nitrato Amm. 26%	3,0 q.li
		3	spigatura-fioritura	Nitrato Amm. 26%	1,0 q.li
5	lenta cessione	1	uscita inverno	Rizovit	4,0 q.li
6	lenta cess.+nitrato	1	uscita inverno	Rizovit	2,2 q.li
		2	botticella	Nitrato Amm. 26%	3,0 q.li
7	lenta cess.+urea+nitrato, dose min.	1	uscita inverno	Rizovit	3,0 q.li
		2	botticella	Urea	2,0 q.li
		3	spigatura-fioritura	Nitrato Amm. 26%	1,0 q.li
8	lenta cess.+urea+nitrato, dose magg.	1	uscita inverno	Rizovit	3,0 q.li
		2	botticella	Urea	2,5 q.li
		3	spigatura-fioritura	Nitrato Amm. 26%	1,5 q.li
	Frumento Duro				
9	nitrato+urea	1	uscita inverno	Nitrato Amm. 26%	2,0 q.li
		2	botticella	Urea	2,0 q.li
10	nitrato+urea, dose maggiore	1	uscita inverno	Nitrato Amm. 26%	2,5 q.li
		2	botticella	Urea	2,5 q.li
11	nitrato+urea + fogliare	1	uscita inverno	Nitrato Amm. 26%	2,0 q.li
		2	botticella	Urea	2,0 q.li
		3	spigatura-fioritura	Concime fogliare	5,0 lt
12	lenta cess., dose maggiore	1	uscita inverno	Rizovit	4,0 q.li
13	lenta cess., dose minore	1	uscita inverno	Rizovit	5,0 q.li
14	lenta cess. + fogl., dose min.	1	uscita inverno	Rizovit	4,0 q.li
		2	spigatura-fioritura	Concime fogliare	5,0 q.li
15	lenta cess. + fogl., dose magg.	1	uscita inverno	Rizovit	5,0 q.li
		2	spigatura-fioritura	Concime fogliare	5,0 lt

L'esecuzione della fertilizzazione prevede due cantieri tipo relativi alla distribuzione di fertilizzanti granulari o liquidi i cui costi (Tabelle 2.8.48 e 2.8.49) sono stati utilizzati per il calcolo del costo ad ettaro di ciascuna delle tecniche esaminate.
I risultati sono riportati nella Tabella 2.8.50 dove sono distinti i costi monetari da quelli totali.

Tabella 2.8.48. Cantieri tipo considerati per la distribuzione del fertilizzante

tipo fertilizz.	Macchine	Manodopera	impiego h:mm/ha	impegno ore/ha
granulare	DT 110 CV + Spandiconcime 18 m DT 80 CV + Caricatore frontale	1° Operaio 2° Operaio	0:12 0:06	0,20 0,20
fogliare	DT 110 CV + Botte diserbo 12 m + rimorchio con botte acqua	1° Operaio	00:12	0,20

Tabella 2.8.49. Costi del cantiere per un intervento di fertilizzazione

		Tipo fertilizzante granulare	fogliare
Costi variabili			
Materie prime	€/ha	*specifico per ogni tecnica*	
	€/ha		
Costi macchine aziendali	€/ha	14,62	10,07
Totale costi variabili *	€/ha	14,62	10,07
Costi fissi			
Manodopera	€/ha	1,20	0,60
Ricovero, assic., ecc. macchine	€/ha	0,49	0,41
Totale costi fissi	€/ha	1,69	1,01
Costi calcolati			
Ammortamento e interessi macchine	€/ha	3,25	4,40
Totale costi calcolati	€/ha		
Costo economico totale *	€/ha	**16,31**	**11,08**

* escluso materie prime

Tabella 2.8.50. Costi complessivi della concimazione di copertura secondo le diverse tecniche

Prova n.	Tecnica		Costi complessivi* monetari	totali
	Frumento Duro			
1	nitrato+urea	€/ha	166,6	173,2
2	nitrato+urea, dose maggiore	€/ha	200,1	206,7
3	nitrato+urea + fogliare	€/ha	197,7	208,7
4	lenta cess., dose maggiore	€/ha	228,3	231,6
5	lenta cess., dose minore	€/ha	281,3	284,6
6	lenta cess. + fogl., dose min.	€/ha	259,4	267,1
7	lenta cess. + fogl., dose magg.	€/ha	402,4	410,1
	Frumento Tenero			
8	nitrato+nitrato	€/ha	157,3	163,9
9	nitrato+nitrato, dose maggiore	€/ha	189,2	195,8
10	nitrato+urea	€/ha	172,4	179,0
11	nitrato+nitrato+nitrato	€/ha	228,7	238,5
12	lenta cessione	€/ha	228,3	231,6
13	lenta cess.+nitrato	€/ha	236,2	242,8
14	lenta cess.+urea+nitrato, dose min.	€/ha	312,9	322,7
15	lenta cess.+urea+nitrato, dose magg.	€/ha	361,4	371,2

* materiali, macchine e manodopera

Risultati

La valutazione relativa delle diverse tecniche è stata eseguita, come nei casi precedenti, esprimendo i costi calcolati in produzione equivalente, sulla base di una serie di prezzi ipotizzati per il prodotto.
Nella Tabella 2.8.51 è riportato l'abaco da essi derivato da utilizzare con le modalità precedentemente descritte.

Tabella 2.8.51. Produzione equivalente dei costi delle tecniche di fertilizzazione esaminate

Tecnica	Costi		Prezzo del Frumento €/q.le													
descrizione			18,0		19,0		20,0		21,0		22,0		23,0		24,0		25,0	
	mon.	tot.	Produzione equivalente q.li/ha													
Frumento Tenero																
1 nitrato+nitrato	*157*	164	*8,7*	9,1	*8,3*	8,6	*7,9*	8,2	*7,5*	7,8	*7,2*	7,4	*6,8*	7,1	*6,6*	6,8	*6,3*	6,6
2 nitrato+nitrato, dose maggiore	*189*	196	*10,5*	10,9	*10,0*	10,3	*9,5*	9,8	*9,0*	9,3	*8,6*	8,9	*8,2*	8,5	*7,9*	8,2	*7,6*	7,8
3 nitrato+urea	*172*	179	*9,6*	9,9	*9,1*	9,4	*8,6*	8,9	*8,2*	8,5	*7,8*	8,1	*7,5*	7,8	*7,2*	7,5	*6,9*	7,2
4 nitrato+nitrato+nitrato	*229*	239	*12,7*	13,3	*12,0*	12,6	*11,4*	11,9	*10,9*	11,4	*10,4*	10,8	*9,9*	10,4	*9,5*	9,9	*9,1*	9,5
5 lenta cessione	*228*	232	*12,7*	12,9	*12,0*	12,2	*11,4*	11,6	*10,9*	11,0	*10,4*	10,5	*9,9*	10,1	*9,5*	9,6	*9,1*	9,3
6 lenta cess.+nitrato	*236*	243	*13,1*	13,5	*12,4*	12,8	*11,8*	12,1	*11,2*	11,6	*10,7*	11,0	*10,3*	10,6	*9,8*	10,1	*9,4*	9,7
7 lenta cess.+urea+nitrato, dose min.	*313*	323	*17,4*	17,9	*16,5*	17,0	*15,6*	16,1	*14,9*	15,4	*14,2*	14,7	*13,6*	14,0	*13,0*	13,4	*12,5*	12,9
8 lenta cess.+urea+nitrato, dose magg.	*361*	371	*20,1*	20,6	*19,0*	19,5	*18,1*	18,6	*17,2*	17,7	*16,4*	16,9	*15,7*	16,1	*15,1*	15,5	*14,5*	14,8
Frumento Duro																		
9 nitrato+urea	*167*	173	*9,3*	9,6	*8,8*	9,1	*8,3*	8,7	*7,9*	8,2	*7,6*	7,9	*7,2*	7,5	*6,9*	7,2	*6,7*	6,9
10 nitrato+urea, dose maggiore	*200*	207	*11,1*	11,5	*10,5*	10,9	*10,0*	10,3	*9,5*	9,8	*9,1*	9,4	*8,7*	9,0	*8,3*	8,6	*8,0*	8,3
11 nitrato+urea + fogliare	*198*	209	*11,0*	11,6	*10,4*	11,0	*9,9*	10,4	*9,4*	9,9	*9,0*	9,5	*8,6*	9,1	*8,2*	8,7	*7,9*	8,3
12 lenta cess., dose minore	*228*	232	*12,7*	12,9	*12,0*	12,2	*11,4*	11,6	*10,9*	11,0	*10,4*	10,5	*9,9*	10,1	*9,5*	9,6	*9,1*	9,3
13 lenta cess., dose maggiore	*281*	285	*15,6*	15,8	*14,8*	15,0	*14,1*	14,2	*13,4*	13,6	*12,8*	12,9	*12,2*	12,4	*11,7*	11,9	*11,3*	11,4
14 lenta cess. + fogl., dose min.	*259*	267	*14,4*	14,8	*13,7*	14,1	*13,0*	13,4	*12,4*	12,7	*11,8*	12,1	*11,3*	11,6	*10,8*	11,1	*10,4*	10,7
15 lenta cess. + fogl., dose magg.	*402*	410	*22,4*	22,8	*21,2*	21,6	*20,1*	20,5	*19,2*	19,5	*18,3*	18,6	*17,5*	17,8	*16,8*	17,1	*16,1*	16,4

Valutazione delle tecniche innovative di difesa

Per la valutazione economica delle strategie di difesa sono state considerate le tecniche elencate nella Tabella 2.8.52 e ne sono stati calcolati i costi con i criteri generali esposti nel paragrafo precedente e riportati nella Tabella 2.8.53.
In questo caso le differenze riguardano il numero dei trattamenti (uno in più nel caso di difesa anche della spiga) e il costo dei fungicidi impiegati (per completezza si avverte che le dosi considerate sono quelle consigliate nelle etichette). Il cantiere di lavoro è uno solo e uguale a quello per la concimazione fogliare descritto in precedenza (vedi Tab. 2.8.48 e 2.8.49).

Tabella 2.8.52. Fungicidi considerati per il calcolo dei costi delle tecniche di difesa

Tecnica	nome	classe	principio attivo	lt/ha *	prezzo	costo/ha
Difesa foglia	Mirador® Sc	Strobilurina	Azoxystrobin	0,9	42,3	38,1
	Amistar® Xtra	Strob.+Triaz.	Azoxystrobin + Ciproconazolo	0,8	52,4	41,9
Aggiuntivo per difesa spiga	Caramba®	Triazolo	Metconazolo	1,0	43,1	43,1
	Icarus®	Triazolo	Tebuconazolo	1,3	19,9	24,8
	Koring®	Triazolo	Tebuconazolo	0,6	44,1	25,6
	Prosaro®	Triazolo	Protioconazolo + Tebuconazolo	1,0	57,1	57,1
	Sakura®	Triazolo	Bromuconazolo + Tebuconazolo	1,2	37,2	44,7
	Elatus® Era	Triazolo	Protioconazolo + Benzovindiflupyr	1,0	69,1	69,1

* dosi da etichetta

Tabella 2.8.53. Costi della difesa secondo le diverse tecniche

Prova	Tecnica			Costi/ha totale difesa	
n.	tipo	prodotto		monetari	totali
1	Difesa foglia	Mirador® Sc	€/ha	38,1	42,5
2		Amistar® Xtra	€/ha	41,9	46,3
3	Difesa foglia e spiga	Mirador® Sc+Caramba®	€/ha	81,2	90,0
4		Mirador® Sc+Icarus®	€/ha	62,9	71,7
5		Mirador® Sc+Koring®	€/ha	63,7	72,5
6		Mirador® Sc+Prosaro®	€/ha	95,2	104,0
7		Mirador® Sc+Sakura®	€/ha	82,8	91,6
8		Mirador® Sc+Elatus® Era	€/ha	107,2	116,0
9		Amistar® Xtra+Caramba®	€/ha	81,2	90,0
10		Amistar® Xtra+Icarus®	€/ha	62,9	71,7
11		Amistar® Xtra+Koring®	€/ha	63,7	72,5
12		Amistar® Xtra+Prosaro®	€/ha	95,2	104,0
13		Amistar® Xtra+Sakura®	€/ha	82,8	91,6
14		Amistar® Xtra+Elatus® Era	€/ha	107,2	116,0

Risultati

Anche in questo caso la valutazione relativa delle diverse tecniche è stata eseguita esprimendo i costi in produzione equivalente come riportato nella Tabella 2.8.54. Per l'uso dell'abaco valgono le stesse avvertenze evidenziate in precedenza.

Nella scelta del prezzo di riferimento occorre porre particolare attenzione dato che gli aspetti qualitativi possono essere anche notevolmente diversi con l'applicazione delle diverse tecniche proposte. Questo in particolare per il contenuto di deossinivalenolo (DON) che, qualora superasse i limiti previsti, potrebbe causare un grave e consistente deprezzamento del prodotto.

Tabella 2.8.54. Produzione equivalente dei costi delle tecniche di difesa esaminate

Tecnica			Costi		Prezzo del Frumento €/q.le															
	tipo	fungicida			18,0		19,0		20,0		21,0		22,0		23,0		24,0		25,0	
			mon.	tot.	Produzione equivalente q.li/ha															
1	Difesa foglia	Mirador® Sc	*38,1*	42,5	*2,1*	2,4	*2,0*	2,2	*1,9*	2,1	*1,8*	2,0	*1,7*	1,9	*1,7*	1,8	*1,6*	1,8	*1,5*	1,7
2		Amistar® Xtra	*41,9*	46,3	*2,3*	2,6	*2,2*	2,4	*2,1*	2,3	*2,0*	2,2	*1,9*	2,1	*1,8*	2,0	*1,7*	1,9	*1,7*	1,9
3	Difesa foglia e spiga	Mirador® Sc+Caramba®	*81,2*	90,0	*4,5*	5,0	*4,3*	4,7	*4,1*	4,5	*3,9*	4,3	*3,7*	4,1	*3,5*	3,9	*3,4*	3,7	*3,2*	3,6
4		Mirador® Sc+Icarus®	*62,9*	71,7	*3,5*	4,0	*3,3*	3,8	*3,1*	3,6	*3,0*	3,4	*2,9*	3,3	*2,7*	3,1	*2,6*	3,0	*2,5*	2,9
5		Mirador® Sc+Koring®	*63,7*	72,5	*3,5*	4,0	*3,4*	3,8	*3,2*	3,6	*3,0*	3,5	*2,9*	3,3	*2,8*	3,2	*2,7*	3,0	*2,5*	2,9
6		Mirador® Sc+Prosaro®	*95,2*	104,0	*5,3*	5,8	*5,0*	5,5	*4,8*	5,2	*4,5*	5,0	*4,3*	4,7	*4,1*	4,5	*4,0*	4,3	*3,8*	4,2
7		Mirador® Sc+Sakura®	*82,8*	91,6	*4,6*	5,1	*4,4*	4,8	*4,1*	4,6	*3,9*	4,4	*3,8*	4,2	*3,6*	4,0	*3,4*	3,8	*3,3*	3,7
8		Mirador® Sc+Elatus® Era	*107,2*	116,0	*6,0*	6,4	*5,6*	6,1	*5,4*	5,8	*5,1*	5,5	*4,9*	5,3	*4,7*	5,0	*4,5*	4,8	*4,3*	4,6
9		Amistar® Xtra+Caramba®	*81,2*	90,0	*4,5*	5,0	*4,3*	4,7	*4,1*	4,5	*3,9*	4,3	*3,7*	4,1	*3,5*	3,9	*3,4*	3,7	*3,2*	3,6
10		Amistar® Xtra+Icarus®	*62,9*	71,7	*3,5*	4,0	*3,3*	3,8	*3,1*	3,6	*3,0*	3,4	*2,9*	3,3	*2,7*	3,1	*2,6*	3,0	*2,5*	2,9
11		Amistar® Xtra+Koring®	*63,7*	72,5	*3,5*	4,0	*3,4*	3,8	*3,2*	3,6	*3,0*	3,5	*2,9*	3,3	*2,8*	3,2	*2,7*	3,0	*2,5*	2,9
12		Amistar® Xtra+Prosaro®	*95,2*	104,0	*5,3*	5,8	*5,0*	5,5	*4,8*	5,2	*4,5*	5,0	*4,3*	4,7	*4,1*	4,5	*4,0*	4,3	*3,8*	4,2
13		Amistar® Xtra+Sakura®	*82,8*	91,6	*4,6*	5,1	*4,4*	4,8	*4,1*	4,6	*3,9*	4,4	*3,8*	4,2	*3,6*	4,0	*3,4*	3,8	*3,3*	3,7
14		Amistar® Xtra+Elatus® Era	*107,2*	116,0	*6,0*	6,4	*5,6*	6,1	*5,4*	5,8	*5,1*	5,5	*4,9*	5,3	*4,7*	5,0	*4,5*	4,8	*4,3*	4,6

Fase 3. Attività post raccolta

Questa fase ha compreso la validazione e trasferimento di una metodica rapida per il controllo della contaminazione da deossinivalenolo in frumento. Ha compreso inoltre le azioni volte al controllo delle infestazioni da insetti dannosi dello stoccaggio e la validazione di una procedura di valorizzazione del prodotto basata anche sulle proprietà nutraceutiche.

Azione F3.1 Sperimentazione di un sistema di pulitura meccanica del frumento

In questa azione è stato utilizzato (tramite noleggio) un pulitore meccanico a tamburo, applicato all'ingresso dei silos di stoccaggio al fine di valutare l'efficacia di azione nel miglioramento della qualità del prodotto. Il grano derivante dai campi sperimentali è stato sottoposto a trattamento e sono stati posti a confronto i campioni prelevati prima e dopo la pulitura. Su questi campioni sono state valutate le proprietà merceologiche, il contenuto in micotossine e le proprietà nutraceutiche. I risultati sono presentati nelle rispettive sezioni.

Azioni F3.2 - F3.3 Monitoraggio e controllo micotossine

Nell'ambito di queste azioni è stata effettuata la valutazione della contaminazione da deossinivalenolo (DON) in cariossidi di frumento tenero e duro provenienti dai campi sperimentali sottoposti a diversi protocolli agronomici (azioni F2.1 – F2.4). Al termine della prima e della seconda annata agraria, i campioni di frumento duro e tenero derivanti dai campi sperimentali, sono stati prelevati in campo, all'uscita dalla mietitrebbia. I campioni sono stati raccolti applicando il piano di campionamento descritto nell'azione F3.7. I campioni sono stati sottoposti a pulitura (mediante setacciatura e ventilazione) e suddivisi in aliquote per le varie analisi. Per l'analisi del contenuto in deossinivalenolo (DON) tutti i campioni sono stati macinati con un mulino da laboratorio provvisto di vaglio da 0.5 mm. Sono quindi state effettuate le analisi di screening mediante *lateral flow devices* (DON-VT^{M}, VICAM, a Waters business) utilizzando il kit per l'analisi rapida del DON validato nell'azione F3.4.

A seguire sono state effettuate le analisi HPLC-UV con metodica ufficiale CEN (EN 15891:2010), che hanno confermato i risultati ottenuti con il metodo di screening. Nelle tabelle F3.2.1 e F3.2.2 sono riportati, rispettivamente, i risultati delle analisi dei campioni della prima e della seconda annata agraria. Le analisi HPLC-UV dei campioni della prima annata agraria sono state completate, mentre le analisi HPLC-UV dei campioni della seconda annata agraria sono in corso. Per quanto riguarda la prima annata agraria (2016-2017) i livelli di DON in tutti i campioni analizzati è risultato inferiore a 0.02 mg/kg, che è il limite di rivelabilità della metodica ufficiale utilizzata. Non è stato quindi possibile mettere in evidenza differenze tra le varie tesi. Per quanto riguarda la seconda annata agraria (2017–2018), come atteso a causa delle piogge verificatesi nel periodo della fioritura, sono stati riscontrati livelli di DON apprezzabili. Questi dati sono stati utilizzati per la valutazione dell'efficacia dei protocolli agrotecnici sperimentati nelle attività pre-raccolta (Fase 2). Infine, nel primo anno di progetto la cooperativa Maidicola ha acquisito un vagliatore, pertanto è stato possibile valutare l'effetto del processo di vagliatura sul contenuto di DON nel frumento dopo azione di pulitura meccanica. I risultati delle analisi per il contenuto di DON nei campioni prima e dopo vagliatura sono riportati in Tabella 3.2.3.

TABELLA 3.2.1 Risultati delle analisi del contenuto di deossinivalenolo (DON) effettuate mediante *lateral flow device* (LFD) e HPLC nei campioni derivanti dalle prove di campo della prima annata agraria (2016-2017)

Località	**Azienda**	**Ripetizione**	**Trattamento**	**Tipo**[Veronica1]	**DON (mg/kg) LFD**	**DON (mg/kg) HPLC**
Monteroni D'Arbia	Arrigucci A.	Campione 1	Semina su Sodo	Grano Tenero	< 0,2	< 0,02
Monteroni D'Arbia	Arrigucci A.	Campione 2	Lavorazione Tradizionale	Grano Tenero	< 0,2	< 0,02
Monteroni D'Arbia	Arrigucci A.	Campione 3	Lavorazione Tradizionale	Grano Duro	< 0,2	< 0,02
Monteroni D'Arbia	Arrigucci A.	Campione 4	Semina su Sodo		< 0,2	< 0,02
Monteroni D'Arbia	Arrigucci A.	Campione 5	Minima lavorazione	Grano Tenero	< 0,2	< 0,02
Medane	Arrigucci S.	Campione 2	Cessione Normale con Fogliare		< 0,2	< 0,02
Medane	Arrigucci S.	Campione 3	Cessione Lenta Normale		< 0,2	< 0,02
Medane	Arrigucci S.	Campione 4	Cessione Veloce		< 0,2	< 0,02
Medane	Arrigucci S.	Campione 6	Cessione Lenta		< 0,2	< 0,02
Ferratore	Bindi	Campione 2	Singolo		< 0,2	< 0,02
Ferratore	Bindi	Campione 2	Testimone		< 0,2	< 0,02
Ferratore	Bindi	Campione 5	Trattamento Doppio		< 0,2	< 0,02
Sovicille	Guerri	Campione 1	Concimazione Centrale	Grano Tenero	< 0,2	< 0,02
Sovicille	Guerri	Campione 1	Difesa Miradori +Icarus		< 0,2	< 0,02

Sovicille	Guerri	Campione 2	Difesa Mirador	Grano duro	< 0,2	< 0,02
Sovicille	Guerri	Campione 3	Difesa Testimoni		< 0,2	< 0,02
Sovicille	Guerri	Campione 5	Concimazione Destra	Grano Tenero	< 0,2	< 0,02
Sovicille	Guerri	Campione 5	Concimazione Sinistra	Grano Tenero	< 0,2	< 0,02
Sovicille	Guerri	Campione 5	Difesa AmistarStra		< 0,2	< 0,02
Sovicille	Guerri		Non bagnato	Grano Tenero	< 0.2	< 0,02
Montalbuccio	Serusi	Campione 2	Miradori +Icarus		< 0,2	< 0,02
Montalbuccio	Serusi	Campione 2	Amistrar x tra + Prosaro		< 0,2	< 0,02
Montalbuccio	Serusi	Campione 2	Amistrarxtra		< 0,2	< 0,02
Montalbuccio	Serusi	Campione 2	Difesa		< 0,2	< 0,02
Montalbuccio	Serusi	Campione 2	Miradol		< 0,2	< 0,02
Ginestreto	Vallini	Campione 3	Varietà Don Matteo	Grano duro	< 0,2	< 0,02
Ginestreto	Vallini	Campione 3	Varietà Furio Camillo	Grano Duro	< 0,2	< 0,02
Ginestreto	Vallini	Campione 1	Varietà Ariosto	Grano duro	< 0,2	< 0,02

TABELLA 3.2.2 Risultati delle analisi del contenuto di deossinivalenolo (DON) effettuate mediante *lateral flow device* (LFD). Le analisi HPLC nei campioni derivanti dalle prove di campo della seconda annata agraria (2017-2018) sono attualmente in corso.

Località	**Azienda**	**Ripetizione**	**Trattamento**	**Tipo**	**DON (mg/kg) LFD**	**DON (mg/kg) HPLC**
Malignano	Guerri		Monastir	grano duro	0,57	0,31
Malignano	Guerri		Antalis	grano duro	0,51	0,36
Malignano	Guerri		Ariosto	grano duro	0,41	0,48
Malignano	Guerri		Don Matteo 7	grano duro	0,50	0,54
Malignano	Guerri		Caboto	grano duro	0,50	0,20
Malignano	Guerri		Testimone 1	grano duro	1,11	1,00
Malignano	Guerri		Marco Aurelio	grano duro	0,50	0,43
Malignano	Guerri		Furio Camillo	grano duro	1,19	0,67
Malignano	Guerri		Difesa	grano duro	-	-

Malignano	Guerri		Mirador	grano duro	0,99	1,29
Malignano	Guerri		Mirador + sacura	grano duro	1,02	0,73
Malignano	Guerri		Mirador + coring	grano duro	0,56	0,62
Malignano	Guerri		Mirador + prosaro (4)	grano duro	0,50	0,29
Malignano	Guerri		Mirador + caramba	grano duro	0,50	0,3
Malignano	Guerri	ripetizione 2	Rebelde 1	grano tenero	0,21	0,16
Malignano	Guerri	ripetizione 3	Rebelde 2	grano tenero	0,18	< 0,02
Malignano	Guerri	ripetizione 4	Rebelde 3	grano tenero	0,50	0,12
Malignano	Guerri	ripetizione 3	Rebelde 4	grano tenero	0,40	0,31
Montalbuccio	Serusi		Testimone		0,46	0,34
Montalbuccio	Serusi		Prosaro		0,50	0,15
Montalbuccio	Serusi		Sakura		0,50	0,17
Montalbuccio	Serusi		10/07/2018		0,50	0,26
Medane	Arrigucci S		Concimazione tradizionale		0,66	0,43
Medane	Arrigucci S		Lenta cessione + fogliare		1,08	0,57
Medane	Arrigucci S		Lenta cessione		0,90	0,45
Casetta	Arrigucci A		semina su sodo	grano duro	1,07	1,15
Casetta	Arrigucci A		semina su sodo	grano tenero	0,90	0,50
Casetta	Arrigucci A		minima lavorazione	grano duro	3,80	1,53
Casetta	Arrigucci A		minima lavorazione	grano tenero	0,20	0,29
Casetta	Arrigucci A		lavorazione tradizionale	grano duro	2,15	1,16
Casetta	Arrigucci A		lavorazione tradizionale	grano tenero	0,40	0,34

TABELLA 3.2.3 Risultati delle analisi effettuate mediante *lateral flow device* del contenuto di deossinivalenolo (DON) nella granella di frumento prima e dopo pulizia meccanica

Campione	Tipologia	Trattamento	DON (mg/kg)
Silos 1	grano duro	non vagliato	0.93
Silos 1	grano duro	vagliato	0.68
Silos 2	grano duro	non vagliato	0.50
Silos 2	grano duro	vagliato	0.41
Silos 3	grano tenero rebelde	non vagliato	0.41
Silos 3	grano tenero rebelde	vagliato	0.47
Silos 5	grano tenero	non vagliato	0.21
Silos 5	grano tenero	vagliato	0.22
Silos 6	grano duro	non vagliato	1.24
Silos 6	grano duro	vagliato	0.60
Silos 7	grano tenero M. rosso	non vagliato	0.44
Silos 7	grano tenero M. rosso	vagliato	0.24
Silos 8	grano duro	non vagliato	1.54
Silos 8	grano duro	vagliato	1.58

Azione F3.4 Validazione intra-laboratorio e scelta dei kit più sensibili

L'azione ha previsto 1) la validazione intra-laboratorio e confronto tra due kit commerciali per la determinazione del DON in frumento duro e tenero; 2) la scelta del kit con le migliori caratteristiche analitiche (sensibilità, selettività, precisione, percentuale di falsi positivi e falsi negativi) attraverso uno studio di validazione intra-laboratorio eseguito in accordo con le linee guida riportate nel Regolamento 519/2014/UE.

Per questa attività sono stati selezionati due kit commerciali per l'analisi del DON:

1) DON-V™ (Vicam, a Waters Business) metodica basata su estrazione con acqua, diluizione con tampone e analisi mediante *lateral flow device.* Per la lettura e interpretazione dei risultati è utilizzato un lettore portatile. Tale metodica era già in uso presso la Maidicola per il controllo del DON, sebbene non ancora validata.

2) RIDA®QUICK DON (r-biopharm AG), metodica basata su estrazione con tampone, filtrazione e analisi mediante *lateral flow device.* Per la lettura e interpretazione dei risultati è utilizzato uno smartphone dotato di app specifica. Tale metodica è stata selezionata nel corso di un incontro tecnico in azienda (azione F3.5) in quanto ritenuta dagli operatori di Maidicola un'alternativa interessante rispetto alla metodica correntemente utilizzata.

Nel primo anno di progetto sono state condotte prove di pre-validazione per una valutazione preliminare delle caratteristiche analitiche dei due kit (dati riportati nella relazione intermedia). I valori di cut-off e percentuale di falsi positivi ottenuti nella fase di pre-validazione hanno indicato per entrambi i kit considerati caratteristiche soddisfacenti per essere sottoposti a validazione completa nel corso del secondo anno di progetto.

La procedura di validazione descritta nel Regolamento (UE) N. 519/2014 è finalizzata a dimostrare l'idoneità allo scopo (*fitness for purpose*) del metodo di screening. Ciò avviene mediante la determinazione dei seguenti parametri: valore soglia (cut off), tasso di falsi sospetti, tasso di falsi negativi. La valutazione del tasso di falsi sospetti e falsi negativi include misure di sensibilità, selettività e precisione. Per ottenere la precisione intermedia (riproducibilità intra-laboratorio) del metodo, gli esperimenti di validazione sono stati organizzati secondo un disegno Nested, suddivisi in 5 giorni, e utilizzando 2 diversi operatori che analizzavano campioni di frumento duro in condizioni di ripetibilità. Il disegno sperimentale è stato ripetuto per 3 livelli di concentrazione di DON utilizzando materiali di riferimento. In particolare sono stati usati:

- un campione esente da contaminazione (bianco)
- un campione contaminato con 1,600 mg/kg di DON (concentrazione prossima al limite massimo ammissibile di 1,750 mg/kg)
- un campione contaminato con 3,050 mg/kg di DON (concentrazione superiore al limite massimo ammissibile, per il calcolo dei falsi negativi).
- I risultati del test di screening per i suddetti campioni, espressi come mg/kg di DON, sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA) per calcolare la precisione intermedia (varianza totale) e il contributo di ciascuna fonte di errore.

I risultati sono riportati Tabella 3.4.1. La tabella riporta inoltre il valore del cut off calcolato come descritto nel Regolamento (UE) N. 519/2014.

Tabella 3.4.1. Caratteristiche analitiche dei test immunocromatografici validati per la determinazione di DON in frumento.

		Kit 1 Vicam	**Kit 2 r-biopharm**
Bianchi	Risposta media (mg/kg)[a]	0,160	< 0,5
	RSD (%)[b]	140	-
	Sorgente di errore (% della varianza totale)		
	Giorno	1	-
	Operatore	5	-
	Ripetibilità	94	-
	Falsi sospetti, %	<0,1	< 0,1
1,600 mg/kg (STC)			
	Risposta media (mg/kg)[a]	1,610	1,810
	RSD (%)[b]	14	13
	Sorgente di errore (% della varianza totale)		

	Giorno	0	0
	Operatore	77	0
	Ripetibilità	23	100
3,050 mg/kg			
	Risposta media (mg/kg)[a]	3,090	3,340
	RSD (%)[b]	8	14
	Sorgente di errore (% della varianza totale)		
	Giorno	44	33
	Operatore	13	10
	Ripetibilità	43	57
	Falsi negativi, %	< 0,1	< 0,1
Cut off (mg/kg)		1,220	1,410

I risultati della validazione hanno mostrato caratteristiche simili per i due kit valutati, e in entrambi i casi soddisfacenti e idonei per il proseguimento delle attività progettuali.

Azioni F 3.5 e 3.6 Trasferimento della metodica per DON

Nell'ambito di questa azione è stato effettuato il trasferimento della metodica per analisi DON validata presso il sito di stoccaggio della cooperativa Maidicola, dove si effettuano le analisi per il controllo del DON. Tale attività è stata finalizzata nel corso di incontri tecnici che sono stati svolti presso la sede della la sede della Coop. Maidicola-Sovicille, Strada Provinciale 73, Sovicille (SI). Di seguito si elencano gli incontri principali e le attività svolte.

1. Incontro tecnico in data 7 Aprile 2017

All'incontro erano presenti, Adriano Bindi (presidente), Mauro Guerri (responsabile delle analisi delle micotossine) per la cooperativa Maidicola, il responsabile scientifico del progetto (UniSI), i ricercatori del CNR-ISPA, e alcuni rappresentanti degli altri partner di progetto.

Si elencano di seguito le attività svolte durante l'incontro:

- illustrazione delle prove allestite nei campi sperimentali e discussione delle linee guida per il campionamento e omogeneizzazione dei campioni di cariossidi destinati all'analisi del DON;

- descrizione, da parte del personale della cooperativa, della metodica attualmente in uso per l'analisi del DON. La metodica si basa su un kit commerciale (DON-V™, Vicam a Waters Business) che è stato pertanto incluso nello studio di validazione previsto nell'azione F3.4, al fine di valutarne le caratteristiche analitiche e l'affidabilità;

- illustrazione da parte del personale CNR-ISPA di metodiche alternative e commercialmente disponibili per l'analisi rapida del DON e selezione insieme al personale di Maidicola di una metodica basata sull'uso di smartphone da validare e confrontare con quella in uso;

- spiegazione delle linee guida ufficiali per la validazione delle prestazioni analitiche delle metodiche rapide.

L'incontro si è concluso con la visita al centro di stoccaggio, illustrazione del processo di scarico e stoccaggio dei cereali e dei controlli effettuati in azienda per la verifica della qualità e sicurezza di cereali.

2. Incontro tecnico in data 29 novembre 2017

All'incontro erano presenti, Adriano Bindi (presidente), Mauro Guerri (responsabile delle analisi delle micotossine) per la cooperativa Maidicola, il responsabile scientifico del progetto (UniSI), i ricercatori del CNR-ISPA, e alcuni rappresentanti degli altri partner di progetto (UniFi).

Si elencano di seguito le attività svolte durante l'incontro:

- programmazione dei campioni da analizzare presso il CNR-ISPA durante il secondo anno di progetto, e in particolare:

- campioni derivanti dalle prove di campo dell'annata agraria 2017-2018

- campioni da annate precedenti di interesse per la cooperativa (campioni da precedenti annate agrarie, conservati a nei silos a temperatura ambiente)

- Discussione dei dati di pre-validazione delle due metodiche rapide selezionate.

- programmazione delle prove sperimentali per la valutazione dell'efficacia del processo di vagliatura (pulizia meccanica) sulla contaminazione da deossinivalenolo nelle cariossidi.

Infine nel corso di questo incontro sono state discusse insieme al Dr. Zammarchi (UniFi) alcune informazioni necessarie per la valutazione economica e definizione di modelli.

In particolare per la valutazione economica e definizione di modelli che riguardano le tecniche di monitoraggio e controllo delle micotossine, sono stati discussi in dettaglio:

- il processo che comprende raccolta, scarico e stoccaggio dei cereali nei silos, incluse le tempistiche di ogni fase

- il disciplinare attualmente in uso presso la cooperativa

Questo allo scopo di individuare i fattori importanti per la valutazione economica delle innovazioni proposte nell'ambito del progetto. Il CNR-ISPA si è impegnato a fornire informazioni sulle varie tipologie di analisi rapida delle micotossine da effettuare nella fase di scarico inclusi costi dei consumabili e tempi di analisi.

3. Incontro tecnico in data 25 gennaio 2018

Questo incontro si è svolto contestualmente con il workshop organizzato per la presentazione dei risultati del primo anno di progetto (azione F 6.3).

Uno degli obiettivi del workshop è stato infatti quello di presentare al personale di Maidicola (insieme agli altri stakeholders) una panoramica più ampia delle principali metodiche rapide per la determinazione di micotossine in cereali disponibili come kit commerciali, attraverso lezioni teorico/pratiche. Tale panoramica ha incluso metodiche non considerate per le attività sperimentali del presente progetto. Questo grazie alla partecipazione di aziende che hanno messo a disposizione strumentazione e tecnici durante l'incontro.

Azioni F 3.7 - Elaborazione dei piani per il campionamento delle materie prime in ingresso e stoccati nei silos ed F 3.9 - F 3.10 – Elaborazione di piani di monitoraggio per DON.

È stata elaborata una procedura di campionamento e analisi da applicarsi presso il sito di raccolta e stoccaggio della operativa Maidicola sia per lo svolgimento delle attività progettuali, sia da implementare per il miglioramento delle operazioni di autocontrollo svolte presso l'azienda. I piani di campionamento proposti sono stati elaborati in accordo con le linee guida per i metodi di campionamento e analisi per il controllo ufficiale dei tenori di micotossine in prodotti alimentati (Regolamento (CE) N. 401/2006). Tuttavia, poiché non sempre è possibile operare il campionamento in autocontrollo con la metodologia prevista dai campionamenti ufficiali, sono state proposte delle indicazioni pratiche per eseguire campionamenti semplificati da attuarsi esclusivamente a fini di autocontrollo.

Definizioni
Lotto: unità minima, avente caratteristiche omogenee, di unica provenienza ovvero prodotta e/o lavorata e/o imballata in condizioni identiche o comunque equivalenti.
Partita da campionare: quantità di prodotto consegnato in una sola volta, avente caratteristiche presunte uniformi.
Sottopartita: porzione di una grande partita designata per essere sottoposta a campionamento.
Campione elementare: quantità prelevata da un solo punto della partita (o sottopartita) campionata.
Campione globale: insieme di campioni elementari prelevati da una stessa partita o sottopartita.
Campione (di laboratorio): quantità di prodotto prelevato da un insieme maggiore e che lo rappresenta.
Campionamento: procedura utilizzata per prelevare o costituire un campione.
Campionamento statico: prelievo di campioni da una massa stoccata ad intervalli di spazio regolari per tutta la larghezza e la profondità del lotto.
Campionamento dinamico: campionamento di materiale in movimento, è realizzabile quando è possibile intervenire nelle fasi di carico o scarico.
Il piano di campionamento e analisi proposto è da intendersi per soli scopi di autocontrollo. Per l'analisi dei campioni *in situ*, si propone di utilizzare strip test. I campioni analizzati mediante strip test e risultati contaminati da DON a valori di concentrazione superiori al cut off determinato in fase di validazione devono essere inviati a un laboratorio esterno per l'analisi di conferma.

Piano di campionamento della granella alla raccolta

Questo piano di campionamento è stato elaborato per raccogliere i campioni dalle prove in campo svolte nell'ambito del progetto da destinarsi all'analisi delle micotossine.

Tipologia di campionamento: dinamico

- Il campione deve essere raccolto al momento dello scarico dalla mietitrebbiatrice. Il campionamento deve essere ripetuto 10 volte effettuando prelievi da 1.5 – 2 kg di granella ogni 30 secondi circa. Una parte della granella prelevata, circa 10 kg, deve essere mescolata con attenzione e suddivisa in due campioni: a) campione rappresentativo di 5 kg per analisi di micotossine; b) campione rappresentativo di 1 kg per analisi della qualità tecnologica.

- Le modalità di conservazione del campione destinato all'analisi di micotossine a seconda del contenuto di umidità sono le seguenti:

    a) contenuto di umidità uguale o inferiore al 12%: conservare in sacchetto di stoffa o di plastica, in luogo fresco, asciutto e controllato per la presenza di roditori e insetti;

    b) contenuto di umidità superiore al 13%: conservare in sacchetto di stoffa o plastica in frigorifero a 4°C. In alternativa, essiccare il campione in stufa a 50-60°C per 24 ore, entro 5-7 ore dalla raccolta, quindi conservare come al punto a).

- Il campione destinato all'analisi delle micotossine deve essere macinato finemente e omogeneizzato, prima della preparazione dei sottocampioni da analizzare.

Piano di campionamento e analisi della granella all'accettazione

Tipologia di campionamento: statico

Strumentazione e metodi: preleva-campioni automatici con braccio idraulico a prelievo meccanico da cassoni di camion o da rimorchi agricoli.

Osservazioni: il preleva-campioni va pulito per evitare contaminazioni.

Numero di prelievi: proporzionale alla quantità trasportata, effettuato in punti equidistanti e a varie altezze. Per ogni consegna utilizzare almeno 5 prelievi, prelevando almeno 1 kg per punto (peso del campione globale per ogni consegna: 5 kg).

Nota: valutare il livello di tossine mediante strip-test semi-quantitativi. Assegnare la granella alle varie destinazioni d'uso in funzione dell'esito dei controlli della contaminazione.

Piano di campionamento e analisi della granella nelle fasi di stoccaggio e post-essiccazione/pulitura

Tipologia di campionamento: dinamico

Strumentazione e metodi: effettuare prelievi a intervalli di tempo regolari (campioni elementari), con un semplice contenitore o mediante campionatori automatici.

Osservazioni: affidabile perché permette di ottenere un'ottima rappresentatività della massa essendo il campione globale tratto da numerosi campioni elementari.

Numero dei prelievi: per calcolare il numero dei prelievi nel campionamento dinamico è necessario tenere conto delle velocità di flusso del materiale, e si deve calcolare l'intervallo di campionamento (frequenza in minuti) utilizzando la seguente formula:

$$\text{Intervallo di campionamento (minuti)} = \frac{\text{Durata dell'operazione di carico/scarico}}{\text{Numero di campioni elementari}}$$

Nota: effettuare il campionamento dal flusso di materiale a monte e a valle del vagliatore e monitorare il contenuto di micotossine mediante di strip-test semi quantitativi per valutare l'efficacia delle operazioni di pulizia sull'abbattimento della contaminazione.

Campionamento e analisi da silos

Tipologia di campionamento: statico

Strumentazione e metodi: sonde a finestrelle da inserire nella massa.

Osservazioni: molto complesso, soprattutto con l'aumentare delle dimensioni della massa. Difficoltà di effettuare un numero elevato di prelievi. La rappresentatività del campione aumenta all'aumentare del numero di prelievi.

Numero di prelievi: prevedere un numero congruo di campioni elementari in funzione della grandezza del lotto.

Nota: effettuare campionamenti periodici (p. es. ogni 3 mesi) per monitorare il contenuto di micotossine mediante strip-test semi quantitativi.

Azione F 3.8 - Verifica dell'applicabilità della metodica

Nell'ambito di questa azione sono stati analizzati campioni di frumento prelevati periodicamente presso il sito di stoccaggio della cooperativa Maidicola per verificare l'applicabilità della metodica rapida validata e la presenza di eventuale contaminazione da deossinivalenolo in fase di stoccaggio. Si riportano a titolo di esempio, in Tabella 3.8.1, i dati relativi ad alcuni campioni pervenuti dalla prima annata agraria (2016-2017) e da annate agrarie precedenti, caratterizzate da bassa incidenza di deossinivalenolo.

Tabella 3.8.1. Risultati delle analisi del contenuto di deossinivalenolo (DON) effettuate mediante *lateral flow device* (LFD) e HPLC (metodica ufficiale) nei campioni prelevati presso i siti di stoccaggio della cooperativa Maidicola

descrizione campione	DON (mg/kg) LFD	DON (mg/kg) HPLC
Silos 1 – grano duro	< 0.2	< 0.02
Silos 2 – grano duro	< 0.2	< 0.02
Silos 3 – grano tenero	< 0.2	< 0.02
Silos 5 – grano tenero	< 0.2	< 0.02
Silos 6 – grano duro	< 0.2	< 0.02
Silos 7 – grano duro	< 0.2	< 0.02
Silos 8 – grano duro	< 0.2	< 0.02
Silos 18 – grano duro	< 0.2	< 0.02
C1	< 0.2	< 0.02
C2	< 0.2	0.12
C3	< 0.2	< 0.02
C4	< 0.2	< 0.02
grano duro prova 1	4.03	2.61
grano duro prova 2	3.52	3.10
grano duro prova 3	1.58	0.76
grano duro prova 4	0.98	0.48
grano duro prova 5	0.80	0.38

Campionamenti per la valutazione delle infestazioni negli ambienti di stoccaggio

Materiali e Metodi: I campionamenti di grano duro e grano tenero, finalizzati alla determinazione dell'entomofauna infestante, sono stati effettuati presso la Società Cooperativa Agricola Maidicola, sita a Sovicille, in provincia di Siena ed hanno interessato due campagne cerealicole, iniziando nel settembre 2016 e terminando nel maggio 2018. Da ognuno dei silos contenenti grano (duro o tenero) sono stati prelevati, con cadenza mensile, durante tutto il periodo dello stoccaggio del grano, campioni di prodotto (3 per ogni silos) secondo le modalità commerciali. Questi, successivamente sono stati esaminati in laboratorio per il conteggio e l'identificazione delle specie infestanti. Gli insetti raccolti sono stati conservati in etanolo. L'identificazione specifica che è stata effettuata mediante esame macro e microscopico.

Risultati: I risultati delle indagini effettuate prelevando i campioni dai silos contenenti il grano hanno evidenziato la presenza delle seguenti specie di coleotteri: *Oryzaephilus surinamensis* (Silvanidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Laemophloeidae), *Rhyzopertha dominica* (Bostrichidae), *Sitophilus granarius* (Curculionidae) e Tribolium confusum (Tenebrionidae). Nel complesso la specie che risultava più diffusa in quanto sempre presente in tutti i silos è *O. surinamensis*. *S. granarius* e *C. ferrugineus* sono stati rilevati in 4 dei 12 silos occupati, *R. dominica* in solo 2 mentre *T. confusum* soltanto in uno ed in numero esiguo (fig. 3.11.1).

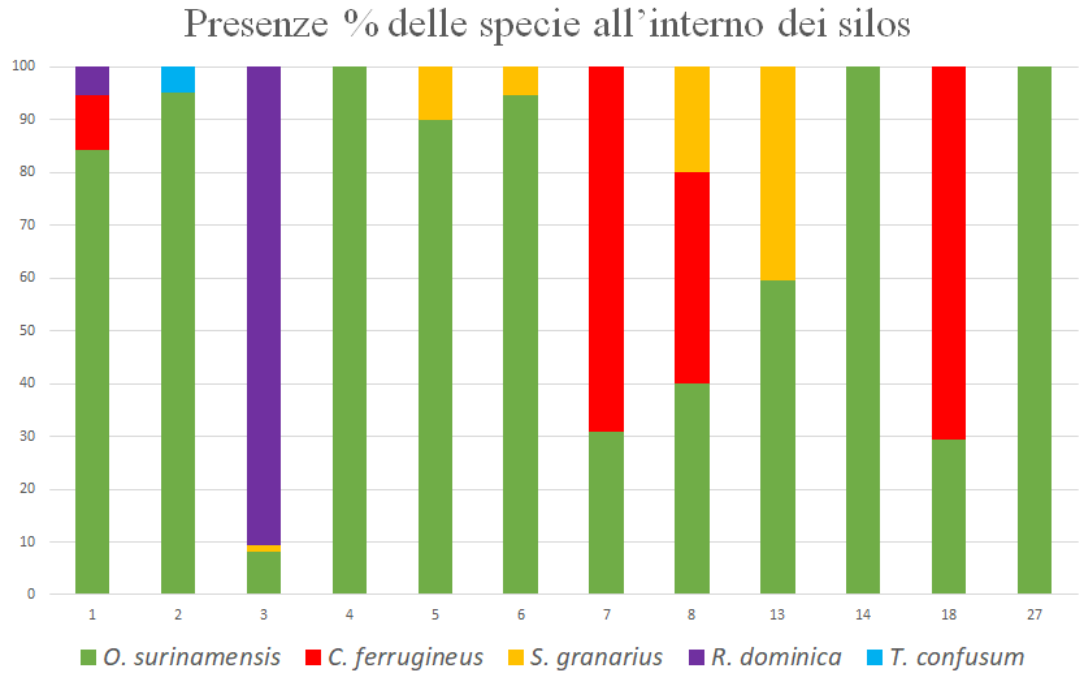


Figura 3.11.1. Presenze percentuali di insetti infestanti il grano conservato nei vari silos (in ordinata) della Società Cooperativa Agricola Maidicola

Cattura con trappole a feromoni

Materiali e Metodi: Il monitoraggio degli insetti infestanti in fase di stoccaggio nell'area di pertinenza degli impianti è stato effettuato, tramite catture con trappole a feromone durante la campagna cerealicola 2016-2017. Per il trappolaggio sono state utilizzate 30 trappole a feromone prodotte da Blu Lines (10 per *Sitophilus* spp., 10 per *Tribolium confusum* e 10 per *Rhryzopetha dominica*) collocate una per ogni tipologia alla base di ognuno dei 10 silos contenenti grano. I campionamenti sono stati effettuati con cadenza mensile durante il periodo di stoccaggio del grano sia tenero che duro. Le catture effettuate con le trappole sono state poi analizzate in laboratorio e gli insetti raccolti sono stati contati e conservati in etanolo. La determinazione tassonomica delle specie infestanti è stata effettuata mediante esame macro e microscopico.

Risultati: Le trappole a feromoni hanno indicato, la presenza di coleotteri dannosi con catture variabili fino a 145 individui /trappola a settimana. Tuttavia, le trappole hanno evidenziato una scarsa

specificità. Infatti, anche se i feromoni utilizzati come attrattivi erano specifici per *Sitophilus* spp., *Tribolium* spp. e *Rhyzopertha dominica*, la specie maggiormente catturata in tutti i tipi di trappola risultava *O. surinamensis* presente in percentuali da 98 a 77.

Messa a punto di trappole attrattive con olio essenziale di Cinnamomum verum

Materiali e Metodi: Data la scarsa selettività dei feromoni utilizzati nelle trappole adesive e al fine di mettere a punto nuove trappole attrattive per gli insetti dei cereali è stata valutata l'attrattività/repellenza in condizioni di laboratorio mediante olfattometro dell'olio essenziale di cannella (*Cinnamomum verum*) ritenuto dalla letteratura internazionale una delle sostanze più efficaci. Normali trappole adesive sono quindi state innescate con olio essenziale di cannella microincapsulato o meno, alle dosi precedentemente individuate in laboratorio. Tali trappole sono state posizionate, all'interno delle camere di ventilazione dei silos adibiti allo stoccaggio del grano. L'attrattività delle trappole adesive innescate con olio essenziale di cannella a varie dosi (su quadrati di carta bibula di 2x2 cm) è stata poi confrontata con quella dello stesso olio microincapsulato (alle dosi di 1 e 2 gr/trappola) e con quella di feromoni commerciali specifici per *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus* spp. e *Tribolium* spp. Trappole adesive non innescate sono quindi state utilizzate come controllo. In ogni silo sono state quindi posizionate le trappole a coppie (1 controllo e 1 trattato). Per ogni concentrazione di olio essenziale tal quale e microincapsulato e per ogni tipologia di feromone sono state effettuate 5 repliche ed i controlli delle catture sono avvenuti settimanalmente. Le prove sono state condotte da marzo a luglio 2018. In laboratorio, è seguita la classificazione tassonomica e il conteggio degli insetti catturati che sono poi stati conservati in etanolo.

Risultati: I dati ottenuti sono risultati molto interessanti e promettenti. Nel grafico di figura 2 sono riportate le catture delle trappole innescate sia con i feromoni che con l'OE di cannella tal quale o microincapsulato, confrontate con quelle del controllo non innescato. Gli istogrammi verso destra (valori positivi) indicano maggiore attrattività rispetto al controllo mentre quelli verso sinistra indicano maggiore repellenza sempre rispetto al controllo. Partendo dall'alto, sono rappresentate rispettivamente le catture effettuate con l'olio di cannella, con lo stesso microincapsulato dopo 1 e 2 settimane e quelle con i vari feromoni. Come si può vedere il risultato ottenuto con l'olio di cannella nettamente migliore di quello ottenuto con i vari feromoni indicando una chiara abilità da parte di quest'ultimo di attrarre tutte le specie di insetti dannosi per il grano mentre gli insetti non pericolosi per il grano conservato (in viola) non mostravano un'attrazione significativamente più alta rispetto al controllo. Al contrario, trappole innescate con i vari feromoni hanno mostrato di attrarre bene alcune specie ma non altre oppure risultano decisamente non efficaci come nel caso del feromone di *Tribolium* spp. L'OE microincapsulato alle dosi testate, inoltre, ha fornito ottimi risultati selettivamente solo per *Tribolium confusum*.

L'OE di cannella alla dose di 150 microlitri/trappola ha evidenziato una notevole efficacia attrattiva nei confronti di tutte le specie di coleotteri e, in particolare, verso *Tribolium* spp. ma anche e soprattutto nei confronti di *Oyzaephilus* spp. che non era stato catturato da nessun altro sistema feromonico. Relativamente all'efficacia dei feromoni:

-) il feromone di *R. dominica* è risultato quello più efficace tra quelli saggiati mostrando, come atteso, la maggiore attrattività nei confronti di *R. dominica*. Tale feromone,è risultato, tuttavia essere repellente verso *Tribolium* spp.

-) il feromone per *Sitophilus* spp. ha mostrato una bassissima efficacia, che è risultata significativa solo per il genere *Sitophilus*;

-) infine, il feromone per *Tribolium* spp. non ha mostrato nessun significativo vantaggio rispetto alla trappola non innescata.

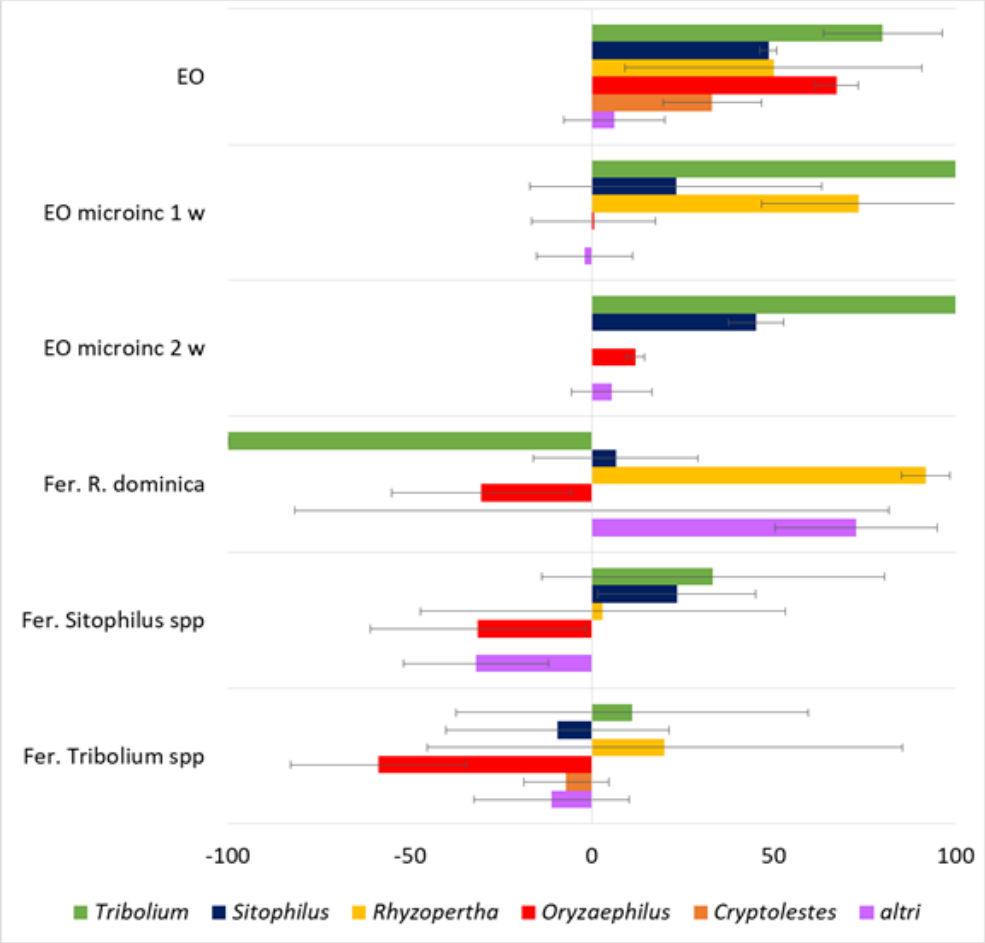


Figura 3.11.2. Attrattività dell'olio essenziale di cannella (EO), dell'EO microincapsulato (EO microinc.) dopo 1 settimana (1W) e dopo 2settimane (2W) e dei feromoni di *Rhizoperta dominica*, *Sithophilus spp*. e *Tribolium* spp. Gli istogrammi rappresentano la percentuale di attrattività esercitata dalle trappole con l'attrattivo rispetto alle trappole di controllo senza attrattivo secondo la formula [(attrattivo-controllo)/(attrattivo+controllo)] x 100.

Innovazioni messe a punto, ricadute ambientali ed economiche

Confrontando le catture effettuate con le trappole non innescate (controllo) con quelle ottenute con le trappole innescate sia con i diversi feromoni che con l'OE di cannella, queste ultime sono risultate essere di gran lunga le più attrattive nei confronti dei coleotteri dei cereali**.**

Questo appare un ottimo risultato perché consentirebbe di mettere a punto esche attrattive ad ampio spettro di azione, a bassissimo costo e per di più preparabili in azienda. Dal punto di vista economico abbiamo calcolato che a fronte di un costo di circa 4 euro per una capsula di feromone, un innesco a olio di cannella costerebbe circa 12 centesimi (cioè 33 volte in meno circa). Inoltre, anche se le quantità di feromoni sintetici contenuti nelle trappole sono senz'altro modeste, l'olio essenziale di cannella è comunque un composto naturale il cui utilizzo è sicuro dal punto di vista ambientale.

Azione F3.12 Sistema pilota per l'implementazione di sistemi alternativi di controllo degli insetti dannosi

Allevamento delle specie catturate

Materiali e Metodi: Le specie campionate presso la Società Cooperativa Agricola Maidicola di Sovicille nel corso dell'azione F3.11, sono state allevate in incubatori in vetro a chiusura ermetica della capacità di 3,6 L riempite con grano proveniente dagli impianti preventivamente disinfestato in cella riscaldata a 50°C per 3 giorni.

Risultati: Le specie di coleotteri di cui sono stati allestiti e mantenuti attivi gli allevamenti sono: *Sitophilus granarius* (Curculionidae), *Tribolium confusum* (Tenebrionidae), *Rhyzopertha dominica* (Anobiidae), *Cryptolestes ferrugineus* (Laemophloeidae) e *Oryzaephilus surinamensis* (Silvanidae).

Efficacia della formulazione a base di diatomee e olio essenziale in laboratorio

Materiali e Metodi: Avendo in precedenti studi (Bougherra et al. 2016) evidenziato una sinergia tra polveri diatomacee ed oli essenziali, è stata valutata in laboratorio la diversa efficacia degli oli essenziali (prodotti commerciali Sigma-Aldrich) di basilico ad alto contenuto di cavicolo, di pepe nero e di semi di angelica, tutti dall'aroma compatibile per il trattamento al grano, nei confronti dei principali insetti infestanti le derrate conservate. Per lo scopo, sono state utilizzati 6 essiccatori a chiusura ermetica della capacità di 18 L contenenti 1500 g di grano/ciascuno, ognuno infestato con 20 adulti di *Sitophilus granarius*, di *Rhyzopertha dominica*, di *Cryptolestes ferrugineus*, di *Tribolium confusum* e di *Oryzaephilus surinamensis*. 100 gr di farina di diatomee sono state aromatizzate con 100 mL di ogni olio essenziale e con queste il grano contenuto negli essiccatori è stato trattato alle dosi di 25, 50 e 100 ppm. Alle medesime dosi sono stati allestiti degli essiccatoi con solo diatomee e con solo olio essenziale alle medesime dosi. Per ogni concentrazione testata sono state effettuate 3 repliche, come pure per il controllo non trattato, e i controlli della mortalità di tutti i campioni sono stati effettuati con cadenza settimanale per quattro settimane. Gli esiti dei test preliminari hanno consentito di stabilire la dose efficace per il trattamento presso l'impianto ed hanno evidenziato una chiara sinergia dell'olio di basilico con la farina di diatomee (tab. 1) con risultati di mortalità migliori rispetto agli altri oli testati. Il basilico è quindi stato selezionato per le prove nell'impianto pilota.

Trattamento	**CTC**	**LC_{50}**	**Slope**	**Intercept**	**$\chi 2$ (df)**	**Sig.**
Diatomee		36.47 (24.84-46.72)[a]	1.78±0.40	-2.79±0.69	1.912 (1)	0,167
OE basilico		43.42 (35.08-52.32)	2.45±0.42	-4.0 1±0.71	0.036 (1)	0,849
Miscela	**1,36**	26.78 (19.23-32.82)	2.64±0.48	-3.77±0.78	0.007 (1)	0,934

Tabella 3.11.1. Indici di efficacia per il miscuglio polveri di diatomee e olio essenziale di basilico. CTC, coefficiente di co-tossicità (CTC > 1 = sinergia; CTC < 1 = antagonismo); LC_{50}, concentrazione che uccide il 50% degli insetti sottoposti a test. I dati sono espressi come ppm; a, intervallo di confidenza; (df), gradi di libertà; Sig., Significatività del modello secondo il test Pearson Goodness of-fit.

Verifica dell'efficacia della polvere di diatomee aromatizzata con olio essenziale di basilico in un impianto pilota

Materiali e Metodi: Per la valutazione in azienda dell'efficacia delle polveri diatomacee (in dosi ridotte rispetto alla dose d'etichetta) addizionate con un olio essenziale di basilico, precedentemente selezionato in laboratorio, è stato allestito, sempre presso la Società Cooperativa Agricola Maidicola Sovicille, un sistema pilota composto da 12 cargopallets in PVC di circa 600 L di volume ognuno. Ogni cargopallet è stato riempito con 250 kg di grano proveniente dai siti di raccolta e il trattamento ha seguito il seguente schema: 3 cargopallet contenenti solo grano (controllo negativo), 3 cargopallet contenenti grano trattato con polveri inerti di diatomee (controllo positivo 1); 3 cargopallet contenenti grano trattato con solo olio essenziale di basilico (controllo positivo 2) e 3 cargopallet trattati con polveri inerti di diatomee miscelate con l'olio essenziale (trattato) (Fig. 3).

Ogni cargopallet del sistema pilota è stato artificialmente infestato mediante l'introduzione di un numero noto di insetti di varie specie *Rhyzopertha dominica* (20 individui), *Cryptolestes ferrugineus* (20 individui), *Tribolium confusum* (20 individui), *Sitophilus* spp. (100 individui) e *Oryzaephilus surinamensis* (10 individui) allevati allo scopo in condizioni controllate (25°C, 65% UR, assenza di

luce) presso il laboratorio entomologico del DiSAAA-a. Le dosi dei vari prodotti utilizzati dentro ad ogni cargopallet sono le seguenti:
formulazione di diatomee e olio essenziale di basilico è stata utilizzata alla dose di 130 ppm (31,25g di olio essenziale e 30g di diatomee);
130 ppm per le diatomee (controllo positivo);
130 µL di olio essenziale di basilico (controllo positivo);
nessun trattamento per il controllo negativo

Figura 3. Allestimento della prova nell'impianto pilota il 4 agosto 2017 ed esecuzione dei trattamenti

L'efficacia del trattamento nell'impianto pilota è stata verificata con prelievi di grano effettuati mediante apposita sonda con cadenza quindicinale per un periodo di 4 mesi ed i campioni sono stati analizzati in laboratorio per la valutazione quali-quantitativa dell'infestazione.
Risultati: I risultati sono rappresentati nel grafico di figura 4 dove si può vedere che dopo un mese le presenze di insetti all'interno dei cassoni erano pressoché uguali nei vari trattamenti con l'eccezione del grano trattato con olio essenziale di basilico che, anche in questo caso, come visto precedentemente per le trappole, ha esercitato un effetto attrattivo nei confronti degli insetti. È stato quindi possibile osservare due tipi di andamento, le popolazioni di insetti infestanti il grano trattato con olio essenziale e il controllo che crescono nel tempo e le popolazioni di insetti nel grano trattato con farina di diatomee e con il mix diatomee e olio essenziale che diminuiscono. Quindi, confrontando gli insetti presenti nell'impianto pilota dopo 30 e dopo 120 gg possiamo notare un aumento di insetti nel controllo pari a circa tre volte il numero iniziale mentre nel grano trattato con il mix gli insetti sono diminuiti di circa 4 volte rispetto ai valori iniziali confermando l'ipotesi di partenza di un effetto sinergico fra le due sostanze.

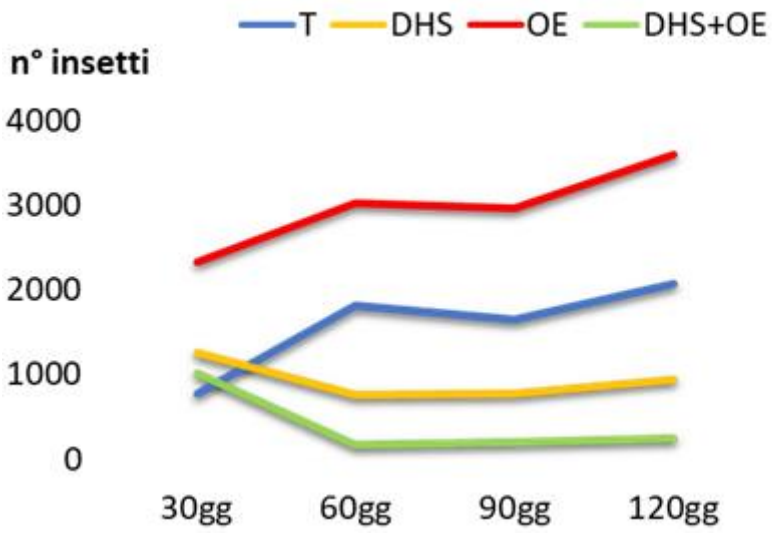


Fig. 3.11.4. Evoluzione delle popolazioni di insetti infestanti all'interno dell'impianto pilota. T, testimone; DHS, polvere di diatomee; OE, olio essenziale; DHS+OE, polvere di diatomee e olio essenziale. I valori indicano la media del numero di insetti/pallet per ogni trattamento dopo 30, 60, 90 e 120 giorni.

Innovazioni messe a punto, ricadute ambientali ed economiche

Le diatomee sono polveri inerti registrate come insetticidi per la difesa dei cereali conservati. Il loro utilizzo è consentito anche nei protocolli del biologico. Tuttavia, data la loro natura silicea queste sono spiccatamente irritanti per gli operatori soprattutto nel momento in cui il cereale viene movimentato e ventilato. Inoltre, esse risultano abrasive per gli ingranaggi meccanici degli impianti. Con le prove preliminari di laboratorio abbiamo potuto stabilire che l'addizione di oli essenziali alle diatomee consente di ridurre di circa 10 volte la dose di utilizzo riportata in etichetta. La verifica dell'infestazione nelle varie tesi sopra riportate effettuata nell'arco temporale di 4 mesi che corrisponde al periodo massimo in cui il grano può soggiornare all'interno dell'impianto di stoccaggio ha consentito di evidenziare l'ottima efficacia del mix a dosi ridotte. L'introduzione di tale innovazione, seppur in un impianto pilota, che garantiva tuttavia la continuità dei controlli nell'arco temporale stabilito, ha senza ombra di dubbio riscontrato pieno successo. Il vantaggio dal punto di vista economico è concreto dato che il costo del trattamento con diatomee è di circa 14, 5 euro/t di prodotto mentre quello con il mix è di circa 8,8 euro/t di grano. Altri indiscutibili vantaggi riguardano sia la salute dei lavoratori proprio per le ridotte quantità di diatomee distribuite che per gli ingranaggi degli impianti. La possibilità inoltre di non dover ricorrere ad insetticidi chimici per il controllo degli infestanti appare un ulteriore indiscutibile vantaggio ambientale e per la salute dei consumatori.

Azione F3.13 Verifica dei parametri gestionali della refrigerazione dei cereali per il controllo degli insetti infestanti

Prove di laboratorio per la verifica dello sviluppo delle infestazioni al variare dei parametri termici

Materiali e Metodi: Per l'azione 3.13 abbiamo effettuato delle prove per verificare quale siano le più opportune condizioni termiche nel controllo per refrigerazione. Il controllo degli insetti tramite refrigerazione della massa cerealicola è un sistema molto diffuso ma raramente gli operatori possono adottarlo per l'elevato costo energetico necessario per i gruppi refrigeranti. In genere 13°C viene indicata come temperatura ottimale per impedire la proliferazione degli infestanti. È tuttavia noto che tale temperatura può variare in funzione della specie e delle caratteristiche delle popolazioni locali. Per questo abbiamo effettuato delle prove di laboratorio con le specie di insetti rinvenute e presenti negli impianti di Sovicille.

Nel dettaglio, vaschette a chiusura ermetica della capacità di 3,6 L contenenti 500 g di grano ciascuna, sono state infestate con 20 adulti di *S. granarius*, di *R. dominica*, di *C. ferrugineus*, di *T. confusum* e di *O. surinamensis*. Per lo scopo le vaschette sono quindi state poste in incubatore refrigerato a temperatura costante di 15, 17, 19 e 24°C e l'andamento delle presenze è stato quindi controllato ogni 15 giorni per la durata di 3 mesi. L'esperimento è stato condotto con tre ripetizioni per trattamento.
Risultati: I risultati della prova sperimentale sono riportati nei grafici della figura 5 e 6. Il primo dei grafici, rappresenta lo sviluppo delle popolazioni alla temperatura di 24°C. Come si può vedere vi è un evidente aumento numerico della popolazione dovuto allo sviluppo di nuovi adulti dopo circa 60 giorni. Al contrario, come evidenziato nel grafico di figura 6 a temperature sotto i 19 °C non c'è stata emergenza di nuovi adulti e le popolazioni si sono, nel tempo, ridotte a causa della mortalità degli individui iniziali. Non avendo osservato la comparsa di nuovi individui, le consistenze numeriche delle popolazioni sono state analizzate con le curve di sopravvivenza di Kaplan-Meier (fig. 7).

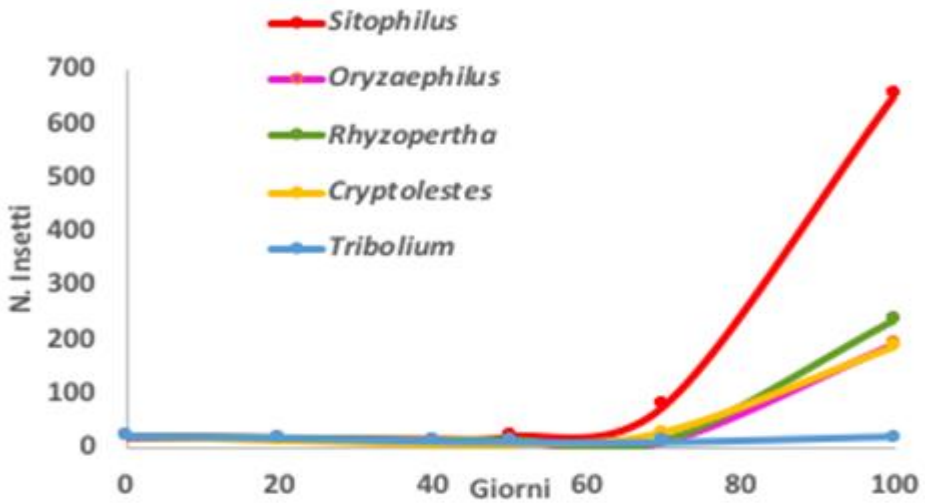


Figura 3.11.5. Evoluzione nel tempo di popolazioni di *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis*, *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus granarius* e *Tribolium confusum* sottoposte al regime termico di 24°C (popolazione di partenza: 20 individui per specie).

Questa analisi ci ha confermato che la temperatura è la causa della morte degli insetti aumentando la mortalità alla diminuzione della temperatura. Inoltre, ha evidenziato una diversa suscettibilità al freddo delle diverse specie (fig. 3.11.8). In particolare, le due specie più resistenti sono risultate *T. confusum* e *O. surinamensis* che come detto prima è anche la specie più diffusa all'interno del grano conservato a Sovicille.

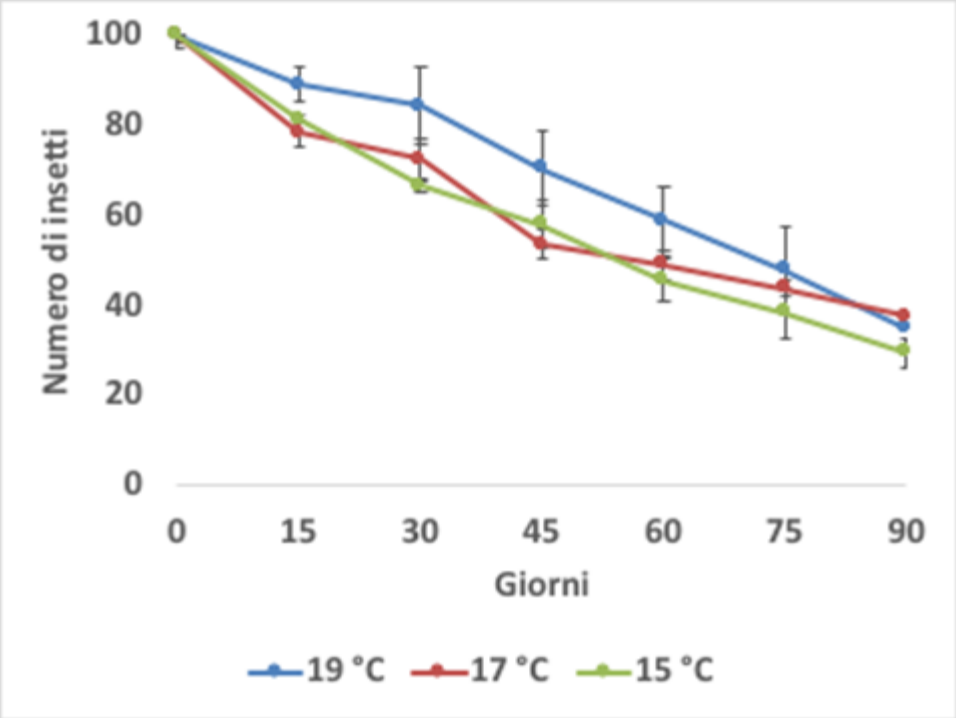


Figura 3.11.6. Evoluzione delle popolazioni totali di insetti dannosi sottoposti a diversi regimi termici. I punti rappresentano le media degli insetti rinvenuti vivi. Le barre rappresentano l'errore standard.

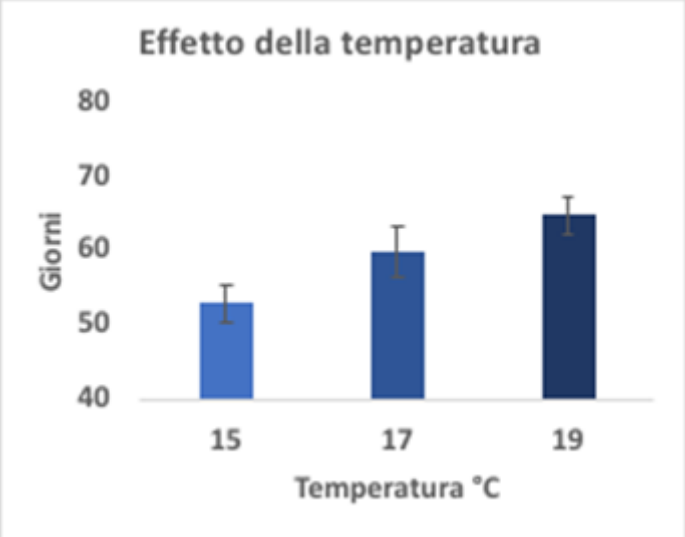


Figura 3.11.7. Effetto della temperatura sulla sopravvivenza degli insetti delle derrate sottoposti a diversi regimi termici. I valori indicano le medie cumulate della sopravvivenza delle varie specie (*C. ferrugineus*, *O.surinamensis*, *R. dominica*, *S. granarius*, *T. confusum*), calcolate mediante curve di Kaplan-Meier. Le barre indicano l'errore standard**.**

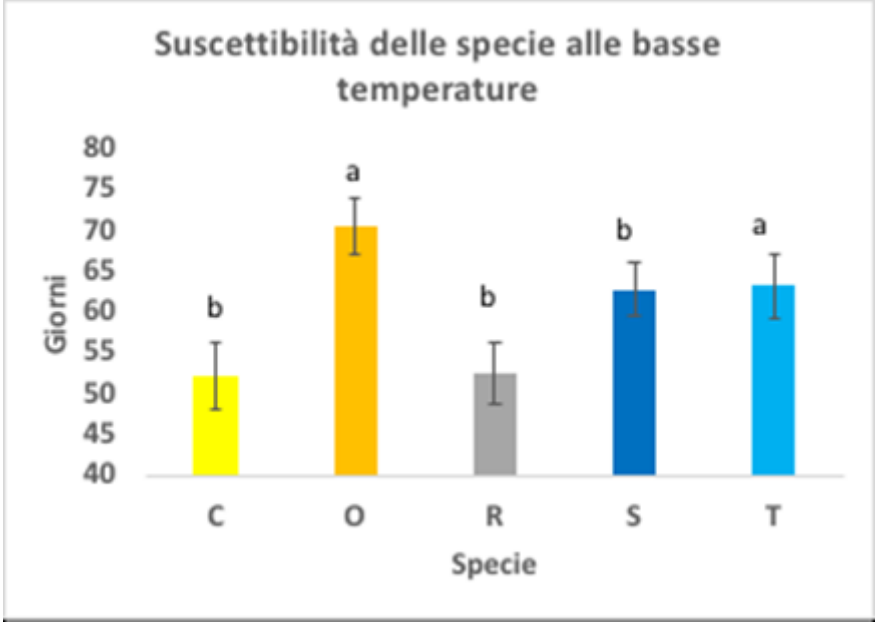


Figura 3.11.8. Suscettibilità delle diverse specie di insetti delle derrate ai diversi regimi termici. I valori indicano le medie cumulate della sopravvivenza delle singole specie alle temperature di 15, 17 e 19 gradi, calcolate mediante curve di Kaplan-Meier. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative. C, *Cryptolestes ferrugineus*; O, *Oryzaephilus surinamensis*; R, *Rhyzopertha dominica*; S, *Sitophilus granarius*; T, *Tribolium confusum*. Le barre indicano l'errore standard. Lettere diverse indicano differenze statisticamente significative (Mantel-Cox Pairwise Comparisons).

Andamento delle popolazioni di insetti al variare delle temperature in silos

Materiali e Metodi: Al fine di valutare l'andamento delle popolazioni degli insetti infestanti il grano stoccato sono stati correlati i dati dei campionamenti periodici degli insetti all'interno dei silos (Azione F3.11) con l'andamento termico medio (media dei 3 livelli) rilevato con cadenza bisettimanale (Figura 3.11.9).

Risultati: L'andamento delle presenze degli infestanti nei silos segue in generale l'andamento termico, anche se il fenomeno è fortemente influenzato dai numerosi trattamenti insetticidi effettuati nei silos durante le due campagne cerealicole considerate.

Innovazioni messe a punto, ricadute ambientali ed economiche

L'analisi congiunta dei dati fisici ed entomologici rilevati presso l'azienda Maidicola Sovicille, unitamente ai risultati delle prove di laboratorio hanno consentito di individuare le temperature ottimali alle quali il grano può essere refrigerato per una buona pratica gestionale degli impianti industriali di refrigerazione dei silos di stoccaggio. Dalle prove condotte in laboratorio infatti appare evidente che già a 19°C costanti gli insetti infestanti il grano bloccano la loro riproduzione e limitano al minimo attività e danni. La temperatura quindi di 13°C, consigliata dalle ditte produttrici di impianti refrigeranti, appare dunque eccessivamente bassa. Dal punto di vista economico, il risparmio energetico che si potrebbe ottenere, adottando temperature superiori ai 13°C è notevole dato che la potenza necessaria per abbassare di 1°C una massa di 1 tonnellata di cereale pulito contenuto in un silos è di 3-4 kW/h che al costo di 0.15 kW/h diventa per un silos di 700t pari a oltre 300 euro.

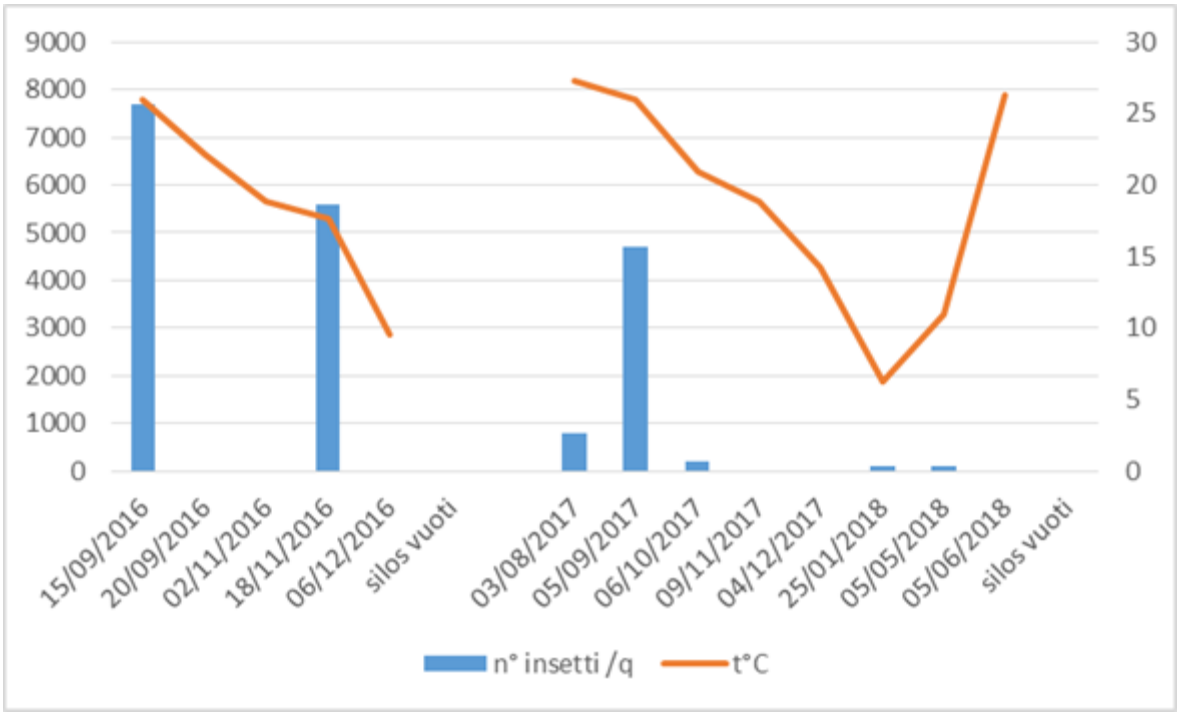


Figura 3.11.9. Andamento delle presenze di infestanti nei silos della Cooperativa Cerealicola di Sovicille (ordinate a destra) ed andamento termico rilevato all'interno dei silos nelle medesime date (ordinate a sinistra).

Azione F3.14 Valutazione economica delle tecniche innovative di stoccaggio.

Calcolo del costo delle tecniche innovative della fase di post-raccolta al fine di valutarne l'efficacia anche in termini economici.

Argomento di questa parte è la valutazione degli aspetti economici delle tecniche innovative proposte i cui vantaggi tecnici sono stati discussi nelle Azioni precedenti.
Le ricadute economiche delle innovazioni si ripercuotono sul prezzo di conferimento il cui incremento è uno degli obiettivi del progetto. Però la redistribuzione dei ricavi e dei costi tra i vari prodotti conferiti è complessa e segue particolari regole determinate dal regolamento stabilito da ciascuna struttura di stoccaggio, regole che possono cambiare nel tempo per i più disparati motivi (compreso un adeguamento ai miglioramenti raggiunti con l'applicazione delle nuove tecniche di stoccaggio).
Infatti i prezzi di conferimento di ogni categoria di prodotti sono di norma determinati in base al loro prezzo medio di vendita al quale sono detratti gli eventuali costi specifici (per esempio l'essiccazione per i lotti che ne hanno bisogno) e una quota di redistribuzione dei costi comuni e generali della struttura di stoccaggio. Nel caso delle cooperative i criteri di ridistribuzione rispondono anche a scelte di politica sociale.
Non è quindi determinabile in questa sede l'effetto diretto delle singole innovazioni sul prezzo di conferimento se non attribuendo arbitrariamente a un solo prodotto i miglioramenti conseguiti. Pertanto nel seguito sarà considerato solo il frumento, prodotto di riferimento della filiera, e senza distinzione fra tenero e duro.
Le tecniche prese in esame sono di tre tipi che si differenziano anche per il momento in cui sono applicate:
- l'analisi rapida del contenuto di deossinivalenolo (DON) del frumento all'atto del conferimento, al fine di poter mantenere distinte partite con livelli diversi di questo parametro;
- la pulizia tramite un vaglio nella fase di riempimento dei silos dopo lo scarico, con effetti contrastanti l'innalzamento del DON e la proliferazione di insetti nel successivo periodo di stoccaggio;
- il monitoraggio e la riduzione del grado di infestazione di insetti dannosi nelle masse presenti nei silos durante la fase di conservazione, tramite l'impiego esche più efficaci, di additivi alle farine fossili e l'adozione di una migliore gestione della refrigerazione del frumento nei silos.

Dal punto di vista economico si osserva che le tecniche dei primi due tipi sono aggiuntive rispetto alle normali pratiche attualmente eseguite e quindi generano un aumento dei costi. La loro convenienza economica è determinabile confrontando i maggiori costi con i maggiori ricavi e resta subordinata alla capacità di valorizzare la migliore qualità ottenuta.
Le innovazioni del terzo tipo invece, come esposto nella trattazione delle Azioni precedenti, sostituiscono o migliorano tecniche equivalenti già attuate e consentono un risparmio dei costi complessivi dello stoccaggio.

F3.14.1 Costi innovazioni di stoccaggio

Esaminiamo nel dettaglio gli aspetti economici dei primi due tipi di innovazioni proposte riferendole ad una possibile applicazione alla Cooperativa Maidicola della quale nelle tabelle seguenti si riportano i dati salienti relativi allo stoccaggio.
Per le altre invece si rimanda ai confronti dei loro costi con quelli delle tecniche attuali già esposto nella trattazione delle specifiche Azioni.

Tabella 3.14-1. Dati strutturali stoccaggio della Coop. Maidicola

Punti di accettazione					n. 1	
Linee di scarico (fosse)					n. 2	
Capacità scarico ciascuna fossa					>400 q.li/ora	
Capienza stoccaggio in silos						
n.	8	x	600	ton.=	4.800	q.li
n.	6	x	300	ton.=	1.800	q.li
n.	2	x	120	ton.=	240	q.li
				Totale	6.840	q.li

Tabella 3.14-2. Entità media dei conferimenti della Coop. Maidicola

Prodotto conferito	media 2015/17	
Grano duro	2.902	ton.
Grano tenero	1.024	ton.
totale Grano	3.926	ton.
Girasole	632	ton.
Orzo	610	ton.
Avena	268	ton.
Mais	179	ton.
Favino	130	ton.
altri	20	ton.
Totale	5.766	ton.

Pulizia del frumento in ingresso
Per la valutazione di questa tecnica occorre considerare che la presenza di un impianto di durata poliennale implica la distinzione tra costi fissi e variabili. L'incidenza dei costi fissi su costo per unità di prodotto trattato dipende dalla quantità lavorata ogni anno.
Questa può essere pari all'intera produzione di frumento o solo a parte di essa, come pure comprendere anche quella di altre granelle. Per questo motivo sono state formulate due ipotesi corrispondenti a volumi pari all'intero conferimento medio di frumento e al 50% di esso.
Nella Tabella 3 è riportato il costo della pulizia in ingresso del frumento, calcolato in base ai dati forniti dalla Cooperativa, che risulta per le due ipotesi pari rispettivamente a circa 1,5 € e 3,0 € per tonnellata di prodotto lavorato.

Tabella 3.14-3. Stima del costo per l'introduzione della pulizia del frumento

Valore a nuovo	45.000	€
Ammortamento (in 10 anni)	4.500	€/anno
Interessi	338	€/anno
Totale costi impliciti	4.838	€/anno
Manutenzione (stima)	1.000	€/anno
Totale costi fissi	5.838	€/anno
Costo energia 0,15-0,20 €/KWh	0,175	€/KWh
Potenza impegnata (2 mtori x 3 KW)	6	KW
Consumo energia 6 KWh	1,05	€/ora
Portata 200-300 q.li/ora	25	ton./ora
Totale costi variabili	0,042	€/ton.
Ipotesi 1: 100% conferimenti grano		
Volume annuo lavorato	3.926	ton./anno
Costi fissi	1,487	€/ton.
Costi variabili	0,042	€/ton.
Totale costi	1,529	€/ton.
Ipotesi 2: 50% grano		
Volume annuo lavorato	1.963	ton./ora
Costi fissi	2,973	€/ton.
Costi variabili	0,042	€/ton.
Totale costi	3,015	€/ton.

Si fa presente che non è stato considerato il costo della manodopera in quanto le operazioni di pulizia sono eseguite dalla stesso personale addetto al ricevimento e avvengono, almeno in prima approssimazione[17], contemporaneamente a questo.
Si osserva inoltre che il peso del prodotto pulito dovrebbe essere decurtato degli scarti, ma si tratta di quantità normalmente modeste. Si ritiene che la loro incidenza sul costo totale sia trascurabile salvo per i lotti particolarmente sporchi. In questo caso si può presumere che la perdita possa essere compensata da una migliore qualità oggettiva da valorizzare in sede di contrattazione di vendita.

Analisi rapida del DON al conferimento

La tecnica di controllo del DON proposta prevede che essa sia applicata al momento delle scarico di ogni conferimento. Pertanto i relativi costi non possono essere riferiti direttamente alla quantità di prodotto conferito bensì al numero di conferimenti (scarichi) per i quali si prevede sia utilizzata.
Inoltre la metodica prevede l'uso di materiali di consumo e di vari strumenti che rendono necessario anche in questo caso distinguere i costi fissi da quelli variabili.
Nella Tabella 3.14.4 sono mostrate le medie delle quantità e del numero di accessi avvenuti nella Cooperativa negli anni 2015-2017.

[17] Vedi quanto in proposito esposto più avanti circa i tempi complessivi del conferimento con l'applicazione di questa tecnica.

Tabella 3.14-4. Dati medi dei conferimenti della Coop. Maidicola

Specie	Media 2015-2017				
	gg	n.conf.	conf./gg	ton.	ton./conf
Grano duro	32	244	8	2.902	12,0
Grano tenero	24	117	5	1.024	8,8
Girasole	26	102	4	632	24,6
Orzo	26	68	3	610	23,8
Avena	12	24	2	268	21,7
Mais	7	27	4	179	26,9
Favino	9	16	2	130	14,5
Colza	4	11	3	74	5,8
Triticale-Grano ten.	3	6	1	69	3,6
Farro	7	15	1	52	2,3
Coriandolo	3	8	1	32	1,3
Lenticchie	3	4	1	11	2,0
Trifoglio alessandrino	0	0	0	1	0,5
Frumento	34	360	10	3.926	11,0
tutti i prodotti	74	647	9	6.002	9,3

Nella Tabella 3.14.5 è riportato il calcolo del costo della determinazione del DON con il kit "Wicam Vertu" utilizzato dalla Cooperativa, formulando due ipotesi di impiego annuo pari al 100% e al 50% dei conferimenti di frumento.

Tabella F3.14.5. Stima del costo per l'introduzione della analisi del DON

Valore a nuovo strumenti	2.050	€
Ammortamento (in 5 anni)	410	€/anno
Interessi	15	€/anno
Totale costi impliciti	425	€/anno
Totale costi fissi	425	€/anno
Materiali di consumo (220 €/25 analisi)	8,50	€/analisi
Mandopera (15 min. analisi)	0,25	ore/analisi
Costo manodopera	13,00	€/ora
Costi variabili	11,75	€/analisi
Ipotesi 1: 100% conferimenti grano		
Analisi eseguite	360	analisi/anno
Costi fissi	1,18	€/analisi
Costi variabili	11,75	€/analisi
Totale costi	12,93	€/analisi
per conferimento medio (11 ton.)	1,18	€/ton.
Ipotesi 2: 50% grano		
Analisi eseguite	180	analisi/anno
Costi fissi	2,36	€/analisi
Costi variabili	11,75	€/analisi
Totale costi	14,11	€/analisi
per conferimento medio (11 ton.)	1,28	€/ton.

Il costo per ogni analisi risulta rispettivamente di 12,93 € e 14,11 € e, data la modesta incidenza dei costi fissi, varia di poco anche limitando ulteriormente il numero di analisi.
Inoltre, applicando questi costi al peso medio dei conferimenti, si può stimare un costo medio di circa 1,2-1,3 €/tonnellata. Questi valori dovranno essere confrontati con l'incremento di prezzo atteso a seguito dell'applicazione dell'innovazione proposta per valutarne la convenienza economica.
Il costo della determinazione del DON al conferimento risulta piuttosto modesto, soprattutto considerando l'importanza crescente che viene attribuita in ambito commerciale a questo parametro e che il superamento dei limiti di legge può avere effetti disastrosi in termini di prezzo del prodotto[18].

[18] Nel 2018 in alcune zone del Nord è stato scartato fino al 20% delle partite a causa del superamento dei limiti consentiti per il DON (Lavorano H., Raccolto sotto le aspettative per il grano duro 2018, L'Informatore Agrario n. 32/2018).

Si osserva inoltre che il contenuto di aflatossine riguarda gli aspetti salutistici che sono sempre più importanti per il consumatore nell'apprezzamento dei prodotti finali della filiera e che ben si prestano ad una buona valorizzazione in eventuali canali commerciali alternativi agli attuali.

F3.14.2 Conseguenze delle innovazioni proposte sui tempi di conferimento

Analisi DON

La determinazione del livello di DON deve essere eseguita prima di assegnare la destinazione del prodotto conferito ad uno all'altro silos. I tempi di questa analisi (circa 15 minuti) sono ben maggiori di quelli necessari per la determinazione degli altri parametri qualitativi normalmente eseguita (umidità, peso specifico e proteina).

Ciò potrebbe rallentare le operazioni di scarico dei singoli conferimenti, soprattutto per quelli di modesta entità, ponendo qualche problema nei periodi di massima intensità di conferimento che sono evidenti nei grafici delle Figure 1 e 2.

Dai si nota che la maggior densità di conferimenti complessivi si ha nel periodo compreso tra il 20 di giugno il 20 di luglio e anche che, con buona approssimazione, corrisponde per quantità e tempi a quella del frumento.

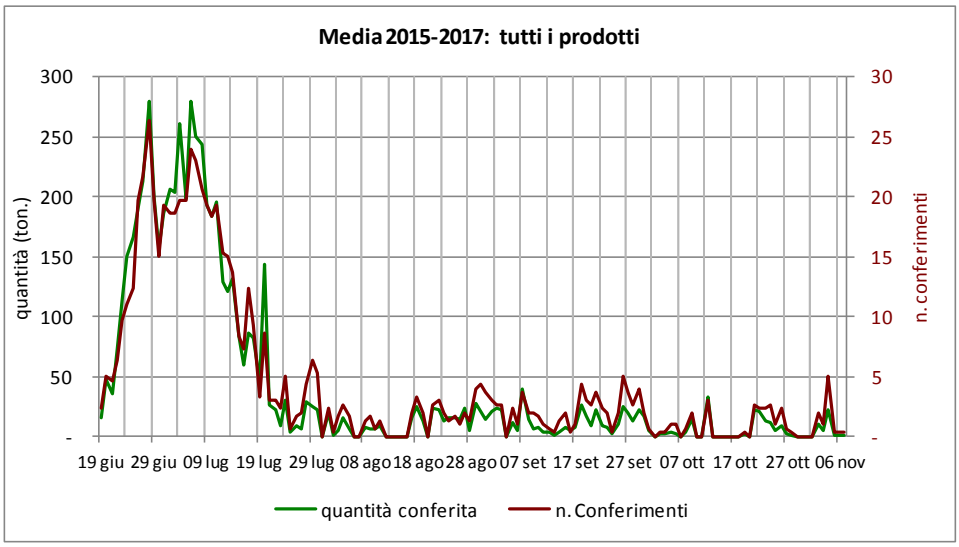


Figura 3.14.1. Andamento dei conferimenti complessivi della Coop. Maidicola

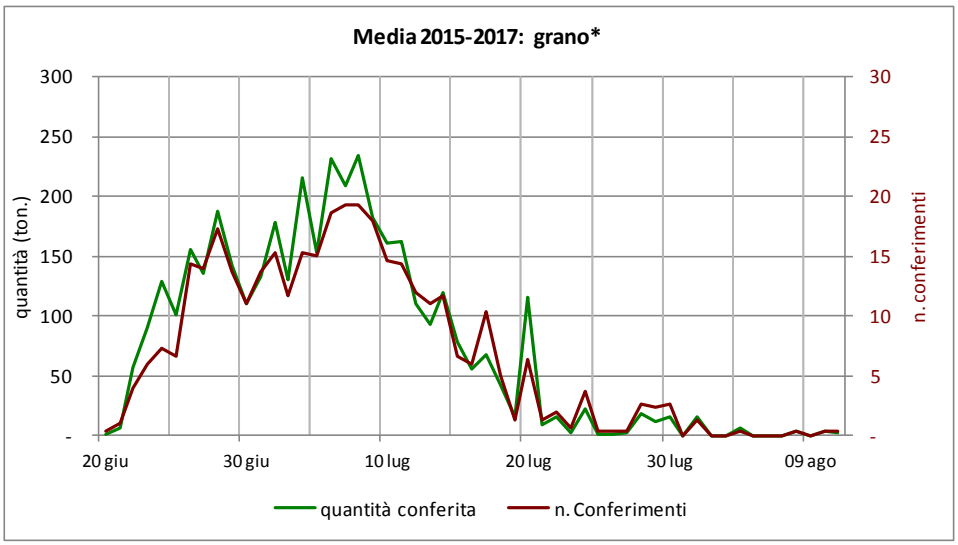


Figura F3.14.2. Andamento dei conferimenti di frumento della Coop. Maidicola

Nella Figura 3.14.3 è mostrato lo schema di un ciclo di operazioni di conferimento come eseguito presso la Cooperativa, distinte per soggetto coinvolto: il conferente che viene interessato dall'arrivo fino al completamento dello scarico; il laboratorio che deve ricevere i campioni, esegue le analisi e ne comunica i risultati; il soggetto amministrativo e di controllo che è interessato per tutta la durata del ciclo fino alla decisione del silos di destinazione in base ai risultati delle analisi; la fase di movimentazione che inizia dal momento delle decisione fino al completo svuotamento delle fossa di scarico.

<table>
<tr><th rowspan="2">Conferente</th><th rowspan="2">Amministrative</th><th colspan="2">Laboratorio</th><th colspan="2">Movimentazione</th></tr>
<tr><th>attuale</th><th>innovativa</th><th>attuale</th><th>innovativa</th></tr>
<tr><td>Arrivo alla bascula e pesata</td><td rowspan="2">Pesata e stampa bolla</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="6"></td><td rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>Trasferimento alla sonda</td></tr>
<tr><td>Prelievo campione</td><td>Recepimento campione</td></tr>
<tr><td>Trasferimento alla fossa per lo scarico</td><td>Formazione e invio sottocampione per analisi</td><td colspan="2" rowspan="3">Analisi:
standard limitante: durata analisi | standard + DON limitante: durata analisi DON</td></tr>
<tr><td>Scarico nella fossa</td><td>Confezionamento campione per conservazione</td></tr>
<tr><td>Trasferimento alla bascula</td><td>Pesata e stampa bolla</td></tr>
<tr><td rowspan="3">libero</td><td>Scelta silos di destinazione</td><td colspan="2">comunicazione risultati</td><td colspan="2">Inizio trasferimento nei silos:
diretto limitante: portata elevatore scarico fossa | tramite vaglio limitante: portata unico impianto</td></tr>
<tr><td>Archiviazione dati</td><td colspan="2" rowspan="2">libero</td><td colspan="2">Fine trasferimento (fossa vuota)</td></tr>
<tr><td>libero</td><td colspan="2">libero</td></tr>
</table>

Figura F3.14.3. Schema di un ciclo di operazioni di conferimento

L'analisi dei tempi operativi rilevati ha mostrato che nella situazione attuale i punti critici sono l'attesa del responso analitico, necessario per decidere la destinazione del frumento, e i tempi di svuotamento della fossa di scarico. Nel caso in esame sono presenti due fosse che consentono che avere due linee di scarico in parallelo che normalmente si sovrappongono abbastanza bene da riuscire a limitare al minimo i tempi di attesa dei conferenti.
L'introduzione delle due tecniche innovative incide su entrambi i punti critici.
L'esecuzione delle analisi è attualmente completata entro i tempi di attesa per il completamento dello scarico nella fossa stimati in circa 12-15 minuti che si ripercuote su tutti i conferimenti per i quali essa è prevista. La possibilità di utilizzare due fosse in parallelo permette di limitare l'influenza di questa tecnica solo a quelli i cui tempi di trasferimento dalla fossa non superano i 15 minuti. Per gli altri, per i quali si dovrebbe aspettare comunque, si ha invece solo una traslazione nel tempo di tutte le operazioni.
Considerando che la portata dell'elevatore delle fosse è di oltre 400 q.li/ora, il problema si pone solo per i conferimenti minori di 100 q.li (400 q.li/ora x 0,25 ore) che risultano rallentati.
Per valutare l'incidenza di questi casi si riportano a titolo esemplificativo nella Tabella 6 i dati dei conferimenti del periodo dal 20 giugno al 20 luglio 2017. I casi di conferimenti di frumento minori di 100 q.li sono stati 102 su 368 conferimenti complessivi, ma con frequenze giornaliere piuttosto basse permettendo di recuperare i maggiori tempi nell'arco della giornata. Infatti solo in 4 giorni le frequenze sono state maggiori di 5.
Si può quindi affermare che l'analisi aggiuntiva del DON incida in modo più che accettabile sulla logistica dei conferimenti.

Tabella F3.14.6. Dati giornalieri dei conferimenti del periodo 20 giu. - 20 lug. 2017

Data	Tuttti i conferimenti			Conf. Grano tutti			Conf. Grano <10 ton.			Comf. Grano >=30 ton.		
	n. conf.	ton.	ton./conf.	n. conf.	ton.	ton./conf.	n. conf.	ton.	ton./conf.	n. conf.	ton.	ton./conf.
20/06/2017	8	81,9	10,2	1	2,9	2,9	1	2,9	2,9	-	-	-
21/06/2017	7	61,4	8,8	3	18,9	6,3	3	18,9	6,3	-	-	-
22/06/2017	12	169,6	14,1	12	169,6	14,1	4	24,3	6,1	-	-	-
23/06/2017	18	228,2	12,7	15	218,6	14,6	3	17,8	5,9	-	-	-
24/06/2017	23	319,1	13,9	16	283,1	17,7	1	1,9	1,9	-	-	-
25/06/2017	15	207,9	13,9	11	179,2	16,3	3	17,0	5,7	-	-	-
26/06/2017	34	336,9	9,9	26	283,0	10,9	11	60,7	5,5	-	-	-
27/06/2017	21	241,5	11,5	16	169,2	10,6	8	43,3	5,4	-	-	-
28/06/2017	22	326,8	14,9	14	158,1	11,3	6	30,7	5,1	-	-	-
29/06/2017	7	87,2	12,5	1	5,2	5,2	1	5,2	5,2	-	-	-
30/06/2017	6	82,4	13,7	2	18,6	9,3	2	18,6	9,3	-	-	-
01/07/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/07/2017	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
03/07/2017	14	189,4	13,5	4	48,2	12,0	1	5,2	5,2	-	-	-
04/07/2017	17	213,5	12,6	9	125,9	14,0	3	15,3	5,1	-	-	-
05/07/2017	21	131,0	6,2	17	111,1	6,5	11	16,5	1,5	-	-	-
06/07/2017	14	135,2	9,7	6	36,4	6,1	4	11,8	2,9	-	-	-
07/07/2017	16	167,6	10,5	11	101,6	9,2	5	31,2	6,2	-	-	-
08/07/2017	15	254,5	17,0	11	223,3	20,3	1	6,4	6,4	3	99,8	33,3
09/07/2017	9	97,4	10,8	8	83,8	10,5	3	13,6	4,5	-	-	-
10/07/2017	11	215,6	19,6	11	215,6	19,6	2	13,5	6,7	4	125,4	31,4
11/07/2017	20	257,7	12,9	14	212,5	15,2	4	16,0	4,0	3	99,0	33,0
12/07/2017	10	69,4	6,9	8	61,2	7,6	5	24,7	4,9	-	-	-
13/07/2017	5	36,6	7,3	3	28,0	9,3	2	15,3	7,7	-	-	-
14/07/2017	16	159,9	10,0	12	134,4	11,2	7	45,9	6,6	1	33,6	33,6
15/07/2017	8	40,3	5,0	4	21,4	5,4	4	21,4	5,4	-	-	-
16/07/2017	1	9,8	9,8	1	9,8	9,8	1	9,8	9,8	-	-	-
17/07/2017	9	49,0	5,4	5	12,1	2,4	5	12,1	2,4	-	-	-
18/07/2017	6	71,9	12,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19/07/2017	2	21,2	10,6	1	14,3	14,3	-	-	-	-	-	-
20/07/2017	1	2,1	2,1	1	2,1	2,1	1	2,1	2,1	-	-	-
totale	368	4.264,8	11,6	243	2.948,2	12,1	102	501,8	4,9	11	357,8	32,5
media	12	137,6	10,3	8	95,1	9,5	3	16,2	4,5	0	11,5	4,2

Pulizia del frumento in ingresso

La seconda tecnica innovativa, ovvero il passaggio dal vaglio per la pulizia del frumento, in tutti i casi si pone in serie alle altre operazioni di scarico. La capacità di lavoro dell'impianto (circa 300 q.li/ora) è minore di quella dello scarico di ciascuna fossa (circa 400 q.li/ora) e quindi, almeno in prima approssimazione, dovrebbe rallentare tutte le operazioni nella proporzione di 4:3 con un incremento del 30% circa dei tempi complessivi di conferimento del 30%.

Si ritiene che nella maggior parte dei casi anche questi maggiori tempi possano essere recuperati nell'arco della giornata. In questo senso, il costo dell'innovazione calcolato in precedenza dovrebbe essere aumentato del costo del personale aggiuntivo, ma solo nella misura in cui questo risulti effettivamente necessario.

Al momento del conferimento del frumento presso la cooperativa Maidicola, dopo il processo di pulitura meccanica e prima della uscita dal centro di stoccaggio, oltre alle analisi sulle micotossine sono stati monitorati i parametri standard di riferimento come, contenuto in proteine (% s.s.), umidità (%), peso specifico (kg/hl), indice di giallo (coordinata b), W e P/L (solo per grano tenero). Tali caratteristiche qualitative sono state indagate su ogni varietà proveniente dai diversi protocolli agrotecnici impiegati all'interno delle aree di coltivazione. Per concretizzare la valorizzazione dei prodotti di qualità, alle varietà riportanti i valori standard migliori è stata affiancata inoltre una caratterizzazione dei principali profili nutraceutici intesi come antiossidanti totali, polifenoli e flavonoidi.

Caratterizzazione merceologica

La caratterizzazione merceologica si occupa di studiare, con approccio scientifico, lo studio, la produzione, la natura, le qualità fisico-chimiche e l'uso dei prodotti destinati al consumo (Celaschi et al., 2000). Il primo testo sull'argomento fu "Vorbereitung zur Waarenkunde" (Preparazione alla Merceologia) di Johann Beckmann del 1793. All'inizio della rivoluzione industriale Beckmann volle creare una disciplina che desse informazioni sulle merci e sulla loro produzione agli operatori economici. Si passò così da una fase di conoscenza empirica e di trattazione pratica delle merci ad una fase di ricerca scientifica e di attività didattica (De Marco et al., 1993). L'analisi della caratterizzazione merceologica del grano tiene conto dei parametri di concentrazione percentuale di proteine, umidità e glutine in rapporto al peso espresso in grammi del campione esaminato. Tali analisi vengono effettuate tramite appositi strumenti che impiegano diverse tecniche. La scelta di questi parametri risiede nel fatto che questi sono i fattori che maggiormente influiscono sulla qualità delle coltivazioni.

Proteine e glutine

L'analisi del contenuto proteico nel grano è fondamentale nella definizione delle qualità organolettiche del prodotto. Quantità e qualità delle proteine sono tratti qualitativi economicamente importanti che sono sotto controllo genetico, ma possono anche essere influenzati da fattori climatici ed agronomici (Flagella et al., 2006). Le analisi proteomiche sul grano avvengono sulla base dei risultati del contenuto di albumina, globulina e prolammina (Laino et al., 2010). Le proteine del glutine hanno un importante ruolo nella determinazione della qualità di cottura del frumento, conferendo capacità di assorbimento dell'acqua, coesività, viscosità ed elasticità della pasta. In base alla loro solubilità in alcoli acquosi possono essere suddivise in due frazioni: le gliadine e le glutenine frazioni costituite da numerose componenti proteiche caratterizzate da un elevato contenuto di glutammina e prolina. La cisteina è presente in quantità minima (>2%) nella costituzione delle catene polipeptidiche del glutine ed è molto importante perché, oltre a formare ponti disolfuro tra i foglietti alfa e beta della proteina, è presente in uno stato ossidato e consente la maggior parte delle reazioni redox che si verificano durante la maturazione del kernel, la fresatura, la preparazione della pasta e la cottura (Weiser et al., 2007).

Umidità

L'umidità è un parametro importante che influisce sulla qualità, il prezzo e la conservazione del grano. Valori di umidità troppo elevati potrebbero favorire la crescita di funghi sul seme, con la conseguente formazione di micotossine. Alcune di queste esercitano un'azione mutagena, cancerogena ed immunotossica (Atalla et al., 2003), oltre che causare disturbi ormonali in animali da allevamento, che in certi casi sono stati riscontrati anche nell'uomo (Zinedine et al., 2007). Per quanto riguarda la misurazione del contenuto di umidità le tecniche più utilizzate sono quelle che sfruttano le proprietà elettriche dei singoli campioni da esaminare. Tra queste tecniche la più utilizzata per la sua affidabilità e precisione è la tecnica ANN (artificial neural network) (Bartley et al., 1998).

Peso specifico

Il peso specifico è un fattore correlato al grado di qualità del grano, e per questo importante da valutare. Per la quantificazione del peso del campione da analizzare si utilizza solitamente una bilancia elettronica. I risultati che si ottengono sono fortemente influenzati da fattori climatici esterni, in particolare la temperatura (Schuler et al., 1995). Inoltre, altri fattori che influenzano il test sono: il contenuto di umidità, le condizioni climatiche, le dimensioni del kernel, la densità e l'imballaggio dei campioni.

Infratec™1241-Foss

Analizzare le caratteristiche merceologiche delle materie prime è fondamentale per valutare la qualità dei prodotti (Bara et al., 2006). Tale caratterizzazione è stata effettuata sui campioni tramite il macchinario Infratec™1241-Foss (**Fig. 3.15.1**). Questo strumento analizza i chicchi interi del frumento attraverso la "near-infrared transmittance technology", che sfrutta la capacità dei legami molecolari di assorbire energia ed emettere vibrazioni differenti a seconda della loro natura; grazie a tali caratteristiche si possono distinguere le tipologie di legame chimico e gli atomi in esso coinvolti. Attraverso questo meccanismo si riesce a leggere le vibrazioni a diverse lunghezze d'onda di assorbimento ed individuare così la molecola. Le analisi sono facili da eseguire e molto affidabili, essendo quasi completamente automatizzate. Di conseguenza, per conoscere la concentrazione percentuale delle caratteristiche di interesse in un campione di grano, non si dovrà fare altro che selezionare le specifiche ed inserire la giusta quantità di grano. La macchina è inoltre dotata di un database di dati derivati da più di 50.000 analisi di campioni, ricavate da anni di lavoro, che il sistema raccoglie in modo continuo così da essere costantemente in aggiornamento. Il tempo di analisi è minimo, circa un minuto per campione, ed il processo non risente della temperatura grazie all'elasticità dello strumento che può effettuare l'analisi in condizioni che variano da un range di 40° C a fino -4° C. Le misurazioni vengono effettuate tramite raggi infrarossi, che possono essere settate in un range di lunghezze d'onda compreso tra i 570 ed i 1050 nm. Gli infrarossi riescono a penetrare meglio gli strati esterni del chicco, arrivando maggiormente in profondità cosicché anche un volume maggiore di campione possa essere più facilmente analizzato, ovviando al problema legato alla presenza di impurità e minimizzando così il margine di errore strumentale. Lo strumento è dotato inoltre di un modulo indipendente che valuta il peso specifico, che è di fondamentale importanza per una corretta valutazione del cereale in riferimento alle qualità molitorie. Questo modulo consente un'accurata determinazione del peso ettolitrico che viene eseguito contemporaneamente all'analisi NIT; una sola operazione di caricamento del campione consente di determinare i parametri previsti. Lo scomparto di misura viene riempito, livellato, pesato e scaricato in modo automatico, tutto il campione sarà raccolto nel cassetto sottostante ed i risultati analitici saranno visibili nel display.

Figura 3.15.1: *Il macchinario Infratec™1241-Foss.*

Caratterizzazione nutraceutica

Se "siamo quello che mangiamo", come affermava Feuerbach (D'Alessandro & Zolla 2011), l'alimentazione occupa un ruolo decisivo per il nostro benessere. È qui che entra in gioco la Nutraceutica, termine coniato nel 1989 dal dottor De Felice combinando i termini "nutrizione" e "farmaceutica" (De Felice, 1989). Questo termine indica la disciplina che indaga tutti i componenti o i principi attivi degli alimenti con effetti positivi per la salute, la prevenzione e il trattamento delle malattie. Tipicamente i nutraceutici vengono utilizzati per prevenire le malattie croniche, migliorare lo stato di salute, ritardare il processo di invecchiamento e aumentare l'aspettativa di vita (Di Pasquale et al., 2009). Le sostanze nutraceutiche sono normalmente derivate dalle piante, dagli alimenti e da fonti microbiche (Dillard et al., 2000). Le analisi di tipo nutraceutico riportate in questo elaborato di tesi si occupano della determinazione della concentrazione di antiossidanti, polifenoli e flavonoidi.

Antiossidanti e stress ossidativo

Per antiossidante si intende una qualsiasi sostanza che, trovandosi in concentrazioni inferiori rispetto ad un substrato ossidabile, ritarda significativamente o previene l'ossidazione di quel substrato (Antolovich et al., 2002). Le cellule di ogni organismo vivente mantengono, al loro interno, un ambiente redox stabile grazie alla presenza di enzimi che hanno la capacità di interferire con il ciclo ossidativo delle molecole. Questi enzimi possono agire in modo diretto, donando alle molecole elettroni e contemporaneamente stabilizzandole in forme non reattive, oppure in modo indiretto legando ioni metallici come rame o ferro (Kaur et al., 2001). Nella respirazione aerobica mitocondriale, l'ossigeno molecolare O_2 viene utilizzato come carrier di elettroni. Come conseguenza delle reazioni redox che si generano in seguito al trasporto di elettroni, vi è la formazione di specie reattive dell'ossigeno (ROS) di cui le più comuni sono il radicale superossido ($O_{2}^{\cdot-}$), il perossido di idrogeno (H_2O_2), l'ossigeno singoletto ($^1O_2$) e il radicale ossidrile ($\cdot OH$). La formazione di ROS è un processo fisiologico normale infatti a basse concentrazioni presentano funzioni protettive della cellula e di trasduzione del segnale. L'eccesso di ROS genera, invece, uno squilibrio delle condizioni redox che porta a stress ossidativo. L'aumento di ROS nella cellula può provocare danno alle biomolecole quali lipidi, proteine e DNA nonché alterare le funzioni delle membrane. Lo stress ossidativo e/o la mancata detossificazione delle ROS sembrano essere le principali cause di insorgenza di malattie quali diabete, malattie cardiovascolari, tumori, Alzheimer ed altre malattie neurodegenerative (Seifried et al., 2007). Nonostante il nostro organismo presenti sistemi enzimatici preposti all'inattivazione dei ROS (es. superossido dismutasi, catalasi) è necessario l'intervento di antiossidanti esogeni che intervengono con l'azione di scavenger sui radicali liberi (**Fig. 3.15.2**). In bibliografia è riportato che gli antiossidanti presenti nel grano sono efficaci nel prevenire lo stress ossidativo (Baublis et al., 2000). È ormai accertato da studi epidemiologici che attraverso il consumo di cereali di qualità è possibile ridurre l'incidenza del diabete (Cho et al., 2013) e di alcune malattie cardiovascolari (Jacobs et al., 2004).

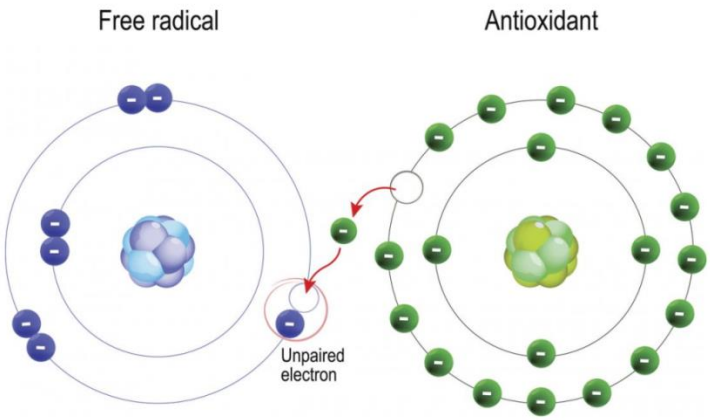


Figura 3.15.2: *Meccanismo d'azione delle molecole antiossidanti HAT (hydrogen atom transfer).*

Polifenoli

I polifenoli costituiscono un gruppo eterogeneo di sostanze naturali, particolarmente note per la loro azione positiva sulla salute umana (non a caso, sono talvolta indicati con il termine vitamina P) (Petti & Scully, 2009). In natura i polifenoli vengono prodotti dal metabolismo secondario delle piante, dove in relazione alla diversità chimica che li caratterizza ricoprono ruoli differenti: difesa dagli animali erbivori (impartiscono sapore sgradevole) e dai patogeni, supporto meccanico e di barriera contro l'invasione microbica, attrazione per gli impollinatori e per la dispersione del frutto (antocianine), inibitori di crescita delle piante in competizione (Georgè et al., 2005). Grazie alla loro variabilità strutturale e funzionale, le sostanze polifenoliche hanno capacità antiossidante, anticancerogena, antiaterogena, antibatterica e antinfiammatoria. In base alla loro struttura stechiometrica possono essere distinti in varie classi, di cui una delle più importanti è quella dei flavonoidi (Bravo, 1998). Generalmente viene utilizzato l'acido gallico come composto di riferimento per le rette di calibrazione dei polifenoli (**Fig. 3.15.3**).

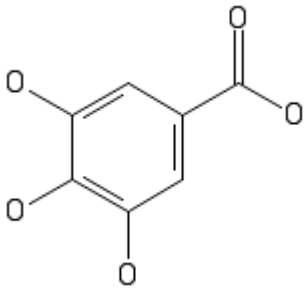


Figura 3.15.3: Acido gallico: *Acido organico contenuto in molti prodotti di origine vegetale. Composto standard utilizzato per rette di calibrazione dei polifenoli.*

Flavonoidi

I flavonoidi (o bioflavonoidi) sono composti chimici naturali, diffusi nelle piante superiori e particolarmente conosciuti ed apprezzati per le loro proprietà salutistiche. Potenti antiossidanti sono utili per garantire l'ottimale funzionamento di fegato, sistema immunitario e capillari; contribuiscono inoltre alla prevenzione di numerose patologie, come quelle cardiovascolari, infiammatorie e persino alcune forme tumorali (Yao et al., 2004). L'ampia varietà di azioni biologiche ascritte ai flavonoidi dipende in gran parte dalla loro capacità di bloccare il danno provocato dai radicali liberi, che si correla in maniera importante con molte patologie croniche degenerative (Willcox et al., 2004). I flavonoidi si possono ritrovare anche nei semi, nelle cortecce, nei rizomi, nelle foglie e nelle radici di molte piante, nonché in alcune bevande. Nel regno vegetale proteggono la pianta dagli effetti dannosi

delle radiazioni solari, dalle aggressioni di patogeni ed intervengono attivamente nel suo metabolismo (crescita, respirazione, processi enzimatici, fotosintesi, attrazione visiva degli insetti utili per l'impollinazione) (Ghasemzadeh & Ghasemzadeh, 2011). Per le analisi sperimentali sui flavonoidi viene comunemente utilizzata la quercetina come composto standard per calibrare le rette di taratura (**Fig. 3.15.4**).

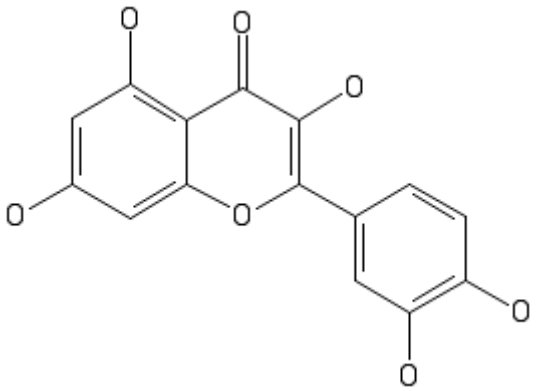


Figura 3.15.4: Quercetina: *Flavonoide utilizzato come composto standard di riferimento per rette di calibrazione.*

Caratterizzazione nutraceutica: metodi colorimetrici

Per quanto riguarda la quantificazione di antiossidanti, polifenoli e flavonoidi i saggi colorimetrici rappresentano la soluzione migliore e di uso più comune, poichè garantiscono affidabilità e riproducibilità del dato in breve tempo. Tramite consultazione bibliografica di dati precedenti la scelta è ricaduta sul metodo FRAP (*ferric reducing antioxidant power*) per la misurazione del potere antiossidante, sul metodo *Folin-Ciocalteu* per i composti fenolici totali e sul metodo del *cloruro d'alluminio* per la determinazione dei flavonoidi. L'apparato sperimentale utilizzato per la corretta riuscita dei passaggi metodici è costituito essenzialmente da un incubatore G-Therm 075 per la corretta temperatura di reazione, ed uno spettrofotometro Shimadzu UV-160 a doppio fascio, impostato alla lunghezza d'onda ottimale per la quantificazione delle componenti ricercate.

Preparazione del campione

I campioni da analizzare si ottengono direttamente dai chicchi di grano scongelati, precedentemente conservati in congelatore a -80 °C, temperatura che altri autori dimostrano non comportare modifiche o degradazione delle componenti ricercate (Carratu et al., 2005). Dopo aver aggiunto azoto liquido i chicchi vengono polverizzati tramite mortaio e pestello (**Fig. 3.15.5**), vengono poi prelevati 3 grammi di polvere e aggiunti 9 ml di acetone al 70%. La soluzione viene poi ulteriormente frammentata tramite omogenizzazione (Miccra rt) per circa cinque minuti, quindi inserita in un sonicatore per venti minuti e di nuovo sottoposta ad omogenizzazione per un minuto, così da garantire la completa rottura delle componenti cellulari. Si sottopone infine la soluzione a cinque minuti di centrifugazione a 4000 rpm, in modo da separare il particolato dalle componenti oggetto di analisi che si trovano in soluzione. I composti fenolici nel surnatante vengono filtrati così da avere la certezza che venga eliminato tutto il materiale non oggetto di analisi, utilizzando una siringa da 5 ml e un filtro Sartorious da 0,22 µm. Successivamente il campione viene raccolto ed è pronto per le analisi.

Figura 3.15.5: *Preparazione del campione con mortaio e pestello.*

Metodica Frap

Il saggio FRAP (*Ferric Ion Reducing Antioxidant Power*) messo a punto da Benzie & Strain al fine di valutare a livello clinico la capacità antiossidante del plasma sanguigno, è stato in seguito adattato ad analisi di campioni alimentari e botanici, ed è oggi molto noto ed utilizzato per scopi scientifici (Benzie et al., 1996). Tale metodo sfrutta l'azione riducente degli antiossidanti sul complesso TPTZ (2,4,6-tris(2-firidil)1,3,5-triazina) contenente cationi di ferro a pH acido. Il legame dei cationi $Fe2^{+}$ al ligando conferisce un'intensa colorazione blu al campione. La misurazione dell'assorbanza viene effettuata per verificare la quantità di ferro ridotto. Tale quantità è correlabile agli antiossidanti presenti nel campione. Questa tecnica è altamente riproducibile e di facile esecuzione (Wawrzyniak et al., 2005) ed ha una cinetica di reazione piuttosto veloce (4-6 min), tuttavia alcuni polifenoli hanno tempi di reazione più lunghi (Thaipong et al., 2006). Per rendere più complete ed attendibili le analisi i campioni esaminati vengono sottoposti ad un'ora di incubazione a 37ºC. Questo ha permesso inoltre il raggiungimento della massima colorazione dei campioni (Pellegrini et al., 2003). Si preparano quattro provette, una che conterrà il controllo negativo costituito da acqua e tre che conterranno il campione estratto. In ogni provetta vengono inseriti in successione 2040 µl di tampone acetato a pH 3.6, 200 µl di TPTZ, 200 µl di cloruro ferrico ed infine 20 µl di campione estratto, tenendo conto di preparare i reagenti freschi prima dell'analisi. Si sottopongono infine i campioni ad un'ora di incubazione a 37° C (**Fig. 3.15.6**) e si leggono i risultati allo spettrofotometro impostando una lunghezza d'onda di 593 nm. L'elaborazione dei dati ottenuti è possibile tramite confronto con una retta di calibrazione, realizzata precedentemente utilizzando soluzioni a titolo noto di solfato ferroso.

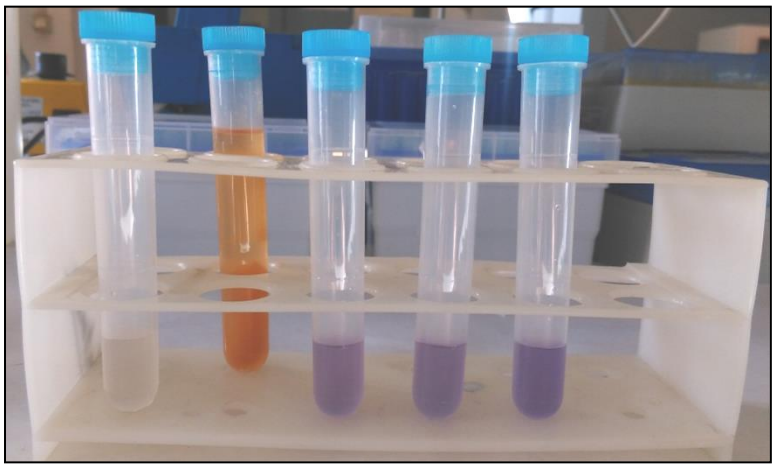


Figura 3.15.6: *Analisi colorimetrica con il metodo FRAP.*

Metodo Folin-Ciocalteau

Il Metodo di Folin-Ciocâlteu (FC) venne inizialmente proposto da Folin e Denis nel 1912 e successivamente perfezionato da Folin e Ciocalteau nel 1927 (Ainsworth et al., 2007). Attualmente è utilizzato come saggio di quantificazione fenolica. Il reagente FC contiene i complessi acido fosfotungstico e fosfomolibdenico. Il metodo si basa sul trasferimento di elettroni in ambiente acido, a partire da composti fenolici. Il fine è quello di formare un cromoforo blu, costituito da un complesso di acido fosfotungstico e fosfomolibdenico, il cui massimo picco di assorbimento dipende esclusivamente dalla composizione dei fenoli stessi. La soluzione viene incubata a 37 ºC per 30 minuti al fine di ottenere la completa colorazione dei campioni. È innanzitutto necessario preparare quattro provette, una che conterrà il bianco e tre che conterranno il campione. La preparazione del campione, in questo caso così come nelle altre procedure sperimentali, viene ripetuta tre volte per avere una maggiore significatività del risultato ottenuto. Ogni provetta contiene 500 µl di estratto, 3000 µl di acqua distillata, 250 µl di reattivo di Folin, 750 µl di Sodio carbonato e 950 µl di acqua distillata. La soluzione viene inserita in un incubatore a 37°C per 30 minuti (**Fig. 3.15.7**). Trascorso il tempo di incubazione la soluzione viene letta allo spettrofotometro ad una lunghezza d'onda di 765 nm. La misura ottenuta dallo strumento viene inserita in una retta di calibrazione precedentemente preparata con soluzioni standard di acido gallico, utilizzato come composto standard di riferimento. I risultati delle analisi sono quindi espressi in equivalenti di acido gallico mg/ml (Bobo-García et al., 2015).

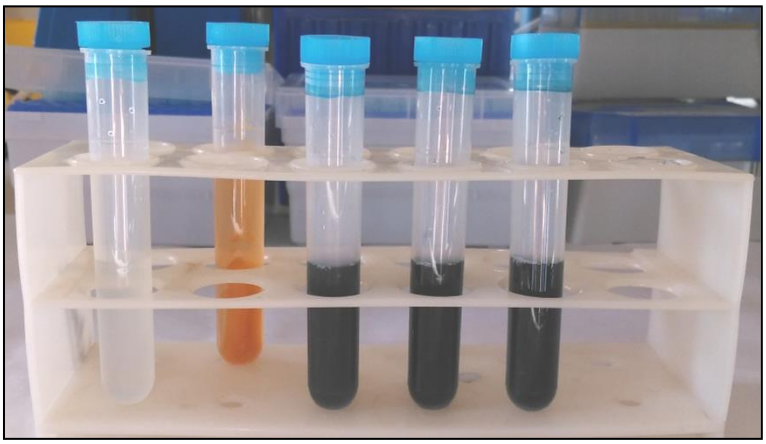


Figura 3.15.7: *Analisi colorimetrica con il metodo di Folin-Ciocalteu (FC).*

Metodo del cloruro d'alluminio

Il metodo del cloruro d'alluminio è un metodo colorimetrico come il FRAP e il FC. Questo comporta infatti uno spostamento batocromico (red shift) ed un effetto ipercromico, quindi un maggiore assorbimento della luce emessa dallo spettrofotometro da parte del campione sottoposto ad analisi (Akbay et al., 2003). Il principio alla base è che l'$AlCl_3$ forma dei complessi stabili con il gruppo chetonico del C4 e con i gruppi idrossilici del C3 o del C5 dei flavoni e dei flavonoli legati ai relativi carboni. Inoltre, l'alluminio cloruro forma complessi acidi labili con i gruppi diidrochilici dell'anello A o B dei flavonoidi (Kaufman et al., 1999). Permette quindi di determinare il contenuto di flavonoidi totali, separando il loro contributo da quello dei polifenoli (Abozed et al., 2014). Si prevede anche in questo caso la preparazione di quattro provette, una che conterrà 500 µl di bianco, tre che conterranno 500 µl di campione. All'interno di ogni provetta sono presenti inoltre: 1,5 ml di etanolo al 95%, 100 µl di cloruro di alluminio, 100 µl di acetato di potassio, 2800 µl di acqua distillata. Una volta completata la procedura si lasciano i campioni a temperatura ambiente per 30 minuti (**Fig. 3.15.8**). Trascorso il tempo necessario per l'incubazione, la soluzione viene letta allo spettrofotometro ad una lunghezza d'onda di 415 nm. L'elaborazione dei dati ottenuti è possibile tramite confronto con una retta di calibrazione, realizzata precedentemente utilizzando soluzioni a titolo noto di quercetina.

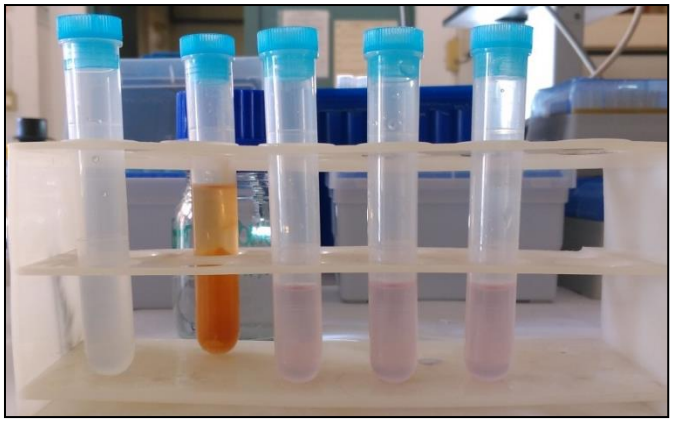
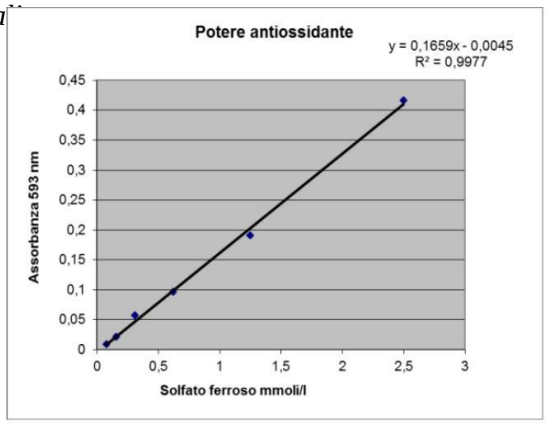


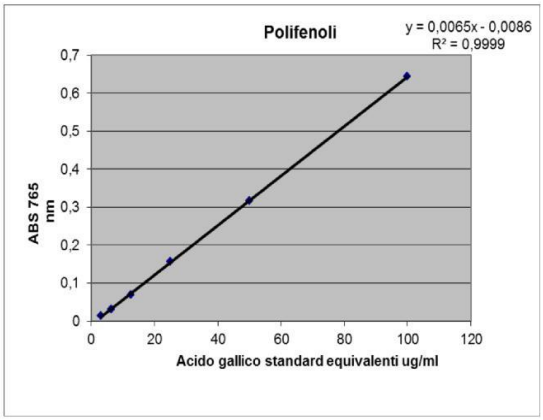
Figura 3.15.8: *Analisi colorimetrica con il metodo del cloruro d'alluminio.*

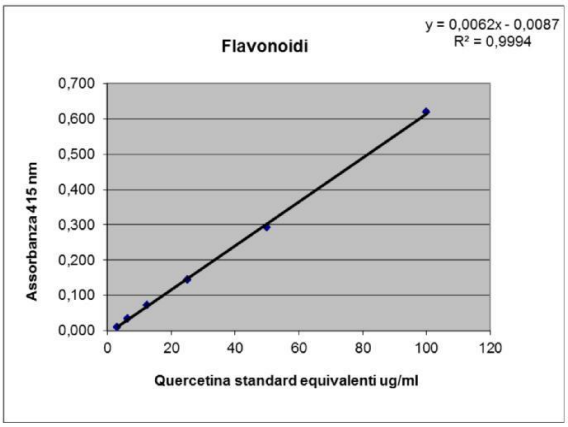
Calibrazione delle rette di taratura

I dati ottenuti da queste analisi sono stati confrontati con le rispettive rette di calibrazione precedentemente realizzate. Grazie a tale confronto è stato possibile elaborarli al fine di trarne le dovute conclusioni. La realizzazione delle rette di calibrazione viene effettuata tramite soluzioni a titolo noto di solfato ferroso per gli antiossidanti, acido gallico per i polifenoli e quercetina per i flavonoidi. La retta di calibrazione dei valori di assorbanza ottenuti, costruita secondo il metodo dei minimi quadrati, si ottiene inserendo i risultati delle analisi in una tabella Excel (**Fig. 3.15.9**).

Figura 3.15.9: *Rette di calibrazione per valutare il contenuto di antiossidanti, polifenoli e flavonoidi totali*







Di seguito i risultati ottenuti delle analisi di grano duro e tenero coltivati con le tre tecniche di lavorazione del terreno sopra descritte nelle due annualità agrarie.

Analisi merceologiche

- **Peso specifico**: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi. I diversi valori che sono stati ottenuti dalle pesate non influiscono significativamente sulla misurazione delle caratteristiche merceologiche, dato che i quantitativi inseriti hanno comunque consentito la corretta esecuzione delle analisi svolte in automatico dal macchinario InfratecTM1241-Foss. **(Tab. 3.15.1)**

- **Umidità**: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Sia nell'anno 2017 che nell'anno 2018 non si osservano disparità tra i valori ottenuti dai vari campioni di grano tenero e duro ottenuti dalle diverse lavorazioni. La percentuale di umidità della raccolta 2018 è generalmente più alta nei diversi campioni, ma comunque rimanente nei valori standard di commercializzazione **(Tab. 3.15.1)**.

- **Proteine e glutine**: La determinazione quantitativa e la valutazione della qualità del glutine rappresentano parametri importanti nella caratterizzazione del frumento. Il glutine è un parametro che influisce sull'elasticità, la viscosità e la capacità di assorbimento dell'acqua, delle farine e degli impasti (Shewry et al., 2002). La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2017 di grano sia duro che tenero, con valori che oscillano intorno al 16%. Nell'anno 2018 solamente la concentrazione proteica del campione di grano tenero trattato con la tecnica della semina su sodo risulta avere un valore leggermente inferiore al 13%. Riguardo il contenuto di glutine i campioni dell'anno di raccolta 2017 sono risultati uniformi per quanto riguarda le applicazioni sperimentali sul grano tenero. Il grano duro invece ha riportato valori di molto inferiori anche se non sono evidenti le differenze nelle tre lavorazioni. Per il 2018 invece i campioni rientrano nei valori standard di commercializzazione, anche se il trattamento "Semina su sodo" ha riportato valori leggermente inferiori **(Tab.3.15.1)**.

Tabella 3.15.1: *Concentrazione percentuale di umidità. proteine e glutine e peso espresso in grammi dei campioni analizzati.*

2017				
PRODUZIONE	**Grano duro**			
Parcella	**Umidità (%)**	**Proteine (%)**	**Glutine (%)**	**Peso specifico (g)**
Semina su sodo	9	16.2	12.2	81.7
Minima lavorazione	8.9	16.5	12.5	82.8
Lavorazione tradizionale	8.9	16.7	12.5	82.4
	Grano tenero			
Parcella	**Umidità (%)**	**Proteine (%)**	**Glutine (%)**	**Peso specifico (g)**

Semina su sodo	9	16.3	34.5	78.2	
Minima lavorazione	9	16.7	34.2	79.3	
Lavorazione tradizionale	9	16.6	34.5	78.8	
2018					
PRODUZIONE	**Grano duro**				
Parcella	**Umidità (%)**	**Proteine (%)**	**Glutine (%)**	**Peso (g)**	**specifico**
Semina su sodo	10.2	14.7	30.6	75.5	
Minima lavorazione	10.3	15.3	32.1	77.7	
Lavorazione tradizionale	10.5	15.9	33.1	77.7	
	Grano tenero				
Parcella	**Umidità (%)**	**Proteine (%)**	**Glutine (%)**	**Peso (g)**	**specifico**
Semina su sodo	10.4	12.7	26.6	79.3	
Minima lavorazione	10.5	14.8	32.1	80.9	
Lavorazione tradizionale	10.4	14.7	32	81.1	

Analisi nutraceutiche

Capacità antiossidante

Gli alimenti di origine vegetale contengono una vasta concentrazione di molecole antiossidanti che: contrastano i radicali liberi, prevengono l'invecchiamento e contribuiscono al benessere generale dell'organismo (Campanini et al., 2012). I risultati delle analisi circa la valutazione del potere antiossidante sono riportati di seguito.

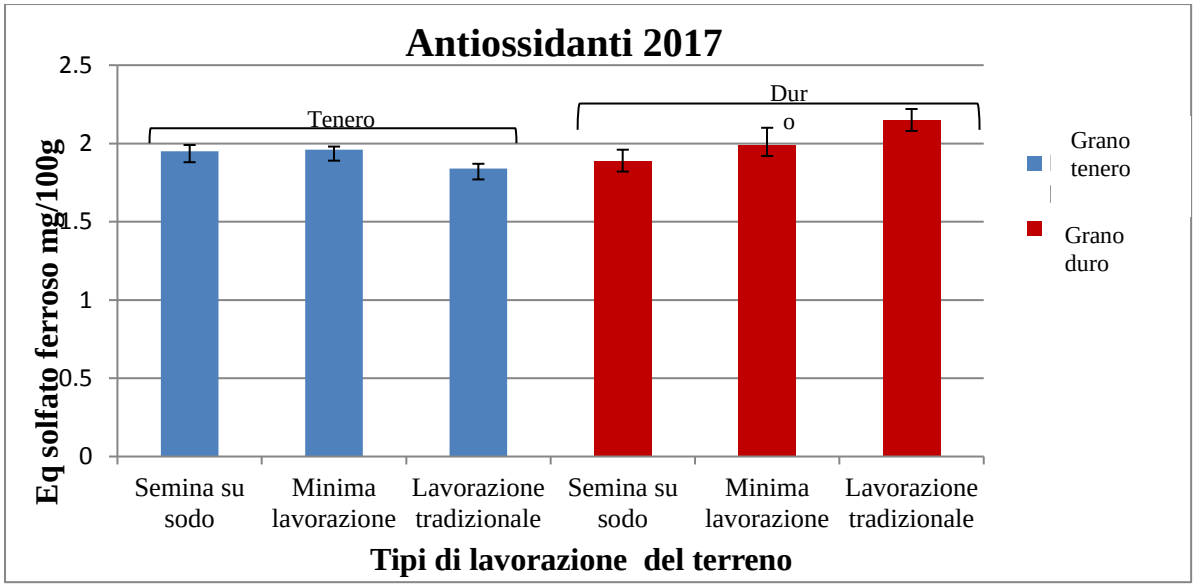


Figura 3.15.10: *Potere antiossidante dei campioni analizzati nell'anno 2017.*

Le analisi effettuate con la metodica FRAP hanno riportato che per l'anno 2017 la lavorazione tradizionale risulta essere la peggiore in contenuti di molecole antiossidanti (1,84 mg/100 g) confrontata con gli altri tipi di lavorazione del terreno. Non ci sono differenze significative tra la semina su sodo e la minima lavorazione. che riportano valori pressoché identici. rispettivamente 1,95 mg/100 g e 1,96 mg/100 g. Le analisi sul grano duro hanno invece riscontrato una maggior concentrazione di antiossidanti nella lavorazione tradizionale con un valore di 2,15mg/100 g e una concentrazione più bassa nella minima lavorazione (1,99 mg/100 g) e semina su sodo (1,89 mg/100 g). A differenza del grano tenero la semina su sodo applicata al grano duro sembra avere valori inferiori nel valore complessivo di molecole antiossidanti (**Fig. 3.15.10**). Guardando a confronto le analisi sugli antiossidanti dell'anno 2017 si evince che il grano duro risulta avere in generale valori più alti.

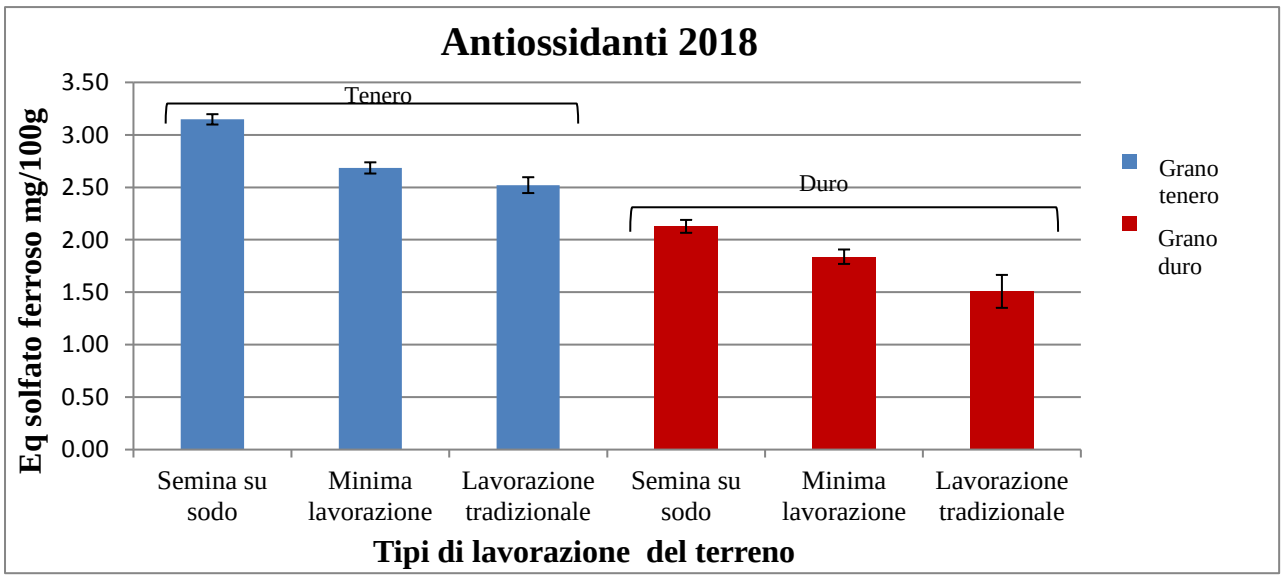


Figura 3.15.11: *Potere antiossidante dei campioni analizzati nell'anno 2018.*

Dalle analisi sugli antiossidanti dell'anno 2018 osserviamo che per quanto riguarda il grano tenero sono state ottenute differenze significative nella semina su sodo confrontata sia con la minima

lavorazione che con la lavorazione tradizionale. La semina su sodo ha riportato i contenuti più alti (3,15 mg/100 g), seguita dalla minima lavorazione (2,68 mg/100 g) ed infine dalla lavorazione tradizionale (2,52 mg/100 g). La stessa tendenza si riscontra nel grano duro con valori superiori per la semina su sodo (2,13 mg/100 g) e significative differenze a confronto con la minima lavorazione (1,84 mg/100 g) e la lavorazione tradizionale (1,51 mg/100 g) (**Fig. 3.15.11**). Nel complesso delle analisi sugli antiossidanti dell'anno 2018 il grano tenero ha generalmente valori più alti rispetto al grano duro.

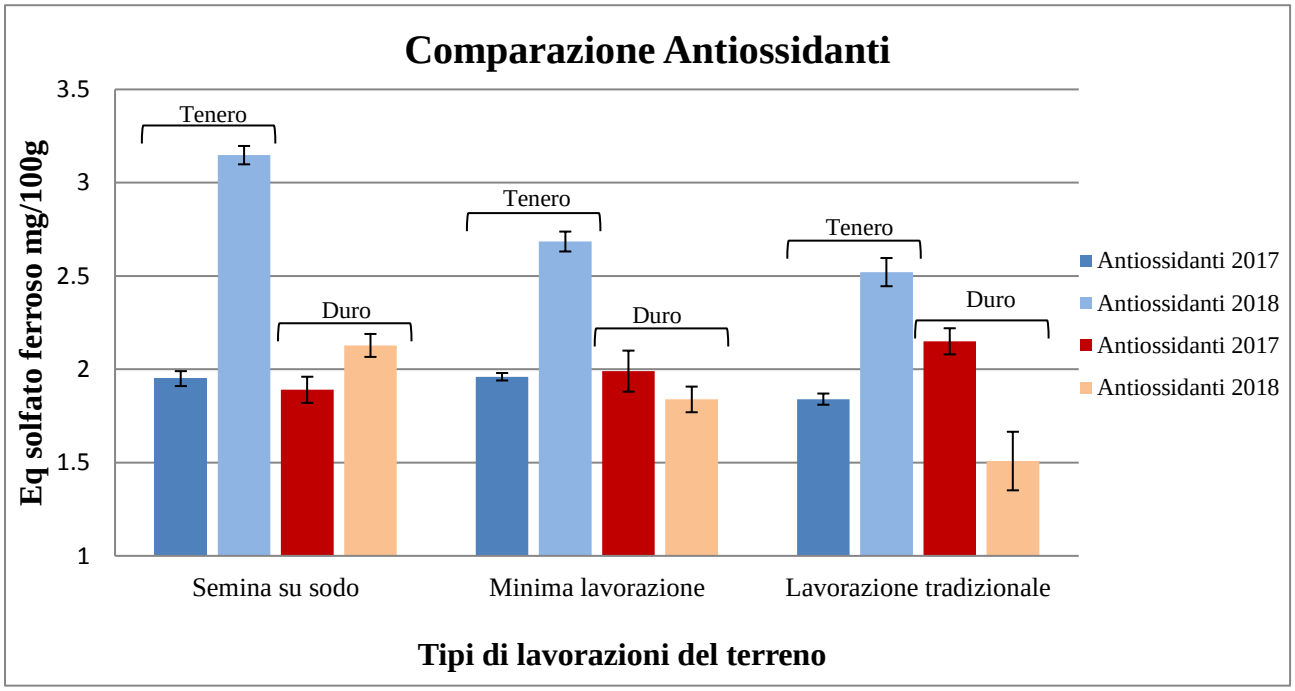


Figura 3.15.12: *Confronto potere antiossidante dei campioni raccolti nell'anno 2017 e 2018.*

Comparando il livello di antiossidanti nei due diversi anni 2017 e 2018 per tutti e tre i tipi di lavorazione del terreno è evidente che il grano tenero risulta avere sempre valori più alti nel 2018 rispetto all'anno precedente. Per il grano duro invece nel 2018 solo la semina su sodo ha valori superiori rispetto al 2017 mentre per la minima lavorazione e la lavorazione tradizionale si riscontrano livelli di antiossidanti più alti nell'anno 2017. Per quanto riguarda il grano tenero si ha una differenza significativa tra i due anni per tutti e tre i tipi di lavorazione, nel grano duro invece le maggiori differenze si hanno nella lavorazione tradizionale (**Fig. 3.15.12**).

Polifenoli e flavonoidi

I polifenoli sono molecole fitochimiche con note proprietà antiossidanti prodotte dal metabolismo secondario delle piante. Queste molecole hanno un ruolo importante nel mantenimento della salute e del benessere dei nostri organi e tessuti grazie alla loro attività antiossidante che aiuta a proteggere le cellule dai danni dei radicali liberi controllando così la velocità dell'invecchiamento cellulare (Pandey et al., 2009). Della famiglia dei polifenoli i flavonoidi sono la tipologia di composti maggiormente rappresentata poiché sono i più diffusi nel mondo delle specie vegetali. I risultati delle analisi circa la concentrazione di polifenoli totali sono stati eseguiti con il metodo di Folin-Ciocalteu mentre quelle circa la concentrazione di flavonoidi con il metodo del cloruro d'alluminio e sono stati riportati graficamente come segue.

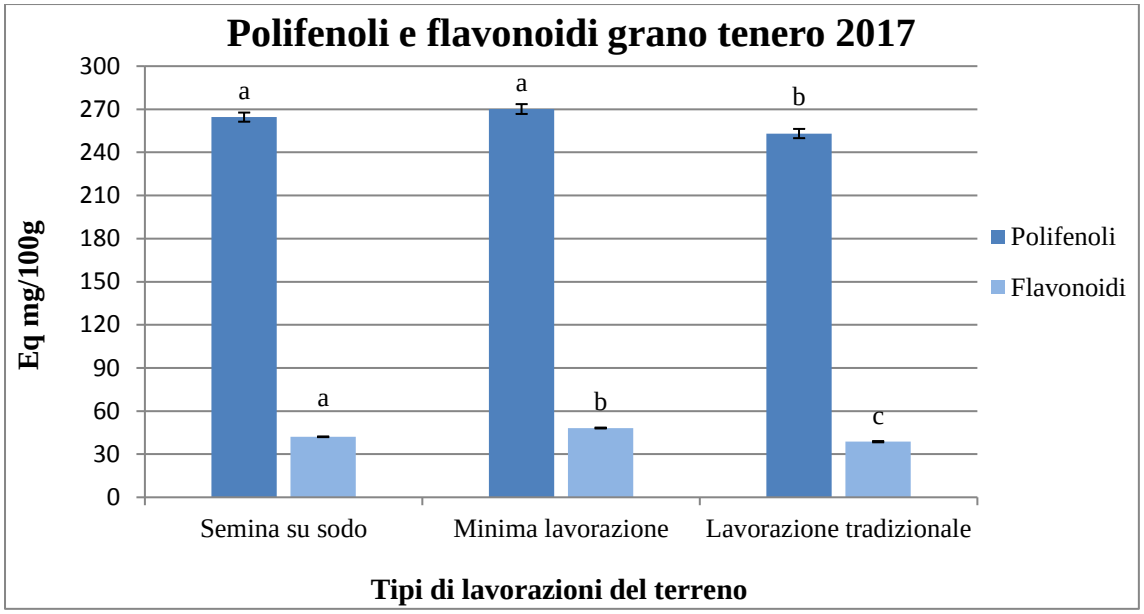


Figura 3.15.13: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi di campioni di grano tenero analizzati nell'anno 2017.*

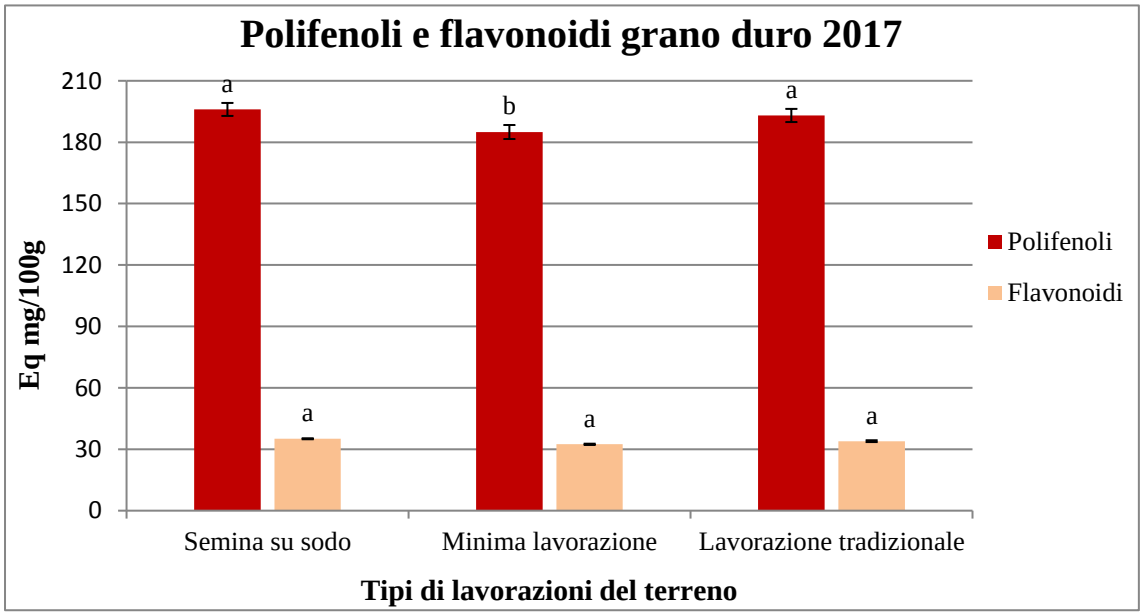


Figura 3.15.14: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi di campioni di grano duro analizzati nell'anno 2017.*

Per quanto riguarda le analisi su polifenoli e flavonoidi svolte nell'anno 2017 per il grano tenero la quantità di polifenoli risulta essere simile per la semina su sodo e la minima lavorazione, con una differenza significativa per la lavorazione tradizionale che risulta avere un valore più basso. Risulta migliore la minima lavorazione con un valore di 270,17 mg/100 g. Le analisi sui flavonoidi hanno rivelato invece risultati più dissimili tra di loro con una maggiore concentrazione nella minima lavorazione (48,21 mg/100 g) seguita dalla semina su sodo (42,12 mg/100 g) e dalla lavorazione tradizionale (38,71 mg/100 g). Osservando invece le analisi svolte sul grano duro il contenuto di polifenoli è più alto per la semina su sodo e la lavorazione tradizionale (196,01 mg/100 g; 193,06

mg/100 g) senza significative differenze tra i due; più basso con significatività per la minima lavorazione (184,98 mg/100 g). Il contenuto di flavonoidi invece presenta una certa uniformità con valori che si aggirano intorno ai 35 mg/100 g (**Fig. 3.15.13-3.15.14**).

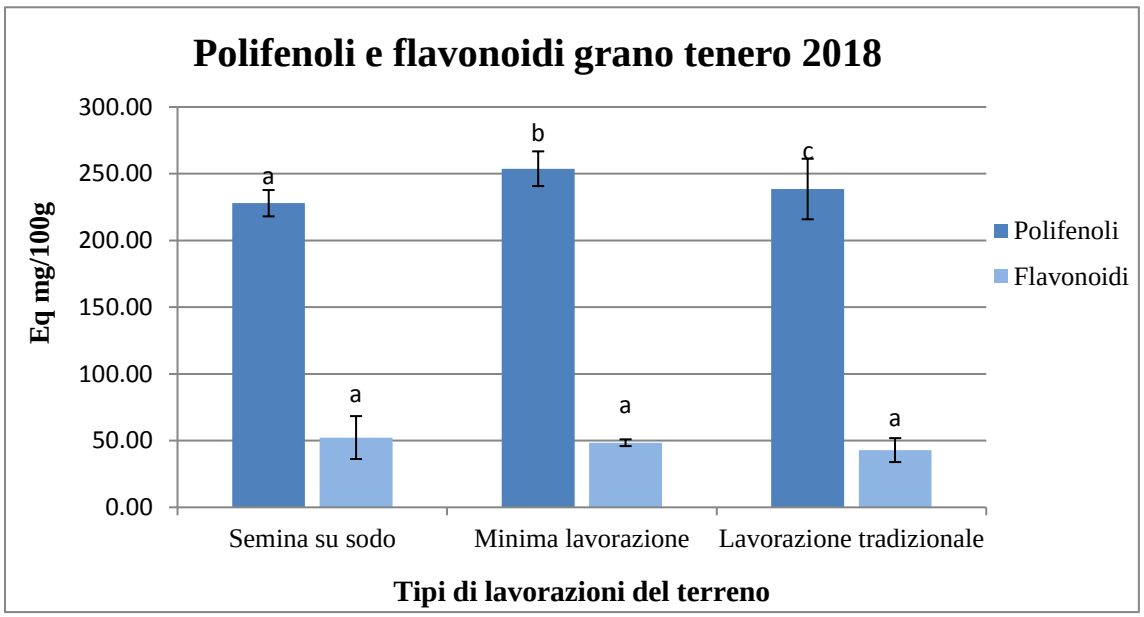


Figura 3.15.15: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi di campioni di grano tenero analizzati nell'anno 2018.*

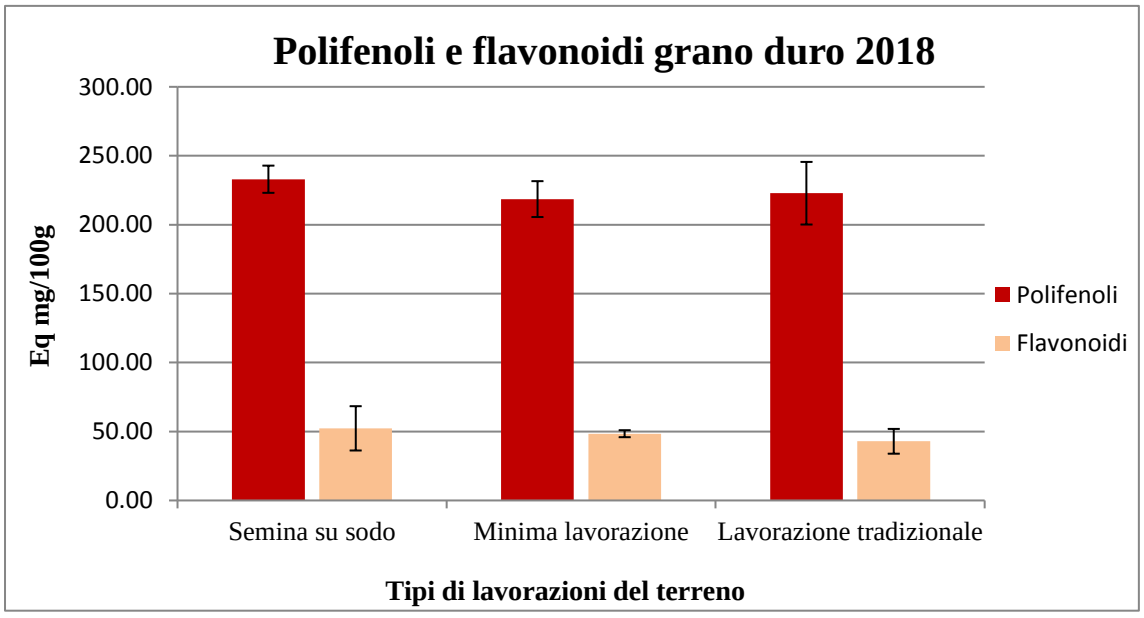


Figura 3.15.16: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi di campioni di grano duro analizzati nell'anno 2018.*

Osservando i risultati ottenuti dalle analisi su polifenoli e flavonoidi nell'anno 2018 vediamo che per quanto concerne il grano tenero il livello di polifenoli è più alto nella minima lavorazione con un valore di 253,74 mg/100 g. Sebbene i valori siano leggermente diversi tra di loro non si riscontra significatività. La stessa cosa si verifica per il livello dei flavonoidi: non ci sono differenze significative ma tra i valori quello più alto è per la semina su sodo (52,30 mg/100 g). Per quanto concerne invece il grano duro per i polifenoli la semina su sodo presenta livelli più alti (232,98

mg/100 g), la lavorazione tradizionale intermedi (222,85 mg/100 g) e la minima lavorazione più bassi (218,59 mg/100 g), senza che ci siano differenze significative. Infine, per i flavonoidi è sempre la semina su sodo a presentare livelli più alti (57,66 mg/100 g), mentre la minima lavorazione e la lavorazione tradizionale presentano livelli pressoché identici (**Fig. 3.15.15-16**).

Comparando i risultati ottenuti dalle analisi dei polifenoli su grano duro e grano tenero svolti nei due anni di studio 2017 e 2018 vediamo come per tutti e tre i tipi di lavorazione del terreno il trend del grano tenero sia quello di diminuire nell'anno 2018 rispetto all'anno precedente, mentre in controtendenza quella del grano duro sia di aumentare nel secondo anno se comparato con il primo.

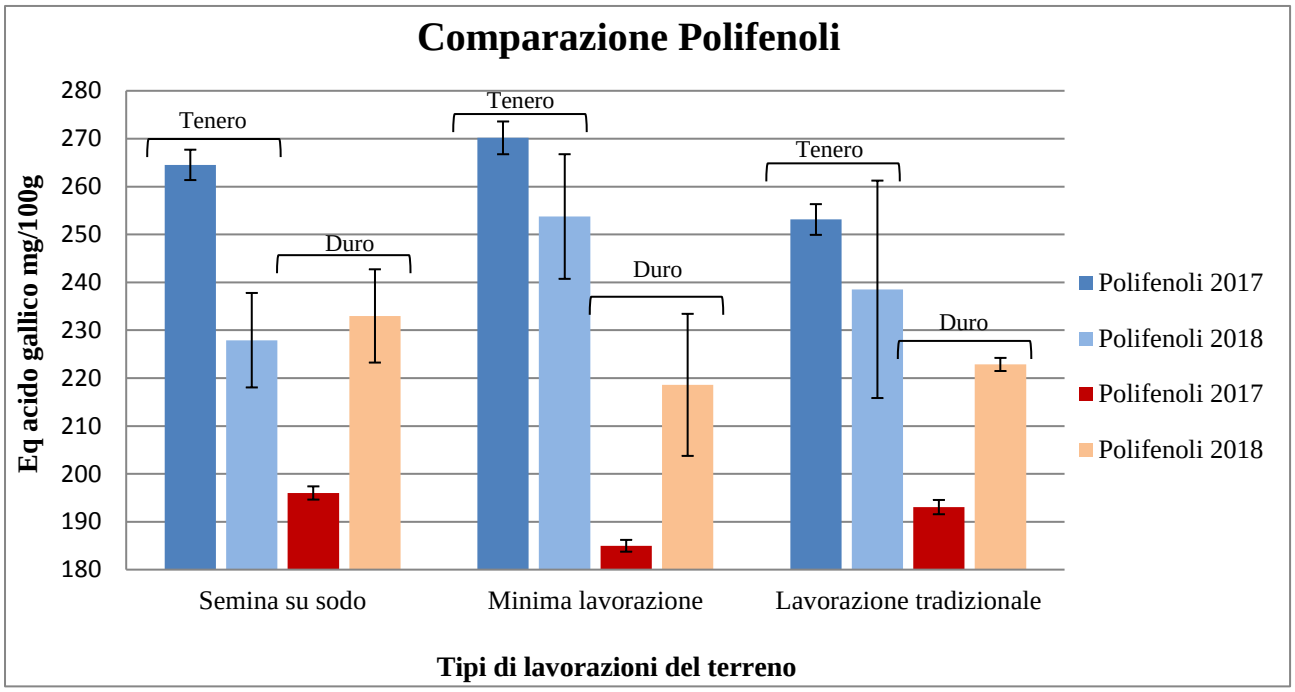


Figura 3.15.17: *Confronto contenuto di polifenoli dei campioni raccolti nell'anno 2017 e 2018.*

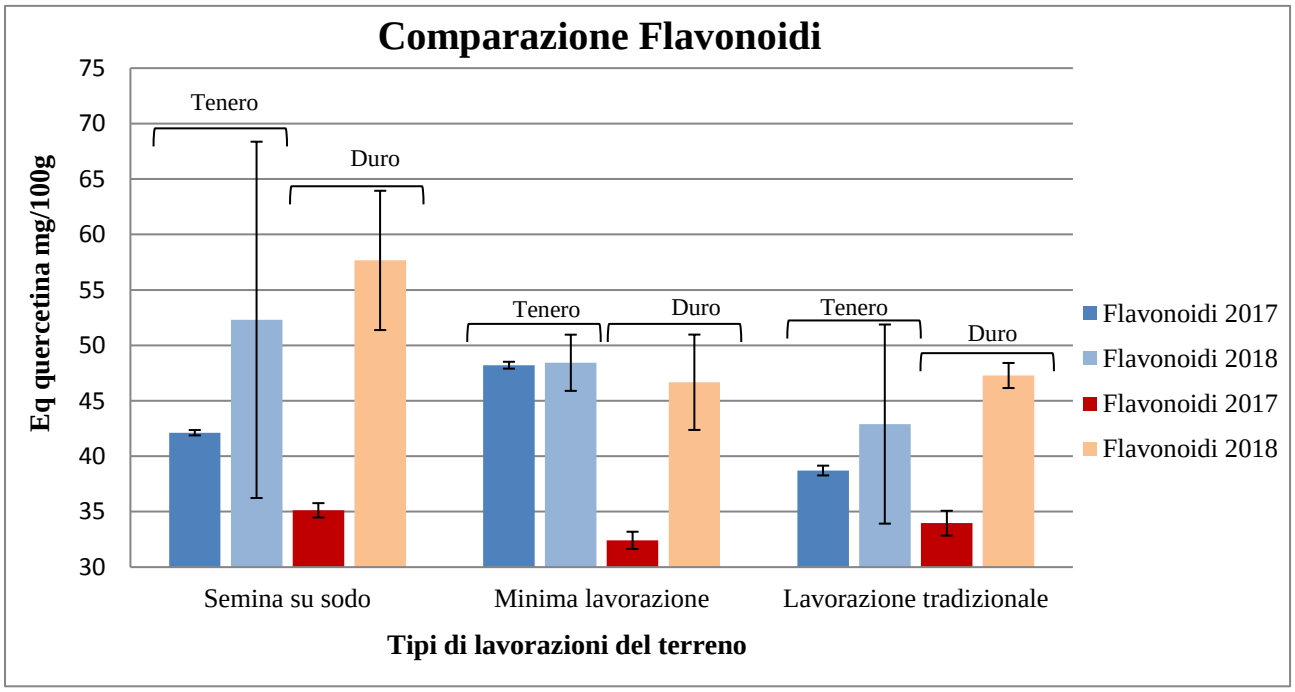


Figura 3.15.18: *Confronto contenuto di flavonoidi dei campioni raccolti nell'anno 2017 e 2018.*

Nel complesso per quanto riguarda i polifenoli del grano tenero si sono ottenuti migliori risultati per la minima lavorazione in relazione ai due diversi anni, per quanto riguarda il grano duro i risultati migliori sono riportati dalla lavorazione "semina su sodo". Comparando in ultimo la quantità di flavonoidi nei due anni di raccolta 2017 e 2018 osserviamo che per il grano tenero i livelli di tali molecole sono più alti nel 2018 rispetto al 2017 per la semina su sodo e per la lavorazione tradizionale, mentre per la minima lavorazione i valori si sono mantenuti costanti. Per il grano duro per tutti e tre i tipi di lavorazione del terreno nell'anno 2018 i livelli di flavonoidi sono decisamente più alti rispetto all'anno precedente. Possiamo affermare in conclusione che si riscontrano livelli migliori di flavonoidi nella semina su sodo sia per quanto riguarda il grano tenero sia il grano duro (**Fig. 3.15.17-3.15.18**).

Di seguito i risultati ottenuti delle analisi delle diverse varietà di grano coltivati nelle due annualità agrarie.

Tabella 3.15.2: *la tabella riporta le varietà utilizzate ed i rispettivi dati merceologici.*

Merceologiche grano duro 2017				
Sardone Andrea	**Grano duro**			
Parcella	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Monastir	8,3	15	10	81,9
Antalis	8,9	14,2	8,9	79,7
Don Matteo	8,9	14,7	9,1	80,6
Claudio	8,5	15,5	10,5	79,5
Marco Aurelio	9,1	14,8	9,5	79,3

- **Peso specifico**: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità**: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2017 i valori ottenuti dalle diverse varietà di grano duro rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine**: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2017 delle diverse varietà di grano duro. Tra tutte le diverse varietà di grano duro, la varietà Claudio è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di proteine. La determinazione quantitativa e la valutazione della qualità del glutine rappresentano parametri importanti nella caratterizzazione del frumento. Nell'anno 2017 tra tutte le varietà di grano duro la varietà Claudio è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di glutine, questi dati sono perfettamente in linea con quelli relativi alla concentrazione percentuale di proteine.

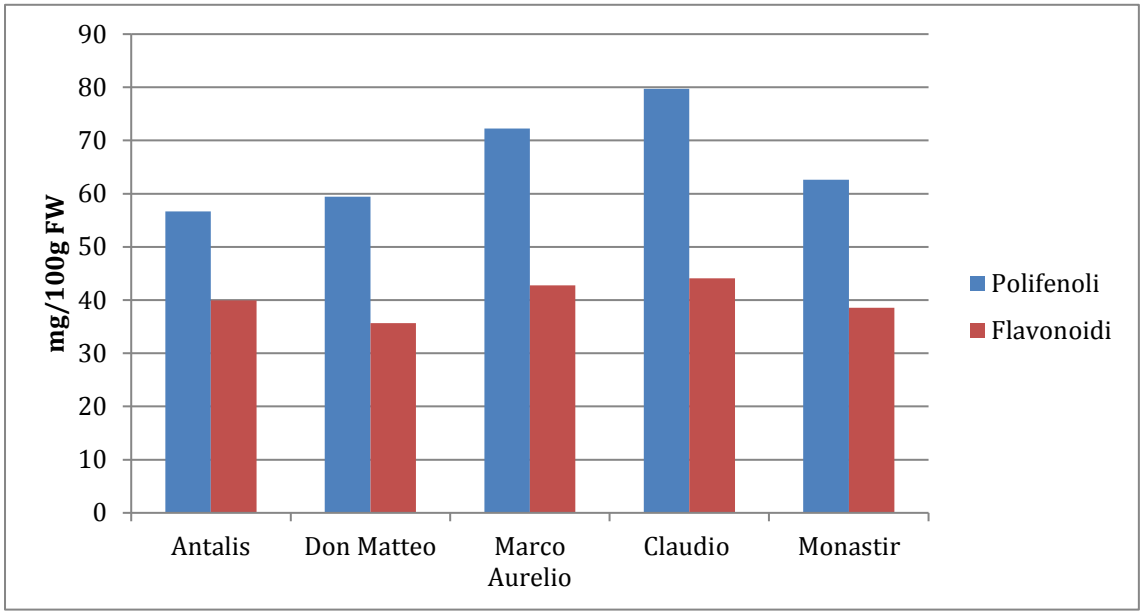


Figura 3.15.17: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi nei campioni di diverse varietà di grano duro.*

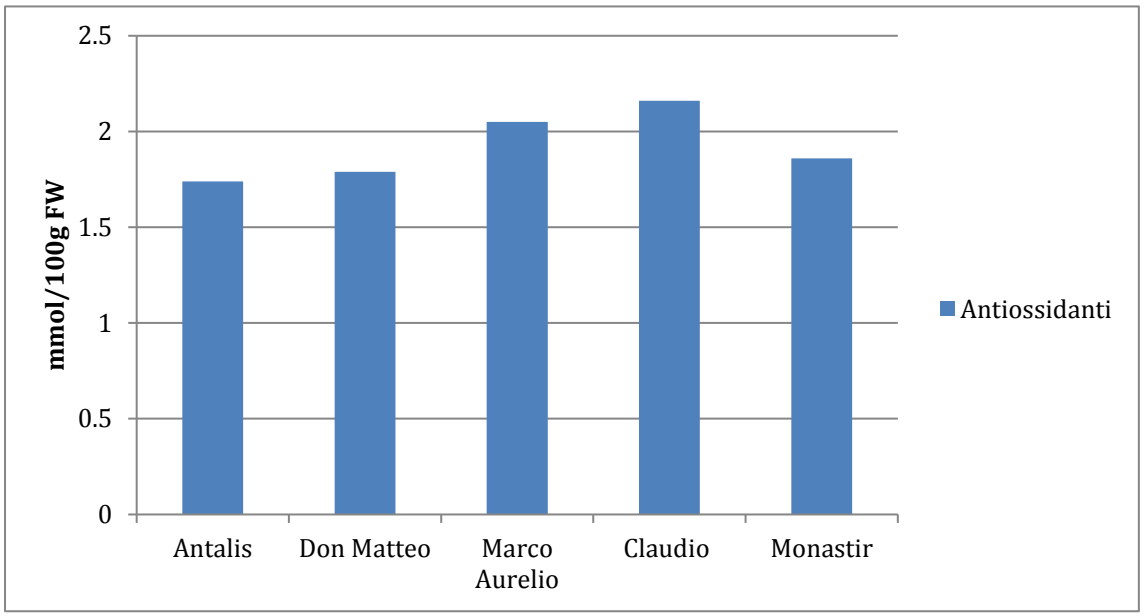


Figura 3.15.18: *Contenuto di antiossidanti nei campioni di diverse varietà di grano duro.*

- Polifenoli: i valori ottenuti dal test colorimetrico Folin-chocalteau mostrano un diverso contenuto di molecole fenoliche nelle varietà analizzate, dimostrazione che la produzione di questi composti dipende dal tipo di varietà coltivata. Il contenuto maggiore è stato riportato dalle varietà Marco Aurelio e Claudio mentre la varietà con i contenuti minori risulta essere Antalis.

- Flavonoidi: per quanto riguarda i quantitativi di flavonoidi questi risultano essere meno influenzati dal tipo di varietà, infatti come è possibile vedere dal grafico l'oscillazione dei

valori non è così elevata come per i polifenoli. I maggiori contenuti si riscontrano nelle varietà Marco Aurelio e Claudio mentre la minore risulta essere in questo caso Don Matteo.

- Antiossidanti: la metodica FRAP ha evidenziato i contenuti totali di molecole antiossidanti che non mostrano grandi variazioni nelle varietà Antalis, Don Matteo e Monastir, ma risultano essere in maggiore concentrazione nelle varietà Marco Aurelio e Claudio.

Merceologiche grano duro 2017				
Vallini Claudio	**Grano duro**			
Parcella	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Don Matteo	10,2	14,9	10,4	80,7
Furio Camillo	9,9	16,2	11,3	81,3
Ariosto	9,9	17,3	12,2	77,5

Tabella 3.15.3: *la tabella riporta le varietà utilizzate ed i rispettivi dati merceologici.*

- **Peso specifico**: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità**: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2017 i valori ottenuti dalle diverse varietà di grano duro rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine**: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2017 delle diverse varietà di grano duro. Tra tutte le diverse varietà di grano duro, la varietà Ariosto è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di proteine. La determinazione quantitativa e la valutazione della qualità del glutine rappresentano parametri importanti nella caratterizzazione del frumento. Nell'anno 2017 tra tutte le varietà di grano duro la varietà Ariosto è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di glutine, questi dati sono perfettamente in linea con quelli relativi alla concentrazione percentuale di proteine.

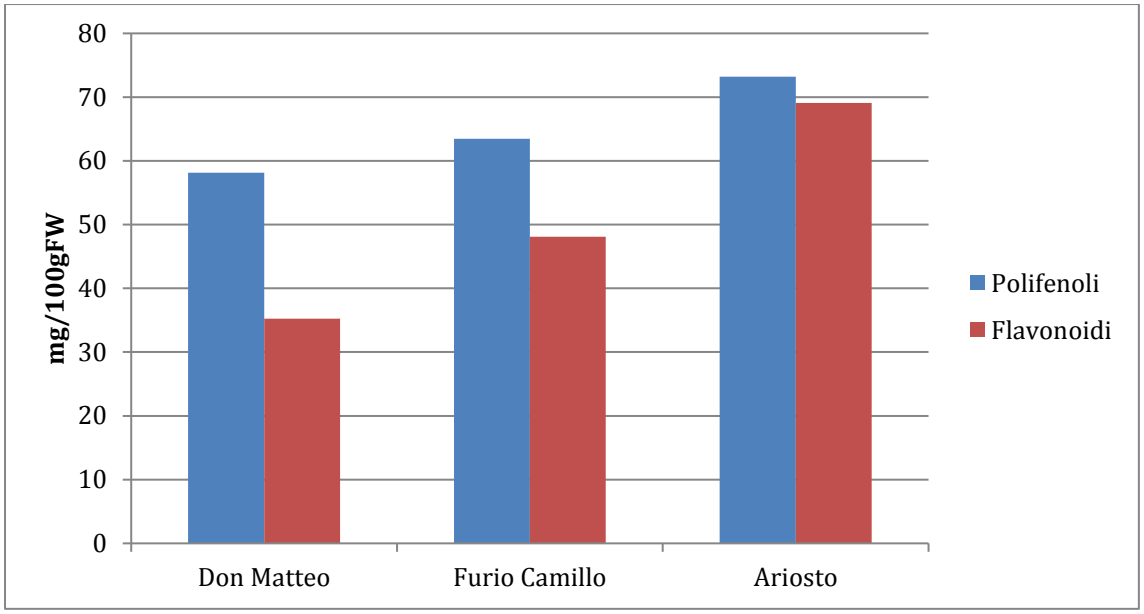


Figura 3.15.19: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in tre diverse varietà di grano duro.*

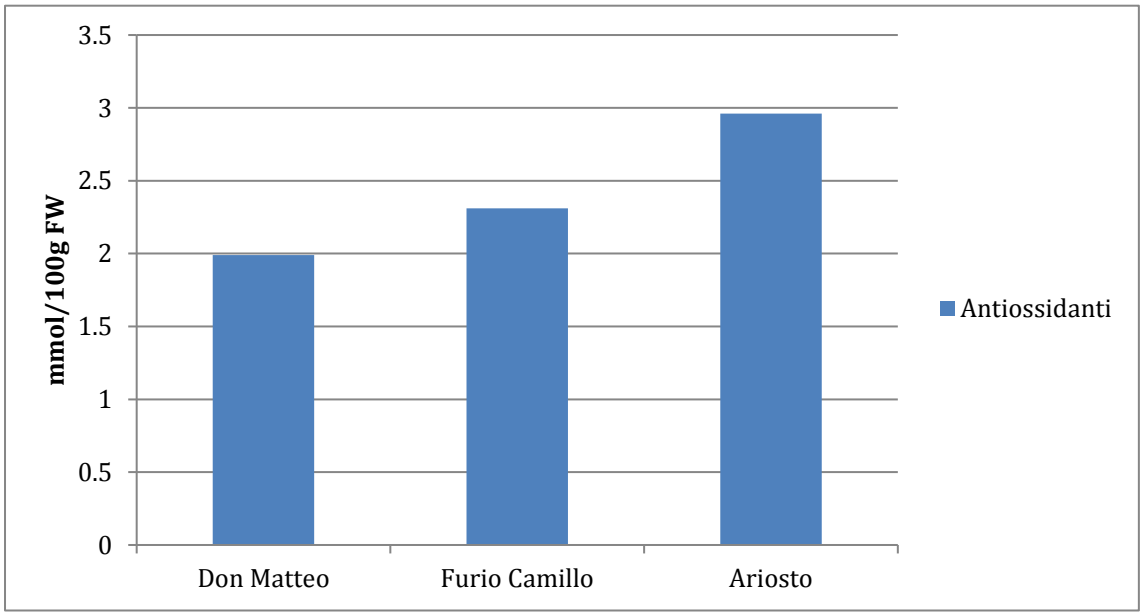


Figura 3.15.20: *Contenuto di antiossidanti in tre diverse varietà di grano duro.*

- Polifenoli: il test Folin-chocalteau mostra un diverso contenuto di molecole fenoliche nelle varietà Don Matteo Furio Camillo e Ariosto, con la varietà Ariosto in concentrazioni maggiori e la varietà Don Matteo minori.

- Flavonoidi: per quanto riguarda i quantitativi di flavonoidi questi rispecchiano l'andamento delle molecole fenoliche sopracitate con una maggiore concentrazione nella varietà Ariosto e la varietà Don Matteo in concentrazioni minori.

- Antiossidanti: Anche per quanto riguarda il contenuto di molecole antiossidanti totali la varietà Don Matteo si trova all'ultimo posto nello studio di queste tre varietà, mentre la varietà Ariosto è la migliore in contenuti e Furio Camillo ha valori intermedi.

Tabella 3.15.5: *la tabella riporta le varietà utilizzate ed i rispettivi dati merceologici.*

Merceologiche grano duro 2018	**Grano duro**			
Guerri Mauro	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Monastir	11,6	13,8	29,8	78,1
Antalis	11,7	14	30,6	79,9
Ariosto	11,6	14,9	31,5	79,4
Caboto	11,8	13,5	30,8	80,8
Don Matteo	11,7	15,10	32,9	77,6
Marco aurelio	11,6	14,6	30,2	77,4
Furio Camillo	11,8	14,1	30,2	79,4

- **Peso specifico**: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità**: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2018 i valori ottenuti dalle diverse varietà di grano duro rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- Proteine e glutine: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2018 delle diverse varietà di grano duro. Tra tutte le diverse varietà di grano duro, la varietà Don Matteo è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di proteine. La determinazione quantitativa e la valutazione della qualità del glutine rappresentano parametri importanti nella caratterizzazione del frumento. Nell'anno 2018 tra tutte le varietà di grano duro la varietà Don Matteo è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di glutine, questi dati sono perfettamente in linea con quelli relativi alla concentrazione percentuale di proteine.

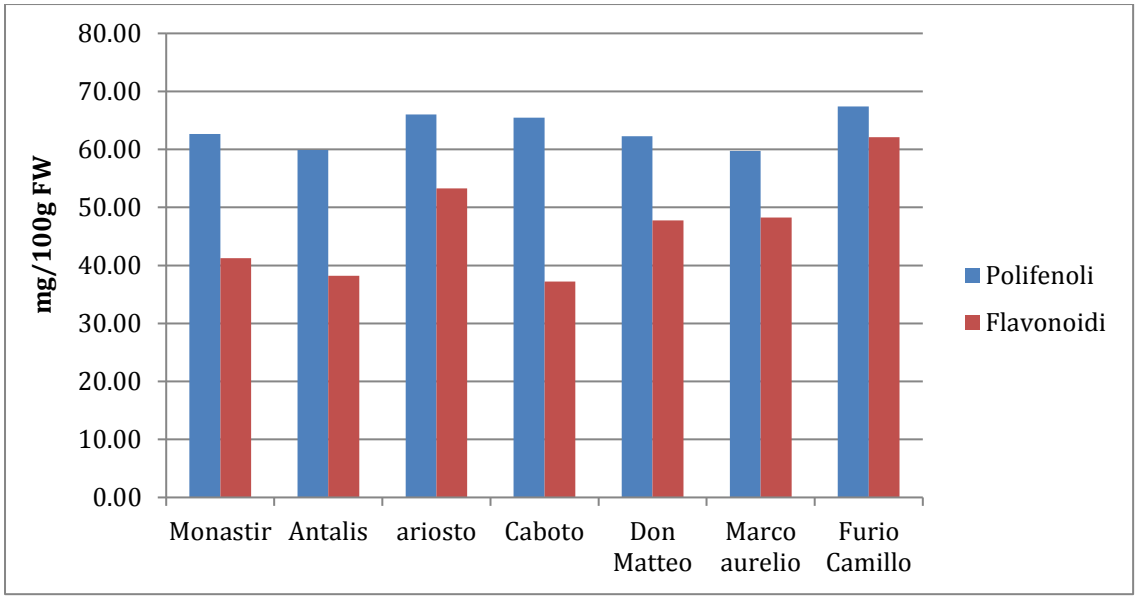


Figura 3.15.21: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in varietà di grano duro.*

- Polifenoli: nelle sette varietà sopra rappresentate il contenuto di polifenoli non oscilla molto ma una differenza significativa si nota nelle varietà Furio Camillo, Caboto ed Ariosto che presentano le concentrazioni maggiori.

- Flavonoidi: per quanto riguarda i quantitativi di flavonoidi le differenze sono molto più marcate rispetto ai polifenoli con le varietà Ariosto e Furio Cammillo che presentano i maggiori contenuti.

- Antiossidanti: il contenuto di antiossidanti è altalenante ed in questo caso la varietà che ne presenta in maggiori concentrazioni è Antalis seguita da Furio Camillo.

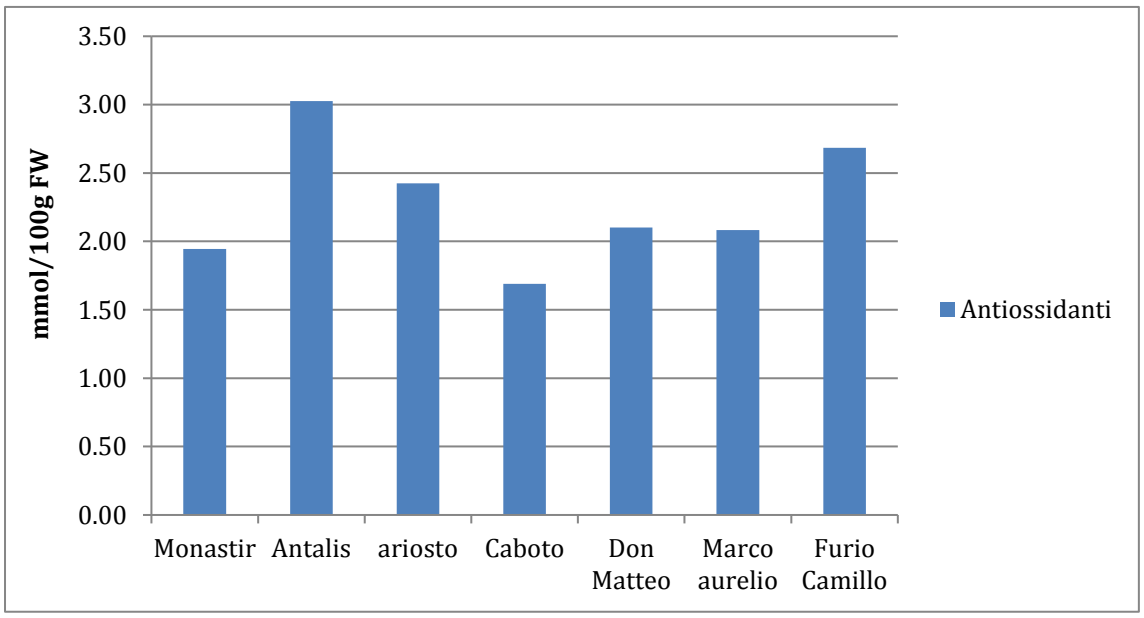


Figura 3.15.22: *Contenuto di antiossidanti in diverse varietà di grano duro.*

Di seguito i risultati ottenuti delle analisi dei grani sottoposti a diverse tipologie di concimazione coltivati nelle due annualità agrarie.

Merceologiche grano duro 2017				
Arrigucci Simone				
Parcella	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Cessione veloce	11,1	14,6	10,1	79,4
Cessione normale con fogliare	11,2	15,4	11,5	77,9
Concimazione lenta cessione (Normale) senza fogliare	11,7	13,1	8,5	80,4
Concimazione lenta cessione con fogliare	11,4	14,6	10	79,7

Tabella 3.15.6: *la tabella riporta le diverse concimazioni utilizzate ed i rispettivi dati merceologici.*

- **Peso specifico**: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità:** Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson *et al.*, 2001). Nell'anno 2017 i valori ottenuti dai vari campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di concimazione rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine**: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2017 di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di concimazione. Tra tutte le diverse tipologie di concimazioni, la cessione normale con fogliare è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di proteine. La determinazione quantitativa e la valutazione della qualità del glutine rappresentano parametri importanti nella caratterizzazione del frumento. Nell'anno 2017 tra tutte le diverse tipologie di concimazioni, la cessione normale con fogliare è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di glutine, questi dati sono perfettamente in linea con quelli relativi alla concentrazione percentuale di proteine.

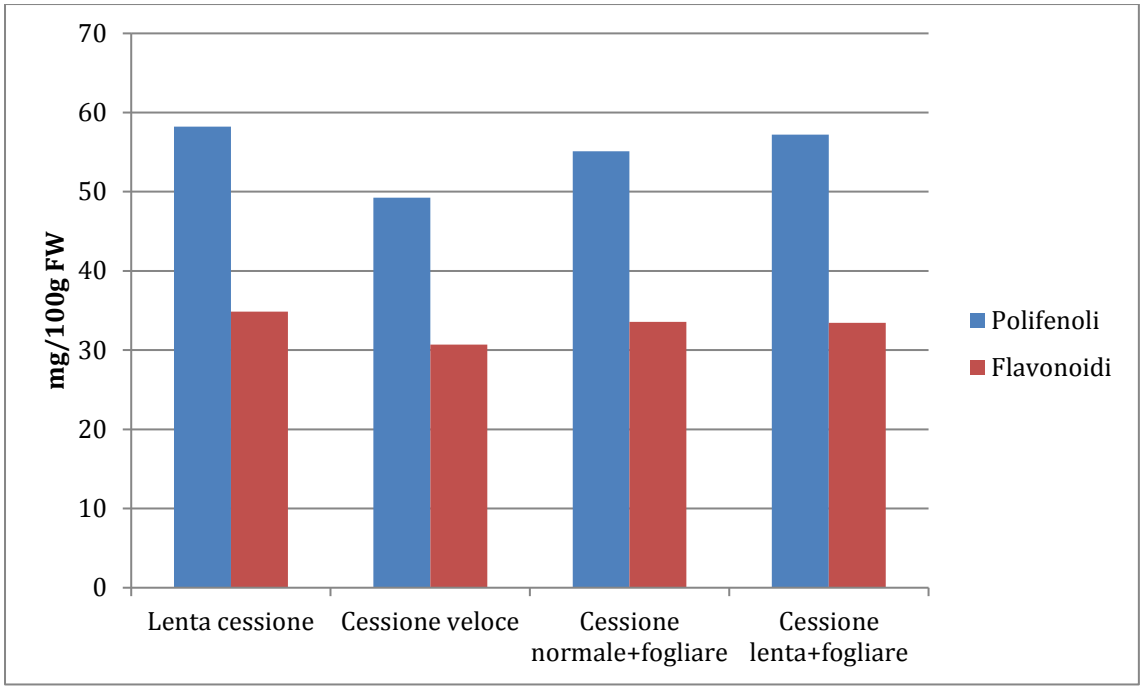


Figura 3.15.23: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

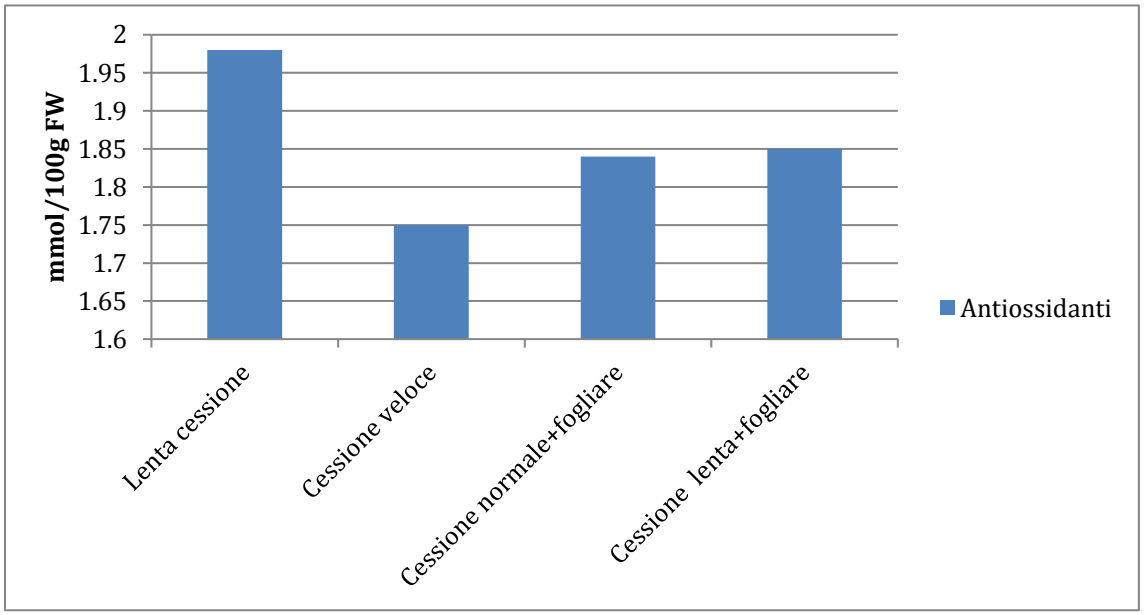


Figura 3.15.24: *Contenuto di antiossidanti in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

- Polifenoli: i contenuti di polifenoli non variano molto nei diversi tipi di concimazioni, ad eccezione della cessione veloce che risulta avere i contenuti più bassi.

- Flavonoidi: per quanto riguarda il contenuto di flavonoidi il tipo di concimazione non sembra influire sulla produzione di questi ultimi, infatti i risultati ottenuti non mostrano differenze significative

- Antiossidanti: il contenuto di antiossidanti invece è molto elevato nella Lenta cessione e ridotto nella cessione veloce, mentre valori medi si attestano alle cessioni normale e lenta con fogliare che non presentano differenze significative.

Merceologiche grano tenero 2017				
Guerri Mauro				
Parcella	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Nitrato nitrato maggior quantità	9,1	14,6	28,8	83,6
Lenta cessione	9,1	13,5	26,5	83,4
Nitrato nitrato minor quantità	8,9	13,9	26,5	83,7

Tabella 3.15.7: *la tabella riporta le diverse concimazioni utilizzate ed i rispettivi dati merceologici.*

- **Peso specifico**: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità**: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2017 i valori ottenuti dai vari campioni di grano tenero sottoposti alle diverse tipologie di concimazione rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine**: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2017 di grano tenero sottoposti alle diverse tipologie di concimazione. Tra tutte le diverse tipologie di concimazioni, quella con nitrato maggior quantità è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di proteine. La determinazione quantitativa e la valutazione della qualità del glutine rappresentano parametri importanti nella caratterizzazione del frumento. Nell'anno 2017 tra tutte le diverse tipologie di concimazioni, quella con nitrato maggior quantità è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di glutine, questi dati sono perfettamente in linea con quelli relativi alla concentrazione percentuale di proteine.

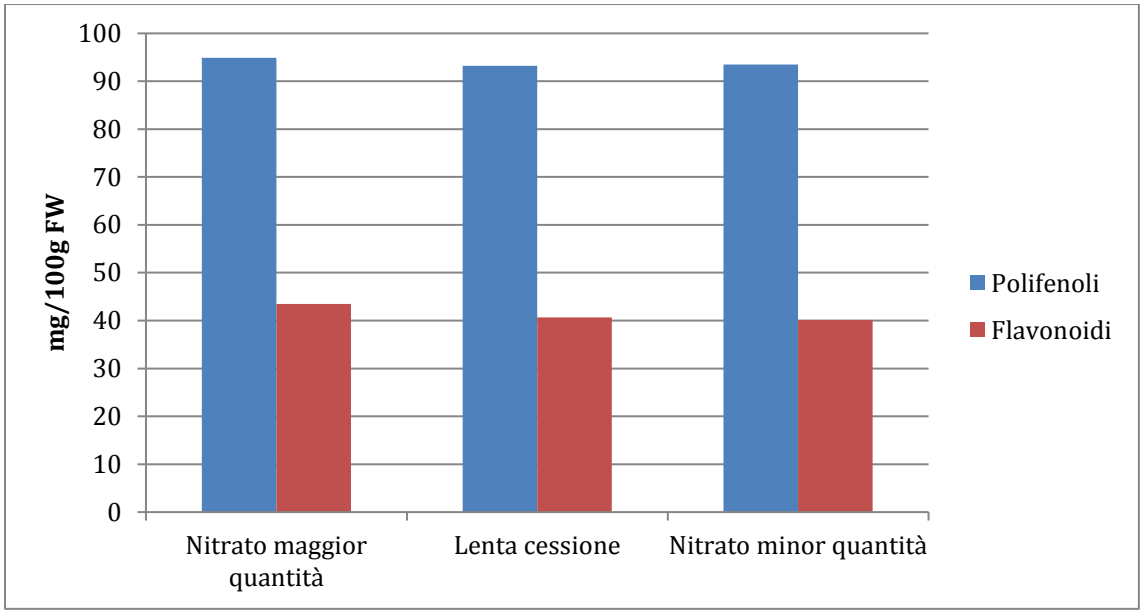


Figura 3.15.25: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

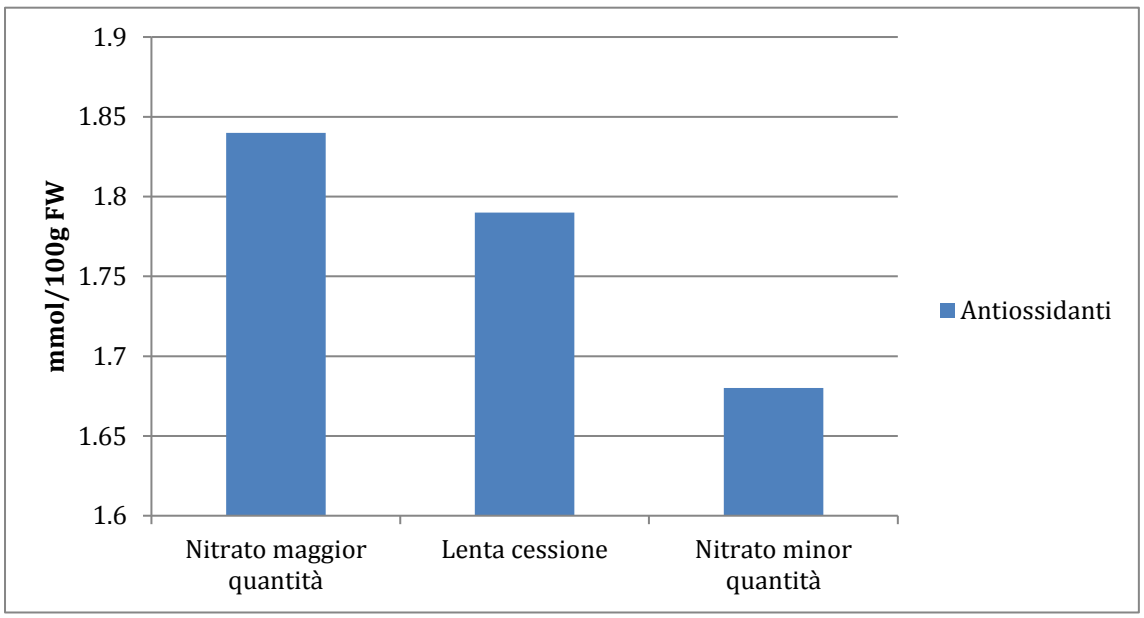


Figura 3.15.26: *Contenuto di antiossidanti in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

- Polifenoli: per quanto riguarda le concimazioni con nitrato di maggiore o minore qualità rispetto alla lenta cessione non si attestano differenze significative.

- Flavonoidi: lo stesso risultato sopracitato si ripete nel calcolo del contenuto di molecole flavoniche dove non si riscontrano differenze nei diversi trattamenti.

- Antiossidanti: differenze significative si notano invece nel contenuto di antiossidanti maggiore nella concimazione con nitrato di migliore qualità e minore nella concimazione a nitrato di minore qualità.

Merceologiche grano duro 2018				
Arrigucci Simone	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Concimazione tradizionale	12,2	12,4	25,3	73,4
Lenta cesisone + fogliare	12,2	12,4	25,2	72,9
Lenta cessione	12,2	12,4	25,3	73,4

Tabella 3.15.8: *la tabella riporta le diverse concimazioni utilizzate ed i rispettivi dati merceologici.*

- **Peso specifico**: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità**: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2018 i valori ottenuti dai vari campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di concimazione rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine**: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2018 di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di concimazione. Nell'anno 2018, non si osservano differenze nel quantitativo di proteine e glutine, tra tutti i campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di concimazione.

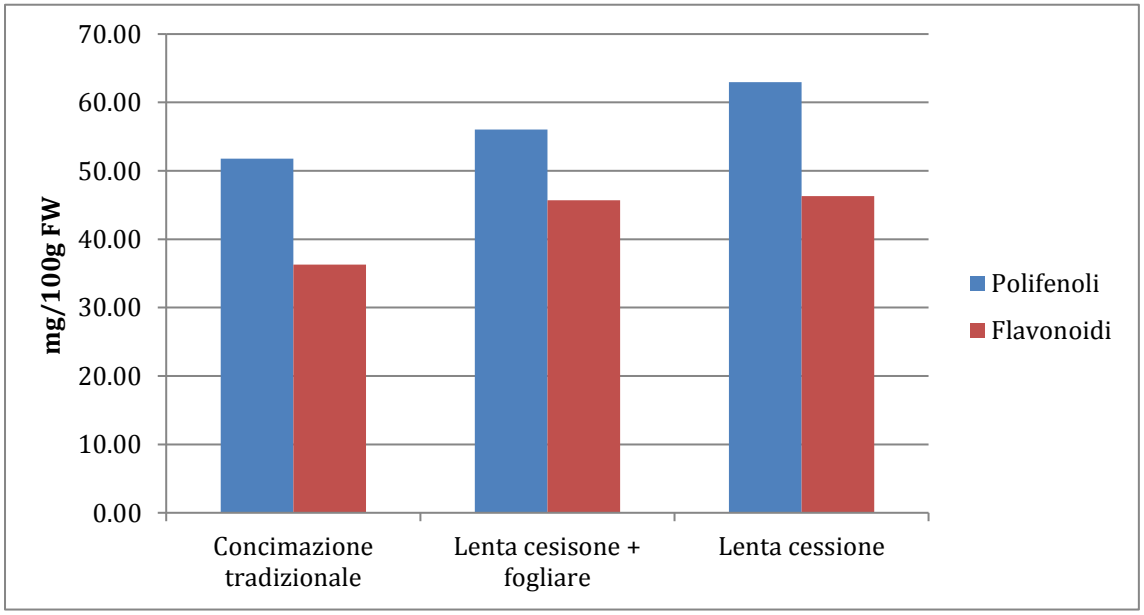


Figura 3.15.27: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

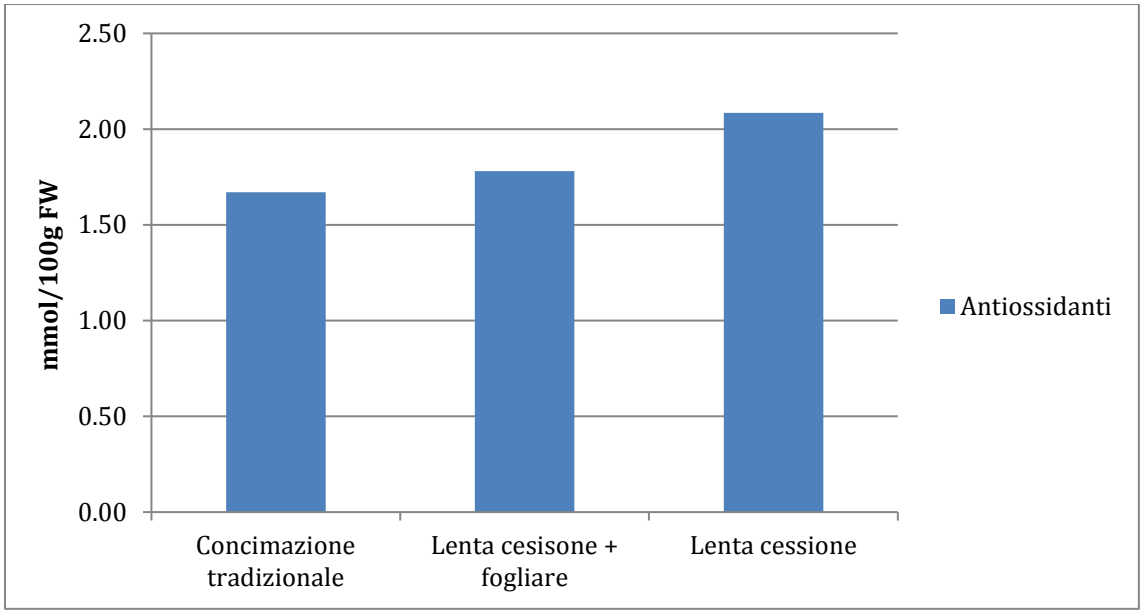


Figura 3.15.28: *Contenuto di antiossidanti in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

- Polifenoli: il contenuto di molecole fenoliche risulta maggiore nella lenta cessione valori medi si attestano alla lenta cessione con fogliare e la concimazione tradizionale risulta essere la peggiore nel contenuto di questo tipo di molecole.

- Flavonoidi: lo stesso risultato sopracitato si ripete nel calcolo del contenuto di molecole flavoniche dove la concimazione tradizionale si trova ancora una volta all'ultimo posto mentre non ci sono differenze significative tra le altre due.

- Antiossidanti: per gli antiossidanti invece sembra essere la lenta cessione la concimazione migliore per la produzione di questo tipo di composti, la concimazione tradizionale si trova ancora una volta in concentrazione minore.

Tabella 3.15.9: *la tabella riporta le diverse concimazioni utilizzate ed i rispettivi dati merceologici.*

Merceologiche grano duro 2018				
Petriglia	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Timak	12,2	14,7	33,2	82,4
Nitrato	12,3	15,6	35,1	82,3

Peso specifico: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidit**à: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2018 i valori ottenuti dai vari campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di concimazione rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine**: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2018 di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di concimazione. Tra le diverse tipologie di concimazioni, quella con Nitrato è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di proteine. La determinazione quantitativa e la valutazione della qualità del glutine rappresentano parametri importanti nella caratterizzazione del frumento. Nell'anno 2018 tra le diverse tipologie di concimazioni, quella con Nitrato è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di glutine, questi dati sono perfettamente in linea con quelli relativi alla concentrazione percentuale di proteine.

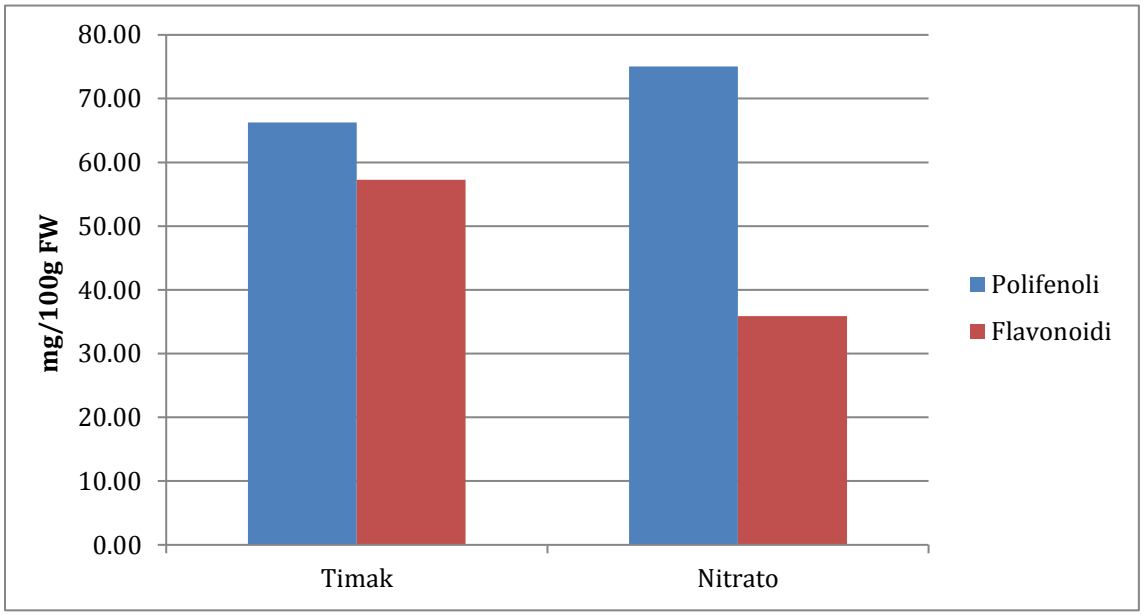


Figura 3.15.29: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

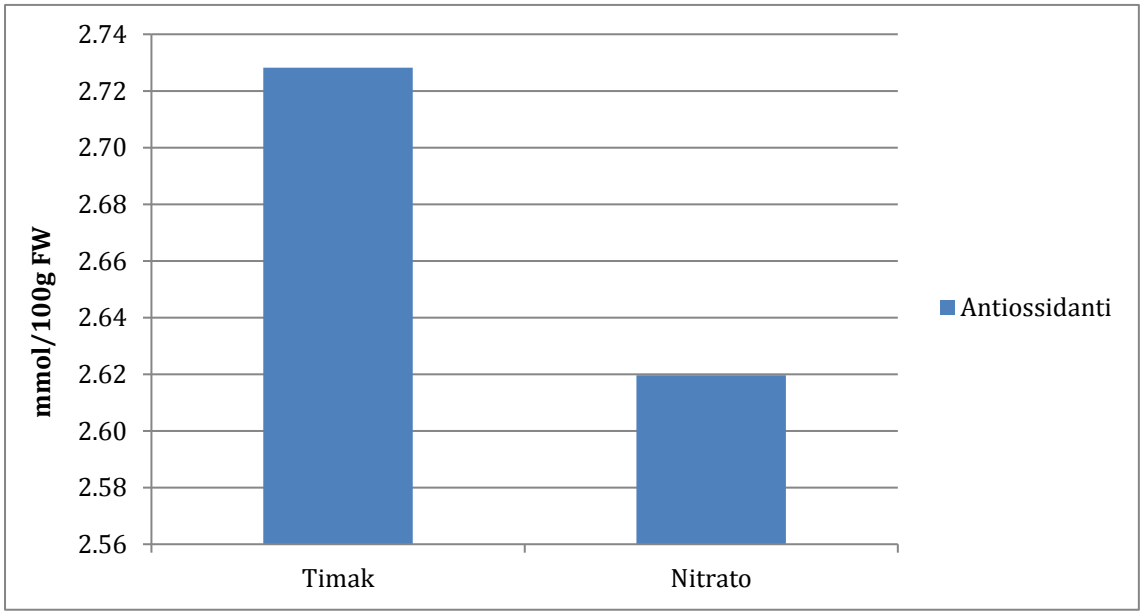


Figura 3.15.30: *Contenuto di antiossidanti in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

- Polifenoli: il contenuto di molecole fenoliche risulta maggiore nella concimazione Nitrato.

- Flavonoidi: a differenza dei polifenoli il grano sottoposto a concimazione Timak risulta avere un contenuto di flavonoidi più alto.

- Antiossidanti: come nel caso dei flavonoidi la concimazione Timak riporta valori di antiossidanti più alti rispetto a Nitrato.

Tabella 3.15.10: *la tabella riporta le diverse concimazioni utilizzate ed i rispettivi dati merceologici.*

Merceologiche grano tenero 2018				
Guerri Mauro				
Nitrosan- rizovit-urea nitrato1.5q	11,8	13,9	31,4	80,5
Nitrosan- rizovit-urea nitrato 1 q	11,8	12,8	28,6	80,8
Nitrato nitrato urea	11,9	12,8	28,6	80,7

- **Peso specifico**: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità**: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2018 i valori ottenuti dai vari campioni di grano tenero sottoposti alle diverse tipologie di concimazione rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine**: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2018 di grano tenero sottoposti alle diverse tipologie di concimazione. Tra tutte le diverse tipologie di concimazioni, quella con nitrosan-rizovit-urea nitrato 1,5q è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di proteine. La determinazione quantitativa e la valutazione della qualità del glutine rappresentano parametri importanti nella caratterizzazione del frumento. Nell'anno 2018 tra tutte le diverse tipologie di concimazioni, quella con nitrosan-rizovit-urea nitrato 1,5q è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di glutine, questi dati sono perfettamente in linea con quelli relativi alla concentrazione percentuale di proteine.

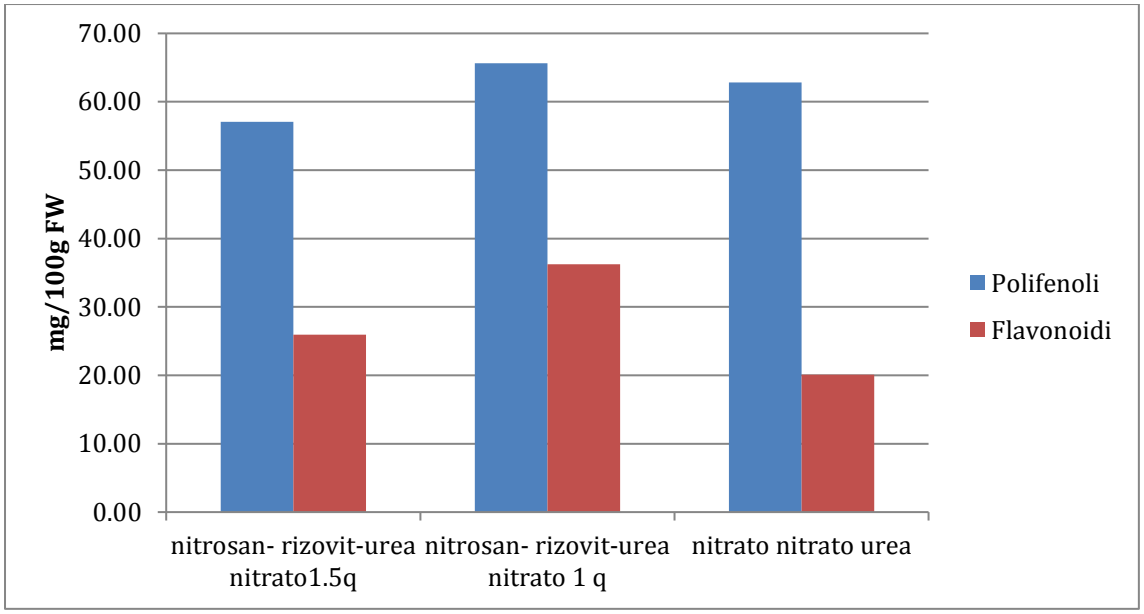


Figura 3.15.31: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

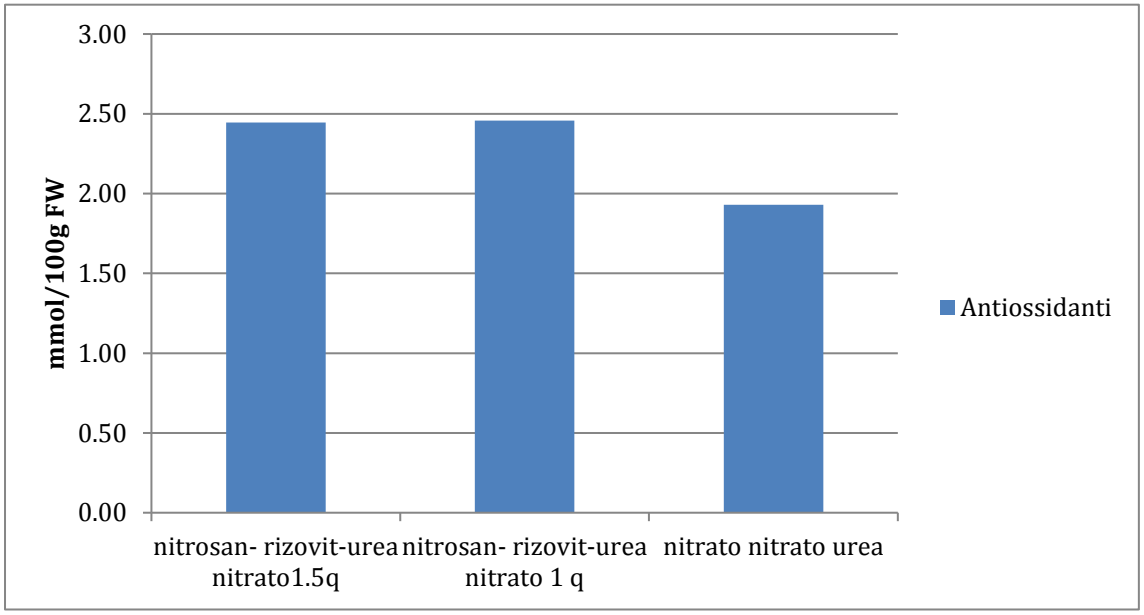


Figura 3.15.32: *Contenuto di antiossidanti in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

- Polifenoli: nistrosan-rizovit-urea nitrato 1q è la concimazione che risulta avere contenuti di molecole fenoliche più alti a seguire nitrato nitrato urea e in ultima posizione nistrosan-rizovit-urea nitrato 1.5q.

- Flavonoidi: i flavonoidi invece risultano essere maggiori in nistrosan-rizovit-urea nitrato 1q, ma questa volta nistrosan-rizovit-urea nitrato 1.5q sembra avere concentrazioni maggiori rispetto a nitrato nitrato urea.

- Antiossidanti: ancora una volta per questo tipo di concimazioni i risultati cambiano, infatti nistrosan-rizovit-urea nitrato 1.5q e nistrosan-rizovit-urea nitrato 1q hanno valori uguali e non statisticamente significativi ma superiori alla concimazione nitrato nitrato urea.

Di seguito i risultati ottenuti delle analisi dei grani sottoposti a diverse tipologie di trattamenti fungicidi coltivati nelle due annualità agrarie.

Tabella 3.15.11: *la tabella riporta i diversi trattamenti fungicidi utilizzati ed i rispettivi dati merceologici.*

Merceologiche grano duro 2017				
Guerri Mauro	**Grano duro**			
Parcella	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Testimone	9,7	15,2	10,9	82,5
Mirador	9,5	15,2	10,8	82,4
Mirador + Icarus	9,6	14,8	10,5	83,2
Amistar-xtra	9,5	15,1	11	82,3
Prosaro + Amistar xtra	9,5	15,2	10,9	82,2

- **Peso specifico**: Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità**: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2017 i valori ottenuti dai vari campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine**: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2017 di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi. Nell'anno 2017, non si osservano differenze significative nel quantitativo di proteine e glutine, tra tutti i campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi.

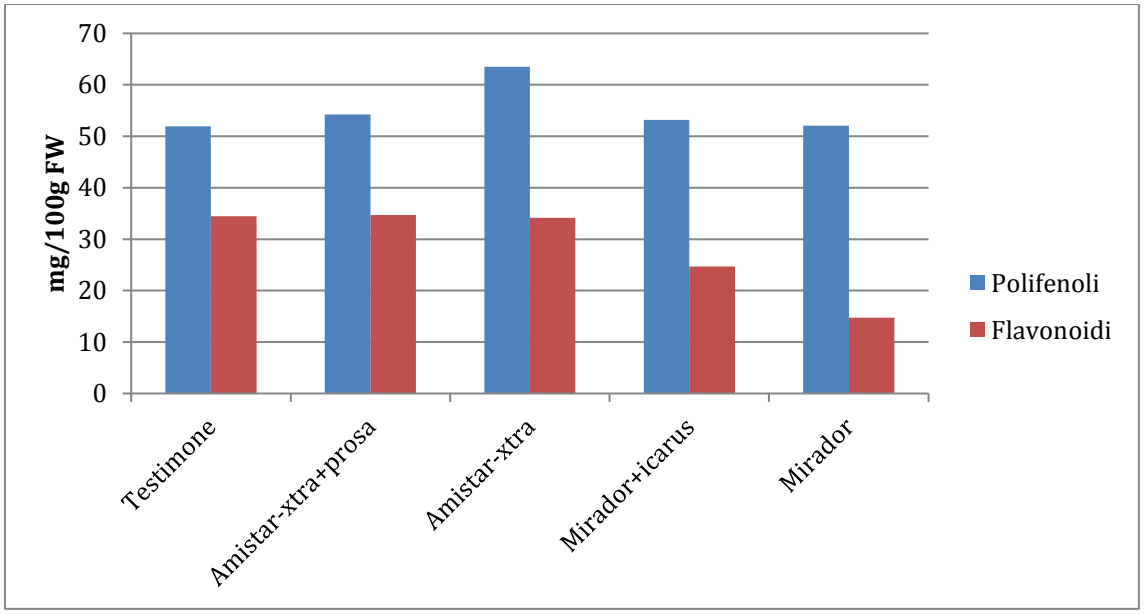


Figura 3.15.33: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

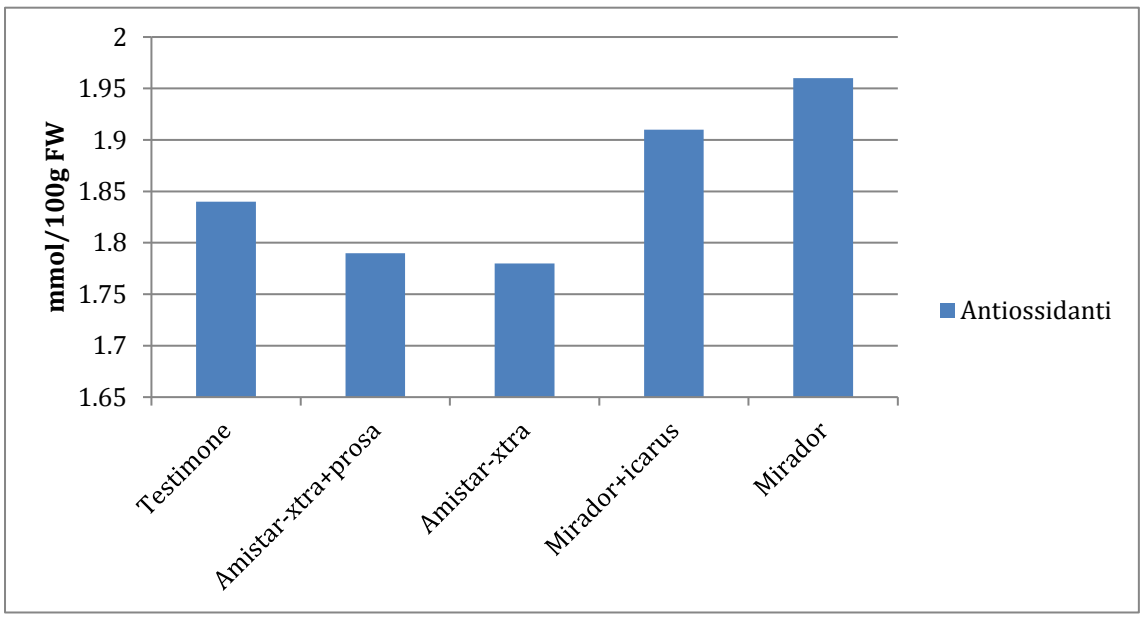


Figura 3.15.34: *Contenuto di antiossidanti in campioni di grano trattati con diverse concimazioni*

- Polifenoli: non si attestano differenze significative nel contento di molecole fenoliche con l'utilizzo di diversi fungicidi ad accezione del fungicida amistar xtra che risulta essere il migliore.

- Flavonoidi: per i flavonoidi gli unici risultati con differenze significative sono rappresentati da Mirador e Mirator Icarus che risultano essere i trattamenti con i contenuti minori.

- Antiossidanti: i risultati degli antiossidanti mostrano contenuti in controtendenza rispetto ai polifenoli e flavonoidi infatti in questo caso Mirador Icarus e Mirador sono i trattamenti fungicidi con contenuti maggiori di antiossidanti.

Merceologiche grano duro 2017				
Serusi				
Parcella	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Testimone	10,3	13,5	8,8	81,6
Amistarxtra	10,3	12,9	8,4	80,2
Mirador	10,3	13,8	9,3	81,1
Amistar+prosaro	10,3	13,2	8,5	80,4
Mirador+icarus	10,5	13,5	8,9	83,4

Tabella 3.15.12: *la tabella riporta i diversi trattamenti fungicidi utilizzati ed i rispettivi dati merceologici.*

- **Peso specifico:** Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità**: Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2017 i valori ottenuti dai vari campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine**: La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2017 di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi. Nell'anno 2017, non si osservano differenze significative nel quantitativo di proteine e glutine, tra tutti i campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi.

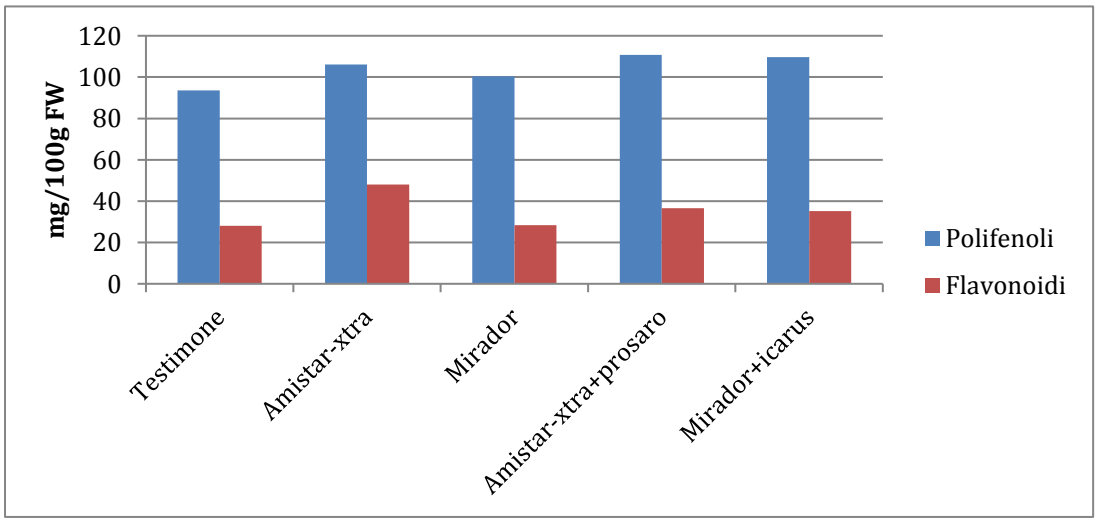


Figura 3.15.35: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in campioni di grano trattati con diverse fungicidi.*

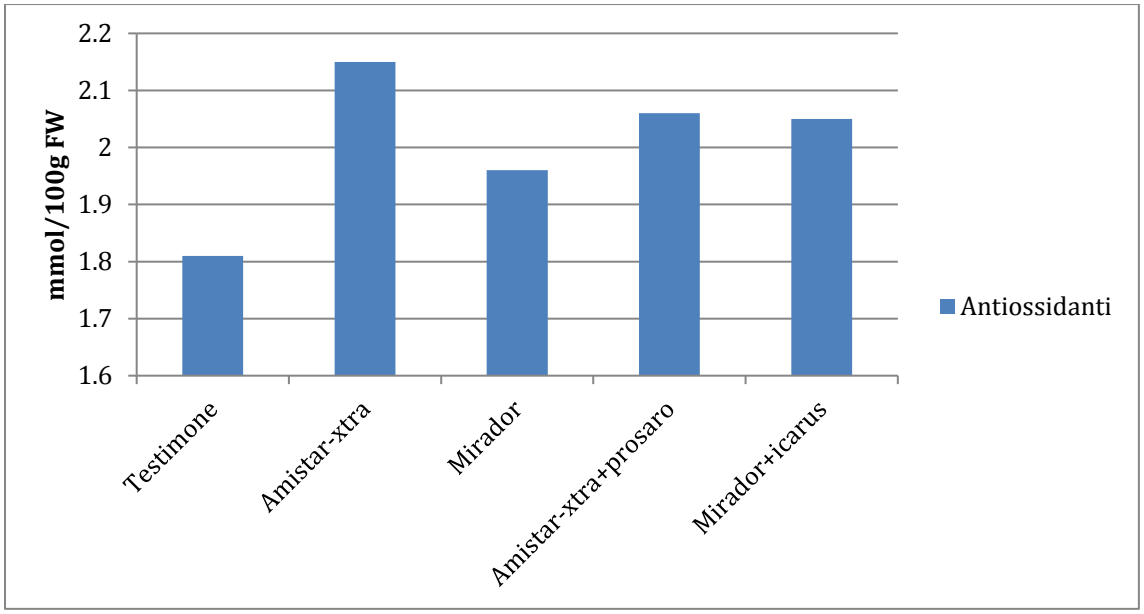


Figura 3.15.36: *Contenuto di antiossidanti in campioni di grano trattati con diverse fungicidi.*

- Polifenoli: i contenuti maggiori di polifenoli sono riportati dal fungicida Amistar xtra Prosaro mentre il Testimone risulta avere contenuti minori.

- Flavonoidi: Amistar xtra è il miglior trattamento per ottenere contenuti maggiori di flavonoidi mentre Mirador è il peggiore anche se le differenze tra i trattamenti non sono molto marcate.

- Antiossidanti: per gli antiossidanti Amistar xtra è ancora una volta il migliore trattamento mentre il Testimone risulta essere il peggiore con una differenza significativa rispetto agli altri.

Tabella 3.15.13: *la tabella riporta i diversi trattamenti fungicidi utilizzati ed i rispettivi dati merceologici*

Merceologiche grano duro 2018				
Serusi	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Testimone	12,7	12,7	26,2	74,6
Prosaro	12,5	12,9	27,2	75,2
Sakura	12,6	12,5	25,3	72,3

- **Peso specifico:** Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità:** Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2018 i valori ottenuti dai vari campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine:** La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Tutti i campioni analizzati nell'anno 2018 di grano duro

sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi presentano valori leggermente inferiori al 13%. Nell'anno 2018, non si osservano differenze significative nel quantitativo di proteine e glutine, tra tutti i campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi.

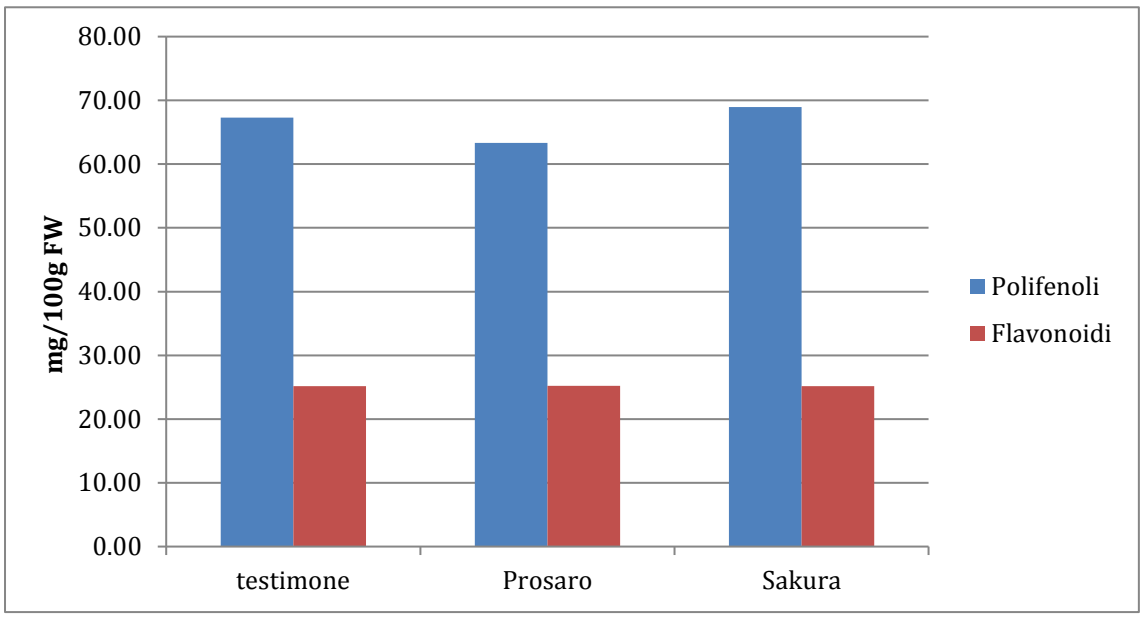


Figura 3.15.37: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in campioni di grano trattati con diverse fungicidi.*

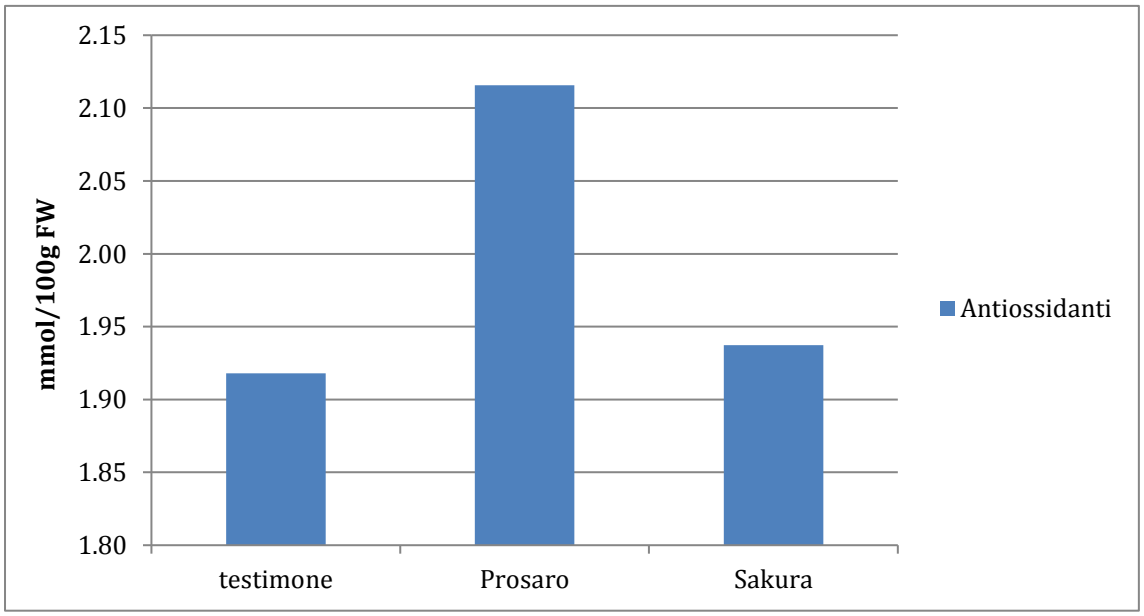


Figura 3.15.38: *Contenuto di antiossidanti in campioni di grano trattati con diverse fungicidi.*

- Polifenoli: non si attestano grandi differenze nel contenuto di polifenoli dei tre trattamenti, ma Sakura sembra il fungicida che garantisce molecole fenoliche più alte nel grano.

- Flavonoidi: per i flavonoidi non si attestano differenze significative nei tre trattamenti

- Antiossidanti: i contenuti di antiossidanti invece si trovano in controtendenza rispetto agli altri contenuti molecolari, infatti il trattamento Prosaro risulta essere il migliore.

Tabella 3.15.14: *la tabella riporta i diversi trattamenti fungicidi utilizzati ed i rispettivi dati merceologici.*

Merceologiche grano duro 2018	**Grano duro**			
Guerri Mauro	Umidità	proteine	glutine	peso specifico
Mirador	11,5	15,1	33,2	78,8
Mirador + sacura	11,5	14,8	32,6	79,1
Testimone	11,9	17,4	35,6	65,7
Mirador+ coring	12,1	15,5	33,1	73,5
Mirador + prosaro	12,4	13,8	30,2	78,8
Mirador + caramba	12	11,7	24,9	79,5

- **Peso specifico:** Per poter analizzare le caratteristiche merceologiche dei campioni è necessario raggiungere un valore soglia di circa 80 grammi.

- **Umidità:** Questo parametro esprime il contenuto di acqua di un determinato campione. È fondamentale per la salute dei consumatori assicurarsi che il valore di umidità nei campioni sia inferiore al 13% per evitare la contaminazione da funghi e muffe (Simpson et al., 2001). Nell'anno 2018 i valori ottenuti dai vari campioni di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi rientrano tutti nei valori standard di commercializzazione.

- **Proteine e glutine:** La concentrazione percentuale di proteine, secondo i parametri di riferimento attuali, deve essere superiore al 13%. Questa condizione è verificata per tutti i campioni analizzati nell'anno 2018 di grano duro sottoposti alle diverse tipologie di trattamenti fungicidi. Tra tutte le diverse tipologie di trattamenti fungicidi, quella con Testimone è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di proteine. La determinazione quantitativa e la valutazione della qualità del glutine rappresentano parametri importanti nella caratterizzazione del frumento. Nell'anno 2018 tra tutte le diverse tipologie di trattamenti fungicidi, quella Testimone è quella che presenta valori migliori per quanto riguarda il quantitativo di glutine, questi dati sono perfettamente in linea con quelli relativi alla concentrazione percentuale di proteine.

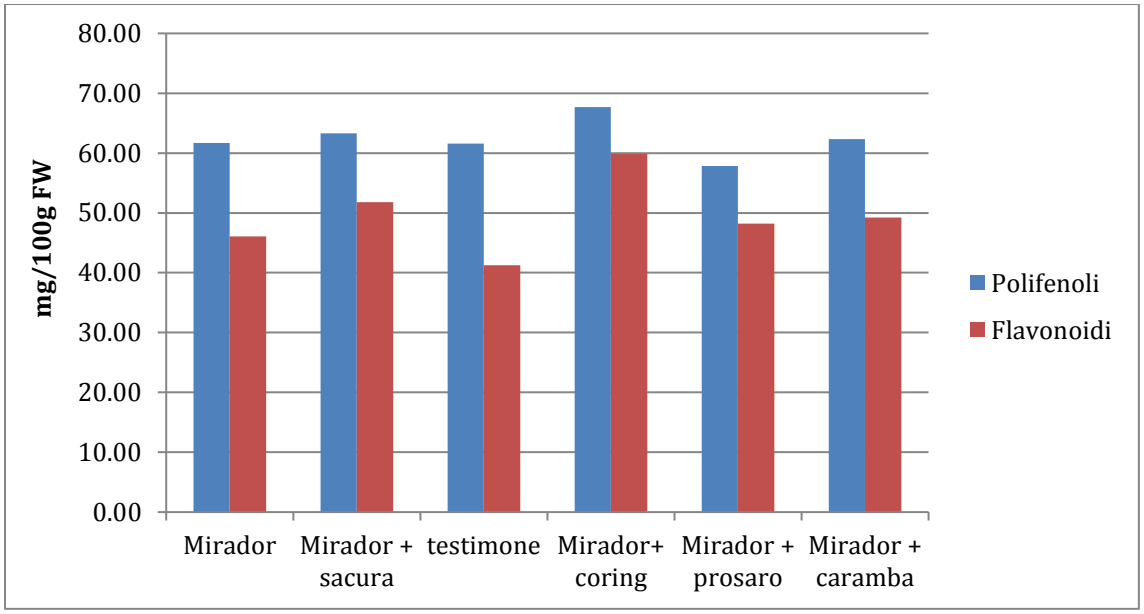


Figura 3.15.39: *Contenuto di polifenoli e flavonoidi in campioni di grano trattati con diverse fungicidi.*

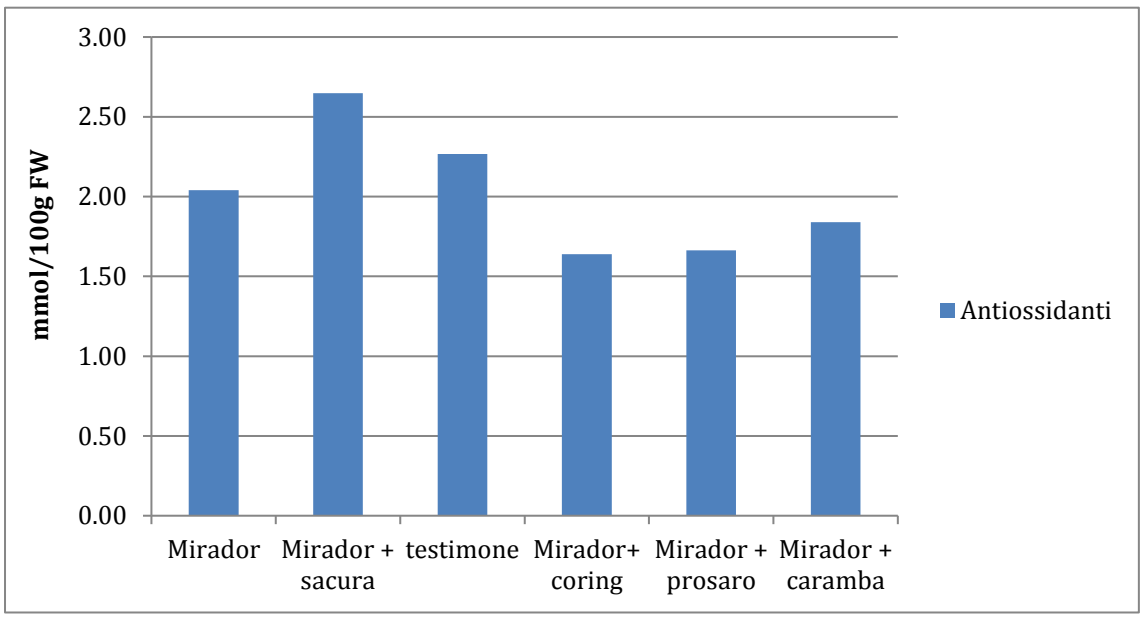


Figura 3.15.40: *Contenuto di antiossidanti in campioni di grano trattati con diverse fungicidi.*

- Polifenoli: non si attestano grandi differenze nel contenuto di polifenoli dei diversi trattamenti, ma il trattamento Mirador Coring sembra essere il migliore per i polifenoli.

- Flavonoidi: i contenuti di flavonoidi invece oscillano con valori più bassi nel Testimone e maggiori invece in Mirador Coring.

- Antiossidanti: per gli antiossidanti i contenuti maggiori si attestano nel trattamento Mirador Sacura mentre i più bassi valori sono riportati da Mirador Coring e Mirador Prosaro.

Di seguito i risultati delle analisi dei grani teneri ottenuti dal farinografo.

Tabella 3.15.15: *Tabella riportante i valori W e P/L riscontrati nelle farine derivate dai vari trattamenti agronomici.*

Grano tenero var. rebelde	**W**		**P/L**
Arrigucci A 2017			
Semina su sodo	260		0,58
Minima lavorazione	288		0,64
Lavorazione tradizionale	239		0,44
Arrigucci A 2018			
Semina su sodo	284		1,05
Minima lavorazione	239		0,44
Lavorazione tradizionale	304		1,12
Petriglia 2018			
Timak	272		1,18
Nitrato	286		1,01
Guerri 2018			
Nitrosan- rizovit-urea nitrato1.5q	197		0,47
Nitrosan- rizovit-urea nitrato 1 q	189		0,5
Nitrato nitrato urea	212		0,66

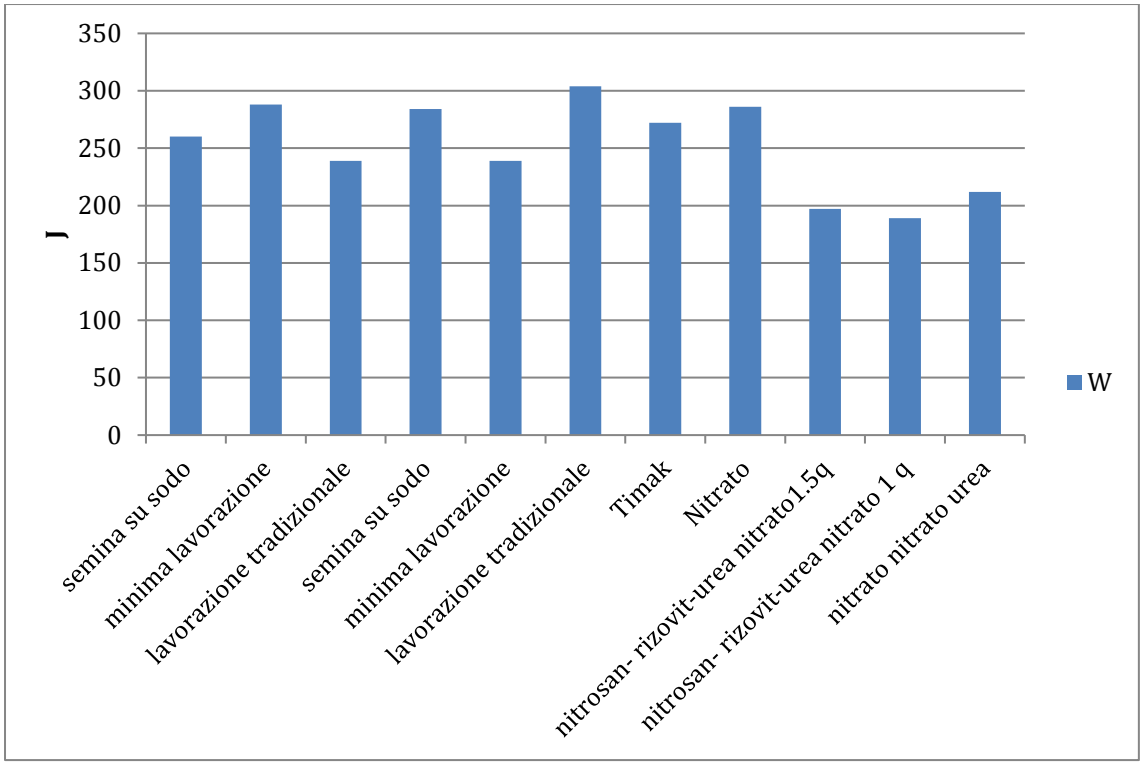


Figura 3.15.41: *grafico riportante i valori W delle farine di grano derivate dai vari trattamenti.*

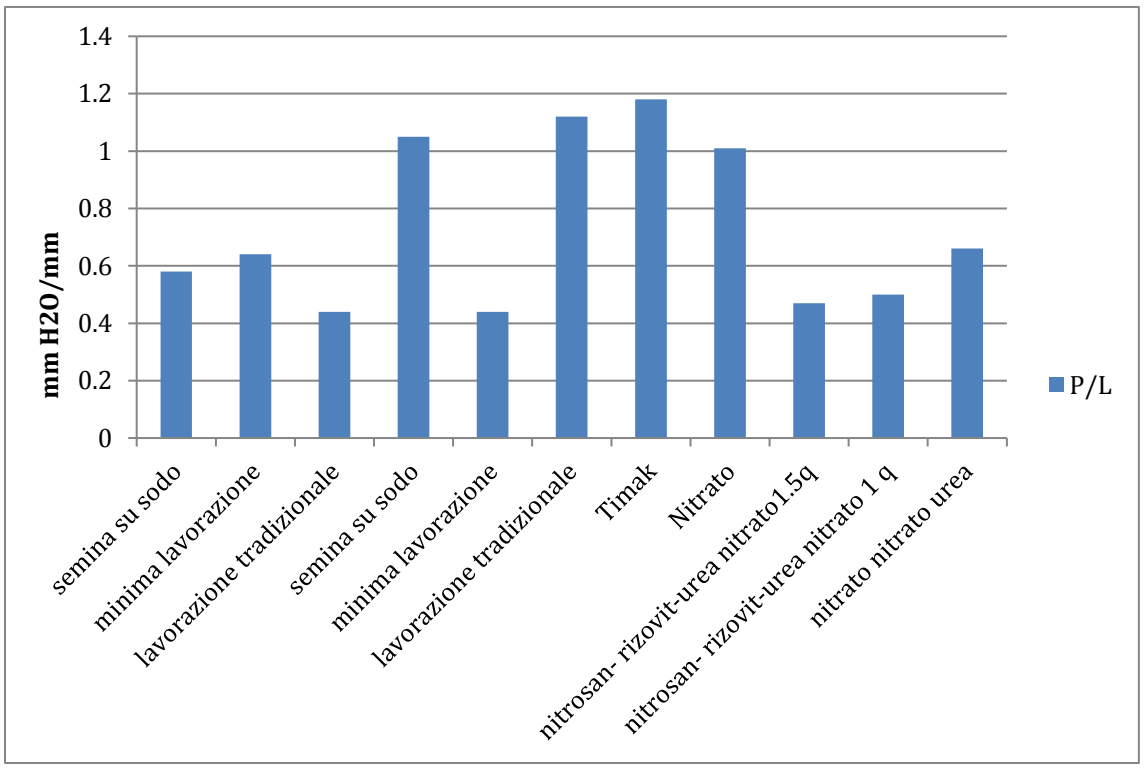


Figura 3.15.42: *grafico riportante i valori P/L delle farine di grano derivate dai vari trattamenti.*

Fase 4. Valutazioni economiche e definizioni di modelli

Azione F4.1 Valutazione economica complessiva delle innovazioni

La valutazione economica complessiva delle innovazioni proposte deve essere riferita, in termini di redditività e quindi di sostenibilità economica, al raggiungimento dei due obiettivi fondamentali che integrano l'azione delle due fasi della filiera considerate nel Progetto la realizzazione di un prezzo di vendita soddisfacente;
- l'ottenimento al minor costo unitario (per q.le di prodotto) della qualità necessaria per spuntare quel prezzo.
Nel nostro caso il raggiungimento del primo obiettivo è competenza della fase post raccolta che deve individuare una o più qualità obiettivo, garantirne il mantenimento con le migliori tecniche di stoccaggio e infine valorizzarla con adeguate strategie commerciali, il tutto esplicandosi in un maggior prezzo di conferimento per i soci.
Le strategie commerciali e l'individuazione di una o più qualità obiettivo rientrano nel complesso argomento del "business di filiera" trattato nelle Azioni successive del progetto - alle quali si rimanda - assieme agli aspetti riguardanti le interazioni tra i soggetti dalle due fasi della filiera.
Il secondo obiettivo è invece di pertinenza della fase agricola vera e propria e deve essere raggiunto "in campo".
Le innovazioni proposte per la fase agricola e discusse nelle Fasi precedenti mirano ad aumentare quella che sinteticamente può essere definita una "qualità globale, complessiva ed economica" della produzione: globale perché riguarda sia i tradizionali parametri commerciali (proteina, peso specifico, ecc.) che altri di tipo salutistico (contenuto di aflatossine alla raccolta), nutraceutico e - non meno importante - anche ambientale (miglior rispetto delle condizioni biotiche del suolo, minor consumo di energia); complessiva perché deve coniugarla con la quantità prodotta (rese); economica perché deve corrispondere alla massima redditività rispondendo da un lato ai requisiti necessari per la sua migliore valorizzazione e dall'altro al contenimento dei costi necessari per ottenerla.

La valutazione in termini di redditività dei miglioramenti complessivi delle innovazioni proposte devono quindi essere esaminati facendo riferimento ai tre fattori componenti il risultato complessivo:
1. i costi di produzione per ettaro;
2. le rese, e quindi i costi per q.le di prodotto;
3. il prezzo del prodotto, e quindi i ricavi dai quali detrarre i costi per determinare il reddito.

Inoltre, circa i costi di coltivazione si ricorda che la parte di essi costituita dai costi fissi delle macchine dipende dal loro impiego annuo che incide sul costo orario di esercizio e quindi sui costi per ettaro, mentre l'impiego annuo dipende a sua volta dalla somma dei fabbisogni delle singole colture che compongono l'ordinamento colturale attuato in ciascuna azienda.
Inoltre l'ordinamento colturale, quale espressione di una razionale rotazione, incide anche sulla quantità e sulla qualità della produzione del frumento e in generale sui risultati economici complessivi dell'azienda.
È chiara quindi l'importanza della pianificazione delle colture e la conoscenza del suo effetto su costi e ricavi. Il miglioramento di questo aspetto costituisce di fatto una "innovazione organizzativa" la cui introduzione nelle aziende agricole della filiera è presupposto fondamentale del miglioramento della redditività dalla fase agricola della filiera.
Il miglioramento dell'ordinamento colturale è argomento della successiva Azione F5.2 ma nella valutazione complessiva si devono comprendere anche gli effetti di questa innovazione, seppure non sperimentata, che costituisce un quarto fattore componente il risultato economico finale della coltura.

La sperimentazione eseguita sulle singole tecniche ha mostrato effetti diversi e incostanti delle innovazioni applicate, la loro dipendenza da fattori di contesto particolari (per esempio la tessitura del terreno) o imprevedibili (quali quelli climatici) e le complesse interazioni tra le tecniche relative a operazioni diverse.

Pertanto una valutazione complessiva e generale dei benefici sulla filiera apportati dalle innovazioni proposte è possibile solo assumendo le rese e i prezzi che, caso per caso, possono essere attesi in base alle informazioni fornite dalla sperimentazione e alla combinazione delle tecniche innovative adottate. Nel seguito si espone un esempio del miglioramento progressivo della redditività della coltivazione del frumento dovuto agli effetti delle innovazioni sui singoli fattori.

Circa i costi, nella Tabella 4.1.1 è riportato il confronto con la tecnica tradizionale di un'ipotesi di combinazione di quelle tecniche innovative che, complessivamente, possono essere ritenute le migliori per ciascuna operazione[19]. I costi sono espressi in produzione equivalente (come definita nel paragrafo F2.8.5.1) la cui entità cambia con il prezzo atteso.

Tabella 4.1.1. Esempio di combinazione delle tecniche innovative per il frumento duro

Tecniche e Operazioni	Costo totale €/ha	Prezzo del Frumento €/q.le 18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0
		Produzione equivalente q.li/ha							
Tecniche tradizionali									
Lavorazione e semina									
- tradizionale	367	20,4	19,3	18,3	17,5	16,7	16,0	15,3	14,7
Concimazione copertura									
- nitrato+urea	207	11,5	10,9	10,3	9,8	9,4	9,0	8,6	8,3
Difesa									
- solo foglia	44	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8
	totale	34,3	32,5	30,9	29,4	28,1	26,9	25,7	24,7
Tecniche innovative									
Lavorazione e semina									
- semina su sodo	270	15,0	14,2	13,5	12,9	12,3	11,8	11,3	10,8
Concimazione copertura									
- nitrato+urea, dose minore	173	9,6	9,1	8,7	8,2	7,9	7,5	7,2	6,9
Difesa									
- foglia e spiga	91	5,1	4,8	4,5	4,3	4,1	4,0	3,8	3,6
	totale	29,7	28,1	26,7	25,5	24,3	23,2	22,3	21,4
	Miglioramento	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3

Con la tecnica di produzione complessiva ipotizzata e con la scala di prezzi di riferimento dell'esempio, il miglioramento dovuto alle tecniche innovative va dai 4,6 ai 3,3 q.li equivalenti. Questi rappresentano la maggior quota di produzione destinata a formare direttamente il reddito e non più riservata a ripagare i costi.
In proposito si osserva che il risparmio consentito dalle innovazioni corrisponde grossomodo ad un 10% delle rese normali del frumento duro (per esempio, al prezzo corrente di circa 21 € è pari a 4 q.li equivalenti).

Nella Tabella 2 è riportata una simulazione della variazione dei risultati economici della coltivazione del frumento duro dovuta alla introduzione progressiva dei diversi tipi di innovazioni, con livelli esemplificativi del loro effetto.
La simulazione è riferita ai dati delle due tipologie peggiori tra quelle descritte nell'azione F2.8. (Tipo C e Tipo D), ben rappresentative delle situazioni più critiche. I livelli dei miglioramenti ottenibili assunti nell'esempio, seppure ipotetici, si basano sui risultati della sperimentazione e della elaborazione dei dati rilevati nelle aziende esaminate.

[19] Non sono state considerate le operazioni di concimazione di base, diserbo e raccolta che si presumono invariate e quindi non influenti sui risultati del confronto.

Tabella F4.1.2. Variazione dei risultati economici con l'introduzione delle innovazioni

	Frumento Duro	
tipologia Azienda	Tipo C	Tipo D
Giacitura	collina	
Pendenza	media	alta
1. Tecniche tradizionali		
resa	35 q.li/ha	
Prezzo	**21,0** €/q.le	
Ricavi	735,00	735,00
Costo totale	1.057,20	985,07
Profitto	**- 322,20**	**- 250,07**
prezzo di pareggio	**30,21**	**28,14**
2. Applicazione tecniche innovative		
risparmio q.li eq.	4,00	4,00
€	84,00	84,00
Costo totale	973,20	901,07
prezzo di pareggio	**27,81**	**25,74**
3. più: incremento rese del 20%		
resa	42 q.li/ha	
Costo totale	973 q.li/ha	901 q.li/ha
prezzo di pareggio	**23,17**	**21,45**
4. più: riduzione del 25% costi fissi orari macchine		
Costo totale	932,00	871,23
prezzo di pareggio	**22,19**	**20,74**
5. più: incremento prezzo del 10%		
Prezzo	23,1 €/q.le	
resa	42 q.li/ha	
Ricavi	970,20	970,20
Costo totale	932,00	871,23
Profitto	**38,20**	**98,97**

Con le tecniche tradizionali (caso 1) il prezzo di pareggio è ben al di sopra di quelli di mercato correnti del frumento che è di circa 21 €/q.le: il profitto risulta negativo (- 320 e - 250 €/ha per i due Tipi).
L'applicazione del pacchetto di tecniche di coltivazione innovative ipotizzato in precedenza (caso 2) genera un risparmio di 4 q.li equivalenti per ettaro[20] pari, allo stesso prezzo di mercato del caso precedente, a circa 84 €/ha: il prezzo di pareggio si abbassa di 2,4 €/q.le grazie alla sola diminuzione dei costi e indipendentemente dall'effetto delle innovazioni sulle rese e sulla qualità del prodotto.
Il terzo caso prevede invece che le stesse tecniche abbiano anche un effetto migliorativo sulle rese, ipotizzando un loro incremento del 20%: il prezzo di pareggio si abbassa anche se i costi restano uguali e, ovviamente, i ricavi aumentano. Il risultato è fin qui dovuto solo alla scelta di tecniche agronomiche migliori.
Si osserva che le migliori rese ipotizzate sono sui livelli di quelle riscontrate nelle tipologie aziendali che hanno i migliori risultati e riferite a contesti simili.
Il quarto caso invece considera il miglioramento dell'organizzazione aziendale. Nell'esempio i suoi effetti sono stati considerati come limitati alla sola riduzione dell'incidenza dei costi fissi delle macchine, nella misura del 25%, trascurandone per semplicità gli altri effetti postivi: il prezzo di pareggio diminuisce ancora raggiungendo valori simili a quello corrente di mercato.
Nel caso 5 infine è considerato anche l'effetto sulla redditività dovuto a un incremento del prezzo di vendita. Il maggior prezzo può essere dovuto a un miglioramento della qualità per l'applicazione di tecniche agronomiche migliori, a una sua più efficace valorizzazione, alla riduzione dei costi di stoccaggio (riferendosi in questo caso al prezzo di conferimento) o a una o più di queste cause.

[20] Il risparmio è stato assunto uguale in entrambe la tipologie dato che le condizioni di contesto non sono molto dissimili

Nell'esempio è ipotizzato un incremento del prezzo di vendita complessivamente pari al 10%: i ricavi aumentano superando i costi e il profitto diventa positivo, seppure sempre piuttosto basso.

Al di là dei valori esemplificativi riportati nell'esempio, si ritiene che le innovazioni proposte possano fornire notevoli miglioramenti alla redditività della coltura del frumento, ma solo se applicate complessivamente e in modo mirato alle singole situazioni di contesto alle quali le tecniche di produzione devono adeguarsi secondo le indicazioni fornite dalle linee guida.
Risulta comunque imprescindibile promuovere un'azione migliorativa su tre punti:
- l'aumento delle rese per ettaro;
- l'ottenimento di una qualità migliore che ne permetta un'adeguata valorizzazione;
- un pur anche minimo controllo di gestione a livello aziendale che, in base all'analisi dei risultati ottenuti, possa fornire indicazioni su cosa e quanto sia più conveniente coltivare al fine di adottare un migliore ordinamento colturale.

Azione F4.2 - Analisi dei modelli e delle criticità

Attività Svolta

L'azione ha visto dapprima la rassegna della letteratura di riferimento, in lingua italiana ed inglese, sul tema oggetto dell'azione. In tal senso, tale operazione non si è concentrata solo sulla letteratura economico-aziendale ma, data la multidisciplinarietà dell'argomento, anche su quella relativa ad altri ambiti di ricerca di rilievo (primi su tutti quelli dell'operations management e della logistica, nonché dell'information management). La letteratura raccolta è stata poi classificata secondo gli specifici sotto-temi che compongono l'argomento dell'azione. Più nello specifico, la classificazione è avvenuta con riferimento a:

- Modelli e framework attraverso cui la filiera agroalimentare viene rappresentata;
- Caratteristiche peculiari della filiera agroalimentare;
- Sostenibilità (economica, ambientale e sociale) nella filiera agroalimentare, in particolare:
- Principali pratiche di sostenibilità nella filiera agroalimentare;
- Strategie di gestione sostenibile nella filiera agroalimentare e principali decisioni da prendere per aumentarne la performance di sostenibilità.

Risultati ottenuti

Analizzando la letteratura di riferimento, è emerso come la filiera agroalimentare presenti alcune caratteristiche peculiari. È infatti possibile individuare alcune caratteristiche specifiche che differenziano la filiera agroalimentare dalle altre, fra cui (Tsolakis et al. 2014, pag. 49):

- Natura unica dei prodotti, nella maggior dei casi aventi ciclo di vita piuttosto breve;
- Elevata differenziazione dei prodotti;
- Stagionalità nelle operazioni di raccolta e produzione;
- Variabilità della qualità e della quantità sugli inputs agricoli e sui rendimenti di lavorazione;
- Requisiti specifici in materia di trasporto, condizioni di stoccaggio, qualità e riciclaggio dei materiali;
- Necessità di rispettare normative, regolamenti e direttive nazionali/internazionali in materia di sicurezza alimentare e salute pubblica, nonché ambientali;

- Necessità di attributi specifici, come tracciabilità e visibilità;

- Necessità di alta efficienza e produttività delle attrezzature tecniche, e lunghi tempi di produzione;

- Aumento della complessità delle operazioni;

- Esistenza di significativi limiti di capacità.

Le peculiarità di cui sopra, valide a livello di modellizzazione generale della filiera agroalimentare, vengono declinati nella pratica operativa secondo differenti modalità. Come evidenziato da Smith (2008), in particolare, dall'analisi della realtà del settore agroalimentare emergono quattro tipi principali di filiera:

Locale. Le filiere agroalimentari locali di solito supportano l'agricoltura "mista" e biologica, riducendo le emissioni e le esternalità create dai trasporti a lunga distanza. Inoltre, esse hanno spesso la capacità di generare aziende e di rigenerare comunità rurali, nonché di interrompere l'egemonia dei monopoli dell'industria e di rafforzare i legami tra uomo, natura e territori;

Conservata. Tale tipologia di filiera agroalimentare ha avuto importanti effetti sulla riduzione delle perdite e del degrado alimentare, frequenti durante i processi di trasporto dalle aree rurali ai mercati urbani, consentendo il miglioramento delle condizioni di vita dei soggetti attraverso la promozione di regimi alimentari più sane e nutrienti;

Fabbricata. Tale tipologia di filiera agroalimentare vede solitamente la presenza di ingredienti aventi diverse origini e derivanti da differenti sistemi di produzione, ingredienti che, nonostante possano essere il risultato sia di filiere semplici sia di numerose transazioni tra agricoltori e produttori, spesso vanno a comporre prodotti che comprendono un numero elevato di transazioni. Inoltre, mentre alcuni ingredienti rappresentano solo una piccola porzione dei prodotti finiti, altri sono coinvolti solo in brevi periodi del ciclo di vita del prodotto, mentre altri ancora derivano da reti dinamiche di approvvigionamento internazionali che vanno a sovrapporsi a quelle dei concorrenti commerciali, con la conseguenza di limitare la tracciabilità ed i flussi di informazioni lungo la filiera;

Commoditizzata. Tale tipologia di filiera agroalimentare riguarda semplici alimenti conservati oggetto di commercio internazionale che, per questo motivo, vengono solitamente trasportati anche a distanze molto lunghe. Inoltre, i prodotti oggetto di tale tipologia di filiera agroalimentare vengono acquistati e venduti secondo specifiche standard in tutto il mondo, a scapito della tracciabilità. Per quanto riguarda i prezzi di tali prodotti, essi dipendono dai meccanismi di mercato e, dato il frequente eccesso di domanda, tendono a essere bassi e instabili, rendendoli disponibili ai consumatori di tutti i settori della società, ma con un impatto catastrofico sulla vita di agricoltori in caso di crolli drammatici dei prezzi.

All'interno di tale contesto di complessità, la frequente divergenza tra le gli interessi che devono essere affrontate dai partecipanti alla filiera certamente ostacolano il raggiungimento di un grado più elevato di efficienza ed efficacia nella stessa. Ciò ha fatto emergere il concetto di gestione della filiera agroalimentare, come "*pianificazione integrata, implementazione, coordinamento e controllo di tutti i processi e le attività aziendali necessari per produrre e fornire, nel modo più efficiente possibile, prodotti che soddisfino le esigenze del mercato*" (FAO, 2007, pag. 13, tradotto).

La rilevanza di tale concetto è rafforzata dal fatto che le filiere agroalimentari sono spesso lontane dal rappresentare entità lineari, essendo caratterizzate, al contrario, da più dimensioni di rete:

- *Dimensione verticale di filiera*: combinazione di attori che insieme sviluppano, producono e distribuiscono prodotti per soddisfare le esigenze dei clienti;

- *Dimensione orizzontale di adempimento*: combinazione di produttori che si complementano, fornendo un assortimento esaustivo in termini di volume richiesto e affidabilità di consegna;

- *Dimensione orizzontale di innovazione*: cooperazione di produttori nello sviluppo di risorse e di processi aziendali al fine di sfruttare economie di scala e sinergie dovute a competenze complementari;

- *Dimensione di cluster geografico*: cooperazione regionale incentrata sulla combinazione di flussi logistici o creazione di un sistema chiuso che utilizza inputs e outputs reciproci.

Le dimensioni di rete che caratterizzano la filiera agroalimentare implicano la presenza di una serie di attività decisionali che abbracciano i confini organizzativi a più livelli, quali (Jaffee et al. 2010):

1. *Livello diadico*: possibili relazioni tra due parti esistenti fra gli attori della filiera;

2. *Livello di sotto-filiera*: insiemi specifici di relazioni diadiche;

3. *Livello di filiera/rete*: filiera nella sua ampiezza massima e rete di operazioni che si sviluppano al suo interno. In tal senso, come sottolineato da Tsolakis et al. (2014), le decisioni chiave all'interno della filiera agroalimentare possono essere classificate in:

a) Decisioni strategiche,

b) Decisioni tattiche e operative.

Fra le decisioni di filiera più importanti vi sono certamente quelle legate agli aspetti di sostenibilità. Anche se considerato come un paradigma in fase di sviluppo (Carter and Easton, 2011), il cui processo di maturazione è ben lontano dall'essersi concluso, quello della sostenibilità rappresenta infatti uno dei temi di maggior rilievo all'interno degli studi sulla gestione delle filiere. Come messo in luce da Massaroni et al. (2015), la filiera assume un ruolo chiave nella promozione della sostenibilità all'interno degli scenari socio-economici globali (Linton et al. 2007; Carter and Rogers, 2008), come dimostrato dalla sempre maggiore enfasi posta sugli aspetti di implementazione della sostenibilità lungo tutte le varie fasi della filiera e, più in generale, su quelli di sviluppo di strategie volte a migliorare le performance economiche, ambientali e sociali delle stesse (Massaroni et al. 2015). A livello generale, il rapporto tra sostenibilità e filiera è stato analizzato sotto molteplici punti di vista. Più nello specifico, come messo in luce da Massaroni et al. (2015), il percorso di definizione concettuale della sostenibilità all'interno della filiera ha sperimentato un'evoluzione temporale piuttosto marcata: se, infatti, in un primo momento autori come Svensson (2007, pag. 264, tradotto) hanno evidenziato gli aspetti sostanziali della sostenibilità nella gestione della filiera, sostenendo come "*la gestione sostenibile di una filiera richieda una visione più ampia e debba evidenziare gli aspetti economici, ambientali e sociali delle pratiche commerciali*", in un secondo momento autori come Carter e Rogers (2008, pag. 368, tradotto), definendo l'implementazione dei principi di sostenibilità all'interno della filiera come il processo di "*integrazione strategica e trasparente e il raggiungimento degli obiettivi sociali, ambientali ed economici dell'organizzazione nel coordinamento sistematico dei principali processi interorganizzativi aziendali per migliorare le performance economiche a lungo termine del singolo attore e della filiera a cui appartiene*" e Seuring e Muller (2008, pag. 1700, tradotto), evidenziando come la gestione sostenibile della filiera rappresenti la "*gestione dei flussi materiali, informativi e finanziari, e la cooperazione tra le imprese lungo la filiera prendendo in considerazione gli obiettivi di tutte e tre le dimensioni dello sviluppo sostenibile, vale a dire economici, ambientali e sociali, che derivano dalle richieste dei clienti e degli stakeholder*" hanno spostato l'attenzione sugli aspetti economici e cooperativi fra gli attori della filiera, fino ad arrivare ad autori come Ahi e Searcy (2013, pag. 39, tradotto) che, definendo l'implementazione della sostenibilità all'interno delle filiere come il processo di "*integrazione volontaria di considerazioni economiche, ambientali e sociali con i principali sistemi aziendali interorganizzativi progettati per gestire in modo efficiente ed efficace il materiale, le informazioni e i flussi di capitale associati all'approvvigionamento, produzione e distribuzione di prodotti o servizi per soddisfare i requisiti degli stakeholder e migliorare la redditività, la competitività e la resilienza dell'organizzazione nel breve e lungo termine*" hanno messo in luce l'importanza della volontarietà dei comportamenti degli attori della filiera verso il raggiungimento della sostenibilità, configurando per aspetti quali il coordinamento, redditività, competitività e resilienza un ruolo chiave nell'effettiva implementazione della sostenibilità all'interno della filiera (Massaroni et al. 2015).

Alla luce delle considerazioni appena esposte, ed in linea con le tendenze già espresse in letteratura nel corso degli ultimi anni, una filiera sostenibile può quindi essere definita come una filiera nella quale (Hassini et al. 2012, pag. 70, tradotto) "*le operazioni, le risorse materiali, le informazioni e le risorse finanziarie sono gestite al fine di massimizzare la redditività riducendo, al contempo, gli impatti ambientali e massimizzando il benessere sociale*" ovvero una filiera in grado di (Pagell e Wu, 2009, pagina 38, tradotto)

"*operare sia attraverso le tradizionali misure di performance sia su una concettualizzazione più ampia delle performance, che include dimensioni sociali e naturali*" (Pagell e Wu, 2009, pagina 38, tradotto) dove "*tutte e tre le dimensioni della sostenibilità, in particolare quelle economica, ambientale e sociale, sono prese in considerazione*" (Ciliberti et al. 2008, pag. 1580, tradotto).

Tuttavia, al di là delle concettualizzazioni presenti in letteratura, che individuano nell'equilibrio fra le dimensioni economica, ambientale e sociale un elemento chiave nella gestione sostenibile della filiera, è importante sottolineare come dietro ad ogni dimensione si nascondano interpretazioni e concettualizzazioni a volte profondamente differenti fra loro, e come letteratura e pratica economico-aziendale siano ancora lontane dall'aver abbracciato una visione olistica della sostenibilità nella filiera (Massaroni et al. 2015), certamente molto complessa (Ahi e Searcy, 2013), ma in grado di amplificare i benefici economico-finanziari per tutti gli attori rispetto ad un approccio focalizzato su una singola dimensione della sostenibilità (Carter e Rogers, 2008). Più nello specifico, come sottolineato da Massaroni et al. (2015):

Parte della letteratura, da un lato, si è focalizzata sulle modalità di implementazione degli aspetti ambientali all'interno della filiera. Tale approccio, basato sui principi dell'eco-efficienza (Wu and Pagell, 2011, pag. 578), è incentrato sul finalizzare l'efficace combinazione di aspetti ambientali ed economici alla presa di decisioni manageriali che massimizzino il benessere collettivo della filiera (Kumar et al. 2012, pag. 1278). La dimensione ambientale a livello di filiera comporta un ampio range di attività e tecnologie (Winter e Knemeyer, 2013): dalla riduzione degli imballaggi all'efficientamento dei trasporti, dal passaggio a fonti di energia rinnovabile alla sostituzione di macchinari (Carter e Rogers, 2008), dalla riduzione dei consumi di acqua alla migliore gestione dei rifiuti (Hassini et al. 2012), dalla riduzione di sostanze tossiche utilizzate nei processi produttivi alla maggiore attenzione agli aspetti di deforestazione (Beske et al. 2014), passando attraverso il perseguimento di strategie volte a creare filiere che rappresentino sistemi chiusi in cui i fornitori hanno un ruolo cruciale (Pagell e Wu, 2009; Ahi e Searcy, 2013);

Parte della letteratura, dall'altro lato, sta sempre più sostenendo la necessità, per qualsiasi iniziativa di sostenibilità a livello di filiera, di essere intrapresa solo se, accanto ad obiettivi ambientali, essa persegua obiettivi sociali. Secondo tale ottica, gli attori della filiera dovrebbero pertanto cercare di invertire l'attuale trend nella sostenibilità di filiera, che vede la dimensione sociale sottosviluppata rispetto a quella ambientale (Branderburg et al. 2014; Massaroni et al. 2015). In tal senso, come messo in luce da Massaroni et al. (2015), la dimensione sociale è correlata ad un insieme piuttosto ampio di iniziative, sia a livello micro che macro (Hassini et al. 2012): dalle condizioni di lavoro (ad esempio salari, rapporti di genere occupazionali, investimenti nel capitale umano e lavoro minorile) ai clienti, dalle pratiche di approvvigionamento (Pagell e Wu, 2009) ai rapporti con le comunità locali (Ashby et al. 2012);

Parte della letteratura, infine, enfatizza come gli obiettivi ambientali e sociali delle iniziative di sostenibilità a livello di filiera debbano necessariamente essere allineati con le finalità di sostenibilità economica che gli attori della filiera intendono perseguire (Carter e Rogers, 2008; Carter e Easton, 2011). La dimensione economica, oltre che di facile misurabilità, è infatti condizione imprescindibile all'esistenza delle altre due dimensioni (Carter e Rogers, 2008).

Con specifico riferimento al settore agroalimentare, Smith (2008) ha concettualizzato la filiera agroalimentare sostenibile come quella filiera che:

- Produce prodotti sicuri e salutari in risposta alle richieste di mercato, che assicurano che tutti i consumatori abbiano accesso ad alimenti nutrienti e ad informazioni accurate riguardo i prodotti alimentari;

- Supporta la vitalità e la diversità delle economie e delle comunità rurali ed urbane;

- Consente di ottenere livelli di sussistenza minimi dalla gestione sostenibile dei suoli, attraverso il mercato ed i pagamenti per benefici pubblici;

- Rispetta ed operano entro i limiti biologici delle risorse naturali (specialmente suolo, acqua e biodiversità);

- Mantiene costantemente alti standard di performance ambientale attraverso la riduzione dei consumi di energia, la minimizzazione degli input di risorse e l'utilizzo dell'energia rinnovabile qualora possibile;

- Assicura ambienti di lavoro sicuri ed igienici ed alti livelli di benessere sociale e di formazione a tutti i dipendenti coinvolti nella filiera;

- Mantiene costantemente alti standard di salute e benessere animale;

- Sostiene le risorse disponibili per incrementare la fornitura di cibo e supporta altri benefici pubblici nel corso del tempo, fatta eccezione per i casi in cui utilizzare il suolo in maniera alternativa è indispensabile per affrontare i mutati bisogni sociali.

Le caratteristiche di una filiera agroalimentare appena descritte, come sottolineato da Smith (2008), spingono necessariamente la platea di attori operanti all'interno ed all'esterno della stessa a modificare le modalità attraverso cui essi operano. In tal senso, sebbene la responsabilità primaria delle aziende agroalimentari sia certamente da ricondurre alle loro operazioni ed ai loro prodotti, esse sono sempre più chiamate ad utilizzare la proprie influenza sugli attori a monte e a valle della filiera per indurre comportamenti maggiormente sostenibili: le aziende agroalimentari, infatti, hanno la possibilità di influenzare i consumatori attraverso la scelta di quali prodotti rendere disponibili, attraverso attività di pubblicità, packaging, nonché mediante strategie di collocazione del prodotto e di pricing (Smith, 2008, pag. 850). Allo stesso modo, anche le aziende di trasformazione e commercializzazione dei prodotti agroalimentari sono sempre più chiamate a rispondere delle loro azioni, non solo delle loro operazioni e dei loro prodotti, ma anche per tutto ciò che acquistano.

Azione F4.3 - Definizione di modelli organizzativi

Attività svolta

L'azione ha visto la conduzione di interviste agli imprenditori consorziati della Cooperativa Maidicola (19 interviste, svolte nel periodo febbraio 2016 - novembre 2017), interviste volte principalmente a:

- Evidenziare la posizione degli imprenditori in merito al settore in cui operano, con particolare riferimento alle leve su cui, dal loro punto di vista, occorrerebbe agire per migliorare la condizione degli attori della filiera;

- Comprendere le principali criticità esistenti nei rapporti fra le aziende consorziate e la cooperativa, con particolare riferimento agli aspetti gestionali, di sostenibilità e di valorizzazione delle materie conferite;

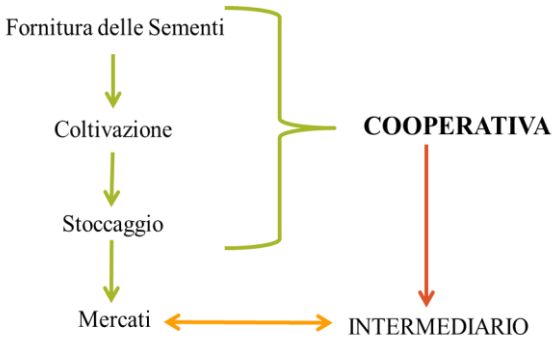
- Comprendere le principali criticità in termini di innovazione esistenti all'interno delle aziende consorziate;

- Comprendere l'importanza assegnata dalle aziende consorziate all'eventuale adozione di innovazioni gestionali, prime su tutte di sistemi di misurazione e controllo delle performance aziendali.

Risultati ottenuti

Una prima parte delle interviste (4) è stata dedicata alla comprensione della struttura e dei principali processi organizzativi che intercorrono sia all'interno della stessa che nei rapporti con le aziende consorziate.

Quanto emerso può essere riassunto nello schema seguente:



Schema 4.3.1: Struttura e processi organizzativi della cooperativa (Fonte: ns. elaborazione)

In un secondo momento, invece, le interviste hanno preso in esame 5 principali aspetti, quali:

- Il livello di imprenditorialità degli imprenditori agricoli consorziati;
- Le abilità di gestione aziendale degli imprenditori consorziati;
- Le abilità Imprenditoriali personali degli imprenditori consorziati;
- Il grado di diffusione di strumenti di gestione economico-aziendale fra le aziende agricole intervistate;
- Le criticità riscontrate nelle attività aziendali e nei rapporti fra le aziende consorziate e la cooperativa.

Dall'analisi qualitativa delle interviste effettuate è purtroppo emerso come, fra gli imprenditori consorziati, la cultura imprenditoriale sia piuttosto scarsamente diffusa. In particolare:

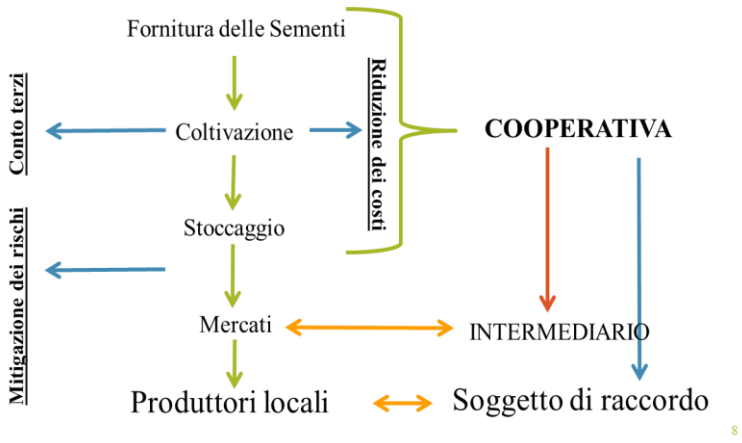
- Il livello di imprenditorialità risulta essere piuttosto basso e, con esso, quello sia delle abilità di gestione aziendale che delle abilità imprenditoriali personali.
- In maniera del tutto simile a quanto riscontrato nell'ambito del livello di imprenditorialità, anche il grado di diffusione di strumenti di gestione economico-aziendale è piuttosto basso. In tal senso, fra le aziende intervistate, solo una ha dichiarato di utilizzare sistemi di contabilità dei costi (peraltro senza far ricorso ad un software gestionale) ed una ha dichiarato di utilizzare il Business Plan nei momenti di valutazione economico-finanziaria di potenziali nuove linee di business;
- Con riferimento, invece, agli elementi problematici relativi sia alle attività aziendali che alle relazioni tra le aziende e la cooperativa, dalle interviste sono emersi i seguenti fattori critici:
    a) Caratteristiche dei terreni che li rendono poco adatti ad ulteriori colture;
    b) Elevati rischi connessi alle condizioni climatiche;
    c) Ingerenza di animali selvatici, primi su tutti ungulati;
    d) Incertezza nelle modalità/quantità ottimali dei fattori produttivi da impiegare;
    e) Difficoltà di accesso al mercato;
    f) Aleatorietà dei prezzi di mercato.

Innovazioni messe a punto e trasferite al progetto

L'analisi delle criticità emerse hanno consentito di formulare un potenziale modello di gestione sia dei rapporti fra gli attori della cooperativa sia delle relazioni fra la cooperativa e gli altri attori della filiera maggiormente ispirato a criteri di sostenibilità (economica, ambientale e sociale). In particolare, il modello si propone di combinare in maniera innovativa i seguenti aspetti:

- Introduzione di tecnologie innovative a supporto delle decisioni e della protezione delle colture dagli animali selvatici;
- Introduzione di innovazioni gestionali e manageriali per aumentare il grado di imprenditorialità all'interno delle aziende, primi su tutti sistemi di contabilità dei costi e, più in generale, sistemi di controllo di gestione delle performance economico-finanziarie;
- Implementazione di un approccio alla gestione «lean» mirato alla eliminazione degli sprechi e alla minimizzazione dei costi;
- Individuazione di nuovi sbocchi al mercato basati su:
- Rafforzamento dei legami con i produttori locali;
- Contratti di fornitura stabili volti alla mitigazione dei rischi e della volatilità dei mercati;
- Ridefinizione del il sistema di remunerazione degli intermediari, al fine di poter ridimensionare il fenomeno «principale-agente»;
- Fornitura di nuovi servizi (ad es. vendita di fitofarmaci, stoccaggio);
- Sottoscrizione di contratti Future/Forward sui mercati finanziari.

Quanto emerso può essere riassunto nello schema seguente:



Schema 4.3.2: Modello organizzativo proposto (Fonte: ns. elaborazione)

Ricadute economiche ed ambientali

Il modello, se correttamente implementato all'interno della cooperativa e dei rapporti con le imprese consorziate, dovrebbe generare i seguenti impatti positivi:

- Aumento del livello di imprenditorialità e redditività fra le aziende;
- Miglioramento della gestione delle varie operazioni fra la cooperativa e le aziende;
- Rafforzamento dei legami tra gli attori della cooperativa;

- Miglioramento della qualità del prodotto;
- Rafforzamento del radicamento nel territorio delle aziende;
- Rafforzamento e salvaguardia dello sviluppo rurale e territoriale locale.

Fase 5. Attività di elaborazione complessiva

Azione F5.1 Elaborazione complessiva dei risultati delle sperimentazioni pre e post raccolto

In questa azione sono state effettuate le elaborazioni dei risultati ottenuti nei due anni di sperimentazione finalizzate anche alla redazione delle linee guida.

Azione F5.2 Produzione di un software di simulazione dei risultati economici sulla base dei modelli tecnico-economici di coltivazione attuali e innovativi proposti.

Le linee guida per la corretta coltivazione del frumento pongono come elemento "vincolante" l'inserimento di questa coltura in una rotazione almeno biennale e che preferibilmente comprenda anche delle leguminose. Questo per migliorare i risultati produttivi in termini di sanità della coltura, di rese e qualità della produzione.
Dal punto di vista economico l'effetto positivo delle rotazioni, e quindi dell'ordinamento colturale dei seminativi che ne consegue, è dato sia dall'aumento dei ricavi dovuto alla maggiore e migliore produzione ma anche da una riduzione dei costi.
Infatti un ordinamento colturale diverso dalla monocoltura[21] presenta un calendario dei fabbisogni di lavoro e macchine più articolato che, per la diversa distribuzione temporale dei fabbisogno di ogni coltura, permette di distribuire su un periodo più lungo i costi fissi riducendo il costo unitario del loro impiego.
La definizione di un ordinamento colturale che sia efficiente sia dal punto di vista agronomico che economico diviene prioritaria per migliorare la redditività della coltivazione del frumento, delle colture associate e quindi dell'attività complessiva dell'azienda.
Per aiutare in questo compito gli agricoltori destinatari del progetto è stato realizzato un software di simulazione dei risultati economici di un ordinamento colturale personalizzato.
Tale strumento non vuole e non può giungere alla formulazione di una "ricetta" di validità generale o particolare ma, tramite l'analisi dei risultati ottenuti che permette di evidenziare eventuali punti critici e la possibilità di confrontare scenari diversi, costituisce una sorta di "Linee guida" di supporto all'agricoltore per la corretta definizione di un efficiente ordinamento colturale.
Inoltre, con l'elencazione dei dati necessari per la simulazione può costituire una guida per l'impostazione di un seppur minimo sistema di "controllo della gestione", strumento fondamentale per un consapevole svolgimento della funzione imprenditoriale dell'agricoltore.
Il software, denominato "R.Ec.O.S - *Simulazione dei Risultati Economici dell'Ordinamento colturale dei Seminativi*", è stato realizzato come applicazione personalizzata di Microsoft© Excel ed è scaricabile dai siti web istituzionali del Progetto e dei principali partner.

Il software è costituito da una parte gestionale (il "programma" vero e proprio), da una serie di archivi e da "Schede" di output che raccolgono i risultati tecnico-economici della elaborazione dei dati immessi.
Il programma consente di costruire un proprio ordinamento colturale permettendo di scegliere, oltre al frumento, le altre colture in rotazione tra quelle più diffuse nell'area del progetto e di attribuire la superficie coltivata di ciascuna.

[21] Una rotazione colturale può essere attuata anche coltivando tutta la superficie con la stessa coltura ma diversa ogni anno. In tal caso gli effetti sul calendario di lavoro potrebbero essere opposti.

Negli archivi sono presenti i dati tecnici ed economici di queste colture ricavati dalla elaborazione di quelli rilevati nelle precedenti Fasi del Progetto, compresi quelli relativi ai modelli colturali individuati e alle innovazioni colturali proposte.
Il programma consente inoltre un'ampia serie di scenari tramite l'input di valori personalizzati in alternativa a quelli standard che sono proposti inizialmente.
Le principali personalizzazioni riguardano:
- le rese delle colture e i prezzi dei prodotti;
- i prezzi delle principali materie prime;
- la scelta di dettaglio delle operazioni che compongono la tecnica di coltivazione del frumento;
- il periodo utile per la loro esecuzione e gli impieghi di materie prime;
- i cantieri di lavoro necessari, diversi per tipo di lavorazione, di macchine e tempi di lavoro;
- le ore/anno di impiego complessivo in azienda delle macchine;
- il compenso minimo e l'impiego annui della manodopera familiare;
- la possibilità, per ogni operazione, di sostituire l'impiego di risorse aziendali con il ricorso a terzisti.

L'output del programma (del quale ne è riportato un esempio sintetico nell'Allegato 5.2-A) si aggiorna automaticamente a seguito della modifica dei dati immessi e comprende:
-la "Scheda della tecnica" dell'ordinamento colturale, complessiva e suddivisa per coltura, contenente le operazioni colturali, i periodi utili e gli impieghi di materie prime di ciascuna;
- il bilancio economico dell'ordinamento colturale impostato e delle singole colture che lo compongono;
- il dettaglio dei costi per categoria e per operazione;
- i calendari delle operazioni colturali e il confronto con i giorni utili per la loro esecuzione in base all'agibilità dei campi[22];
- i calendari dell'impiego di lavoro e delle singole macchine;
- il costo di esercizio di ciascun cantiere in base all'impiego complessivo delle macchine che lo compongono;
- varie tabelle di riepilogo e grafici specifici.

L'esame complessivo dell'output consente di evidenziare i punti critici, in particolare circa la redditività delle singole colture e i periodi di insufficienza o di esubero del parco macchine, suggerendo la modifica delle assunzioni fatte. Le correzioni ai dati immessi consente, grazie all'aggiornamento automatico dell'output, di apprezzare l'effetto di ciascuna scelta sui risultati economici complessivi e quindi di migliorare via via l'ordinamento colturale.

Azione F5.3 Produzione di manuali e linee guida per le buone pratiche di coltivazione

I risultati due anni di sperimentazioni hanno consentito di produrre un manuale contenente le linee guida per le buone pratiche colturali per la produzione di frumento tenero e duro nell'areale del Provincia di Siena (areali della piana del Merse, Colline e Crete Senesi), con l'obiettivo di produrre farine con caratteristiche qualitative e merceologiche superiori e destinati alla produzione di pane e altri prodotti da forno o di semole di grano duro di alta qualità. Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle linee guida:

Aspetto	**Raccomandata**	**Vincolante**
Avvicendamento	Dopo erbaio di leguminose	Non oltre un anno di reingrano
Scelta varietale	Tollerante fusariosi	Varietà da capitolato, seme certificato
Lavorazione Terreno	Aratura o minima lavorazione	Divieto di semina diretta

[22] L'agibilità dei campi è stata stimata in base alla elaborazione delle pluviometrie medie giornaliere di alcune stazioni meteo della zona di interesse. Per maggiori dettagli si rimanda alla documentazione di corredo del programma.

Semina	Semine tempestive, controllo germinabilità	Obbligo della Concia
Concimazione N	Secondo tipologia frumento e andamento meteo	
Concimazione PK	Analisi dotazione del suolo	Distribuzione in carenza
Lotta infestanti		Un trattamento di difesa
Difesa fungicida	Difesa della foglia al comparire dei sintomi	Difesa della spiga alla fioritura
Raccolta	Tempestiva con U < 13%	

Azione F5.4 Produzione di manuali e linee guida per le buone pratiche di controllo micotossine

Il partner 23 (CNR-ISPA) ha collaborato alla stesura dei manuali e linee guida per il controllo della contaminazione di micotossine di *Fusarium* in frumento. Le linee guida proposte per il controllo della contaminazione da micotossine di *Fusarium* (in particolare per DON e, tossine T-2/HT-2) elencano e descrivono le misure per la gestione e il controllo delle micotossine, evidenziando la motivazione del rischio e le condizioni di criticità, l'efficacia e le possibili azioni di controllo. Le misure di intervento proposte considerano le varie fasi del processo produttivo ovvero: coltivazione, raccolta e conservazione.

Le ricerche condotte nell'ambito del presente progetto per l'individuazione dei punti critici e degli interventi volti a ridurre la probabilità di incorrere in elevate contaminazioni da micotossine in frumento, rappresentano il proseguimento delle attività svolte in ambito dei progetti MICOPRINCEM e MICOCER (MIPAAF 2009, 2015). Le azioni svolte nel progetto INNOVACEREALI hanno avuto come obiettivo il trasferimento, la verifica e l'adattamento di protocolli agrotecnici nel contesto geografico e ambientale della provincia di Siena.

Si riporta di seguito un **estratto delle linee guida** che verranno finalizzate al termine dell'analisi di tutti i dati derivanti dalla sperimentazione in campo condotta nella seconda annata agraria (2017-2018) e divulgati nelle seguenti modalità: distribuzione di manuali al personale coinvolto nel corso delle attività di trasferimento dell'innovazione; distribuzione in formato digitale (CD o chiavetta USB); download dal sito del progetto (azione F6.1). Per assicurare un elevato numero di download dal sito del progetto verrà inoltre preparata una brochure informativa da distribuirsi attraverso mailing list derivanti dai collegamenti a network nazionali.

LINEE GUIDA per il CONTROLLO delle MICOTOSSINE di *FUSARIUM* nella GRANELLA di FRUMENTO

COLTIVAZIONE e RACCOLTA			
Agrotecnica	**Motivazione del rischio e condizioni di criticità**	**Efficacia nel controllo della contaminazione**	**Strategie e azioni per il controllo**

Gestione della coltura	La proliferazione e lo sviluppo di *Fusarium graminearum*, il principale produttore di DON, è favorita dalla presenza di inoculo e da condizioni ambientali fresche (frequenti piogge) dall'inizio della fioritura alla maturazione cerosa. Il Frumento duro è più suscettibile alla fusariosi della spiga di quello tenero.	**elevata**	Ridurre la presenza di residui colturali in superficie con opportune lavorazioni e/o avvicendamenti e scelta di varietà meno suscettibili alla fusariosi della spiga.
Sistemazione del terreno	I terreni più freddi a causa del ristagno causano un rallentamento dello sviluppo della coltura, una minore crescita della radice e possibili attacchi da funghi del complesso del "mal del piede" aumentando gli stress e facilitando l'insorgenza della fusariosi della spiga.	**significativa**	Curare le sistemazione per evitare ristagni idrici e/o il compattamento del terreno (non solo nelle capezzagne). Ricorrere alle lavorazioni superficiali solo nei terreni meno soggetti a compattamento.
Concia della semente	La concia fungicida influenza apprezzabilmente la contaminazione, riducendo lo sviluppo di muffe tossigene nelle parti vegetative e il trasferimento di DON nella granella.	**significativa**	Scegliere sementi sane. Conciare con fungicida la semente. Orientarsi verso miscele di sostanze attive di più elevata efficacia e di ampio spettro d'azione.
Lavorazione del suolo e gestione dei residui colturali	I residui colturali contengono spore vitali di *F. graminearum* e *F. culmorum* e fungono da substrato essenziale per la contaminazione, l'infezione e per la produzione di tossine nel raccolto che segue. La rimozione dei residui della coltura precedente e gli interventi di lavorazione del suolo volti a interrare i residui sono quindi di primaria importanza per ridurre l'inoculo potenziale.	**molto elevata**	Asportare i residui o interrare gli stessi privilegiando l'aratura (e, solo in caso di presenza modesta di residui le minime lavorazione), rispetto alla semina diretta. Quest'ultima deve essere praticata solo nel caso di precessioni che non favoriscono la produzione di inoculo (erba medica, oleaginose, bietola ecc.). Applicare i competitori biologici alla semina sui residui per ridurre l'inoculo dei *Fusaria*: l'efficacia è media, ma fortemente influenzato dalle condizioni ambientali al momento dell'applicazione e nel corso della campagna agraria.

Avvicendamento	L'avvicendamento con colture che rilasciano pochi residui facilmente interrabili (oleaginose, bietola, orticole da pieno campo, erba medica) consente un miglior controllo sullo sviluppo di funghi e dunque una minore produzione di tossine.	**molto elevata**	Avvicendare il frumento con colture che rilasciano pochi residui. Evitare la monosuccessione o l'avvicendamento tra frumento tenero e duro,soprattutto la coltivazione dopo mais da granella o sorgo. Dopo queste 2 ultime colture evitare la semina diretta.
Scelta varietale	La suscettibilità alla fusariosi della spiga e alla contaminazione è assai diversa tra le varietà. Aspetti morfologici, fisiologici, compositivi della cariosside e di ciclo colturale, interagiscono e possono facilitare o limitare lo sviluppo del *F. graminearum* e la tossinogenesi.	**elevata**	Scegliere varietà tolleranti o mediamente tolleranti la fusariosi della spiga. Impiegare varietà con precocità adeguata all'ambiente.
Epoca di semina e investimento alla semina	L'epoca di semina ma ha alcuna una diretta relazione con la fusariosi della spiga. Alte dosi di seme e semine precoci possono stimolare un eccessivo accestimento e una grande densità di spighe alla raccolta, determinando un microclima più favorevole alla contaminazione da parte delle muffe tossigene.	**bassa**	Evitare elevate dosi di seme in epoche di semina precoci per non predisporre la coltura ad eccessiva densità.
Controllo delle infestanti	Le malerbe competono con la coltura per gli elementi nutritivi, l'acqua e la luce aumentando la probabilità e l'entità degli stress e creano un microambiente favorevole allo sviluppo di inoculo e alla crescita delle muffe tossigene.	**significativa**	Eseguire un accurato e tempestivo diserbo in pre o post-emergenza. In ogni condizione rispettare le indicazioni del PAN.
Fertilizzazione fosfo-potassica	La nutrizione squilibrata influenza negativamente la fertilità della spiga e rende più suscettibile la pianta ad attacchi delle muffe tossigene del genere *Fusarium.*	**bassa**	Eseguire apporti di potassio e fosforo in relazione alla dotazione del suolo e in funzione del bilancio degli elementi.

Fertilizzazione azotata	Le carenze di nutrizione azotata causano frequentemente sviluppo stentato della coltura predisponendola agli attacchi dei funghi tossigeni; tali carenze si manifestano spesso con calo delle rese e proporzionale aumento della concentrazione di tossine. Gli eccessi provocano un maggior rischio di allettamento e maturazioni più tardive con effetti favorevoli allo sviluppo delle muffe.	**significativa**	Apportare quantitativi di azoto equilibrati e correttamente frazionati.
Trattamenti fungicidi per la difesa della foglia	Le infezioni rilevanti di oidio, ruggini o septoria possono determinare condizioni di stress con ricadute marginali sulla fusariosi della spiga. L'applicazione di fungicidi dall'accestimento alla foglia a bandiera non influenza in modo significativo la fusariosi della spiga e l'accumulo di DON e delle tossine T2-HT2.	**bassa**	-
Trattamenti fungicidi per la difesa della spiga	L'impiego di sostanze attive che inibiscono i funghi tossigeni è efficace quando difendono la spiga durante la fioritura, nel momento in cui l'inoculo può penetrare nell'infiorescenza e successivamente colonizzare la cariosside.	**elevata**	Applicare fungicidi attivi su *Fusarium* dalla fine della spigatura alla piena fioritura. Preferire le miscele per ridurre il rischio di insorgenza di resistenze. L'applicazione di fungicidi non attivi contro *Fusarium* può aumentare lo sviluppo di questi ultimi e l'accumulo di DON e T2-HT2.
Trattamenti insetticidi e con regolatori della crescita	Gli insetti fitofagi possono favorire stress e cali di resa aumentando indirettamente il rischio di incorrere in maggiori contaminazioni. I regolatori di crescita ad effetto brachizzante possono creare un ambiente colturale meno favorevole allo sviluppo delle muffe.	**bassa**	Applicare insetticidi e regolatori della crescita
Epoca di raccolta	Nel caso di andamenti meteorologici piovosi nel corso della maturazione la crescita delle muffe può protrarsi anche oltre la maturazione fisiologica.	**significativa**	In condizioni a rischio di elevate contaminazioni: raccogliere appena possibile e comunque con umidità < 14%.

Regolazione mietitrebbia	Le rotture e ogni tipo di danno alla cariosside favoriscono la penetrazione del micelio e la successiva proliferazione delle muffe	**bassa**	Regolare accuratamente la mietitrebbiatrice e adottare una velocità di lavoro adeguata. Impiegare mietitrebbiatrici dotate di sistemi di pulizia efficaci. Privilegiare le mietitrebbiatrici a flusso assiale.
Trasporto al centro di stoccaggio	Rimorchi sporchi di residui di granella contaminata possono inquinare il nuovo carico.	**bassa**	Pulire accuratamente i rimorchi dopo ogni trasporto rimuovendo anche le polveri.

CONSERVAZIONE			
Processo	**Motivazione del rischio e condizioni di criticità**	**Efficacia nel controllo e nella gestione della contaminazione**	**Strategie e azioni per il controllo**

Segregazione all'accettazione	Al centro di stoccaggio possono pervenire partite molto difformi per condizioni di coltivazione, umidità e livello di contaminazione. Pertanto è cruciale la capacità/possibilità di individuare la probabile contaminazione delle partite per effettuare la segregazione di quelle più contaminate. Le informazioni sulla probabile contaminazione sono desumibili da: umidità alla raccolta, areale di coltivazione, agrotecnica, controlli visivi sulla contaminazione, modelli previsionali, analisi della tossina su campioni rappresentativi dei lotti.	**molto elevata**	Quando possibile impostare la segregazione in base ad uno o più dei seguenti criteri: a) per areale e/o condizioni agronomiche di coltivazione distinguendo i conferimenti provenienti da campi/aziende: - con stress controllato (applicazione delle buone pratiche di coltivazione), - con colture soggette a stress idrico e/o nutrizionale. b) Eseguire la segregazione in funzione dell'esito dei controlli della contaminazione. I controlli possono essere di tipo: - visivo:valutare la presenza di cariossidi contaminate da funghi tossigeni ("fusariate") con il conteggio delle cariossidi alterate da ammuffimenti (metodo orientativo), - strumentale: valutare il livello di tossine mediante strip-test semi quantitativi (metodi immunoenzimatici)
Pulizia meccanica post–essiccazione	La pulizia meccanica consente di rimuovere le impurità, le polveri, le cariossidi leggere e gli spezzati minuti caratterizzati da livelli di contaminazione maggiori rispetto alle cariossidi integre.	**molto elevata**	Regolare in modo ottimale gli apparati di pulizia (vagli, soffiatori, aspiratori, spazzolatrici). Gli scarti di produzione devono essere rapidamente allontanati.
Pulizia dei locali di stoccaggio	Le impurità e la sporcizia accumulata nei locali tra i cicli di stoccaggio sono fonti potenzialidi inquinamenti fungini.	**elevata**	Pulire accuratamente le strutture di stoccaggio prima e dopo lo stoccaggio. Nelle parti più difficili da pulire: trattare la superficie con antimicrobici.

Refrigerazione e ventilazione	La ventilazione e il controllo delle temperature sono fondamentali per prevenire lo sviluppo di muffe riducendo al minimo le porzioni della massa stoccata che presentano microclima favorevole alla loro crescita (per fenomeni locali di condensa o accumulo accentuato dalle particelle più fini).	**elevata**	Quando è possibile: impiegare silos e capannoni dotati di sistemi di ventilazione e/o di refrigerazione Mantenere un'umidità della granella al di sotto del 18% (ottimale 12%) e comunque non superiore a 25°C.
Movimentazione della massa e pulizia della granella in fase di stoccaggio	Il formarsi di zone con condensa ("rinverdimento") o accumulo di particelle più fini può determinare un innalzamento della temperatura e favorire lo sviluppo di muffe.	**elevata**	Attuare periodiche movimentazioni della massa, eseguendo se possibile ricicli ed areazioni per evitare la formazione di condensazioni e nuclei surriscaldati. Nei sili a torre: rimuovere la carota centrale e procedere con la pulizia meccanica della stessa. In condizioni di probabile elevata contaminazione: procedere con pulizie meccaniche durante la movimentazione.
Pulizia con la selezionatrice ottica	Le cariossidi contaminate da muffe del genere *Fusarium* sono ben distinguibili per la colorazione alterata. La loro rimozione dalla massa consente di abbassare significativamente la contaminazione.	**molto elevata**	Quando la selezionatrice è presente, rimuovere le cariossidi alterate dopo la pulitura meccanica nel corso dello stoccaggio. La taratura della selezionatrice deve essere effettuata in relazione alle necessità e al livello di pulitura richiesto. Gli scarti possono quindi essere ripassati alla selezionatrice per un loro parziale recupero.
Trattamento insetticida e rodenticida durante lo stoccaggio	Gli insetti possono lesionare la cariosside favorendo la penetrazione dei funghi. I roditori possono localmente creare condizioni microclimatiche favorevoli alla proliferazione fungina.	**significativa**	In presenza di attacchi: seguire trattamenti insetticidi e rodenticidi. Quando è possibile mantenere temperature <18°C per ridurre la proliferazioni di insetti.

Monitoraggio delle condizioni di stoccaggio	-	**significativa**	Effettuare osservazioni frequenti di odore, colore, temperatura, umidità, infestazione di insetti. Dotare i locali di stoccaggio di sonde automatiche collocate in ogni parte del locale di stoccaggio. Quando è possibile installare campionatori automatici collocati in linea (dinamici) per poter prelevare campioni più rappresentativi e ottenere dati maggiormente affidabili. Monitorare il contenuto di DON e T2-HT2 con campionamenti periodici.
Sequenza di svuotamento delle strutture	-	**significativa**	Privilegiare lo svuotamento rapido delle strutture con minore controllo del microclima.

Azione F5.5 Produzione di manuali e linee guida per le buone pratiche di gestione del frumento al conferimento e dopo

A seguito dei campionamenti di insetti dannosi condotti presso la Cooperativa Maidicola e la verifica in laboratorio e in azienda dei parametri termici che influenzano lo sviluppo delle popolazioni di insetti dannosi al grano sono state definite le linee guida sotto riportate per la gestione ottimale della refrigerazione di silos.

Problematica	Azione consigliata
Prolungare il periodo di conservazione: il metabolismo delle cariossidi produce calore e umidità e causa calo ponderale dei cereali.	**Ridurre la temperatura del grano sotto i 17 °C.**
Presenza di insetti: le popolazioni di insetti all'interno della massa cerealicola si sviluppano rapidamente a 25-33°.	In caso di presenza di insetti infestanti, **raffreddare la massa controllandone la temperatura ogni 2-3 giorni finché non ha raggiunto i 17°C e poi controllare ogni settimana.**
Formazione di punti caldi: Il metabolismo del cereale e degli insetti sviluppa calore creando punti caldi nella massa cerealicola.	**Raffreddare ad intervalli** anche quando la temperatura del grano è già scesa a 17°C per prevenire la formazione punti caldi.
·**Grano con elevata umidità:** Il raffreddamento consente di stoccare il grano con un contenuto di umidità più elevato in quanto abbassando la temperatura si abbassa l'umidità relativa.	In caso di raccolta di grano umido (15–18% di umidità) **raffreddare fino a 17°C.** In caso di umidità > 18% il grano va tuttavia anche essiccato per prevenire la formazione di funghi micotossigenici.
Formazione di condensa: Quando l'aria calda dal centro di una massa incontra le pareti fredde del silos, può formarsi della condensa. L'umidità in superficie o la formazione di tasche umide nella massa favorirà lo sviluppo di muffe e il riscaldamento e germinazione del grano.	**Aerare il grano** per abbassare ed uniformare la temperatura. **Controllare regolarmente la temperatura** della massa cerealicola.

Azione F5.6 Report Finale

Tutte le attività ed i risultati del progetto sono stati riportati nella presente relazione conclusiva tecnico-scientifica finale.

Fase 6. Attività di trasferimento innovazioni e di disseminazione dei risultati

Un'importante fase del progetto è stata quella di diffondere i risultati del progetto e di informare gli operatori del settore rispetto alle diverse tematiche. A questo scopo sono stati organizzati 2 workshop ed incontri teorico pratici con *farm visit* aperti ad agricoltori, agronomi, studenti ed altri portatori di interesse con diffusione di materiale informativo. Fulcro delle attività è il portale web dove i vari fruitori possono trovare tutte le informazioni relative al progetto ed alle giornate divulgative e che rimarrà in vita anche dopo la fine del progetto stesso. I risultati del progetto sono anche stati presentati

a congressi internazionali e divulgati sotto forma di tesi di laurea sotto forma di seminari durante corsi di insegnamento nelle diverse Università.

Azione F6.1 Creazione di un portale/piattaforma web per i contributi di innovazione e disseminazione dei risultati

Nel mese di giugno 2017 è stato attivato il sito web del progetto all'indirizzo: http://innovacereali.maidicolasovicille.it che continuerà ad esistere anche dopo la fine del progetto.

Il portale contiene specifiche sezioni dedicate a: descrizione del progetto, obiettivi che il progetto si prefigge e partecipanti. Sono inoltre presenti gli eventi di divulgazione più importanti con le relative locandine e soprattutto con i contenuti delle singole presentazioni da parte degli oratori. Anche i prodotti finali del progetto, quali manuali e linee guida sono disponibili sul sito ed accessibili a tutti. Alla fine del progetto sarà disponibile on line anche la presente relazione tecnico-scientifica finale.

Azioni F6.2 F6.3 F6.4 Incontri teorico/pratici

Nell'ambito di queste attività sono stati organizzati 4 incontri teorico pratici le cui finalità erano quelle di trasferire le innovazioni del progetto sulle buone pratiche agricole, gestione delle micotossine e gestione degli insetti infestanti. Tutto il materiale relativo agli incontri è reperibile sul sito web del progetto, le locandine e l'elenco partecipanti è in allegato alla presente relazione, mentre come già indicato le presentazioni e altro materiale divulgativo sono reperibili sul sito web. I primi 2 incontri si sono svolti il 29 marzo ed il 26 ottobre 2017 presso la sala del circolo ARCI di Ampugnano Sovicille (SI), il terzo incontro si è svolto il 28 Novembre 2017, presso il Complesso didattico Pian dei Mantellini – Università di Siena (SI), il quarto incontro si è svolto il 29 maggio 2018 presso la sede della Soc. Coop. Maidicola e con visita ai campi sperimentali. I partecipanti alle giornate sono stati numerosi ed appartenenti a diverse categorie: studenti di scuola media superiore, studenti universitari, professori universitari, agricoltori ed agronomi.

Prima giornata di incontri teorico- pratici

La prima giornata di incontri teorico pratici del progetto INNOVACEREALI si è svolta mercoledì 29 Marzo presso il circolo Arci di Ampugnano (Sovicille). La giornata ha proposto gli interventi di ricercatori e docenti dell'Università di Siena, Firenze e Pisa sulle tematiche riguardanti la cerealicoltura con la presentazione del progetto INNOVACEREALI. L'evento ha previsto la partecipazione oltre che degli agricoltori della zona e dei dottori agronomi anche degli studenti dell'Istituto d'istruzione Superiore B. Ricasoli di Siena. La giornata si è aperta con il saluto del presidente della Maidicola Sovicille Società cooperativa agricola Adriano Bindi, successivamente sono intervenuti la dott.ssa Rosanna Zari che ha illustrato il progetto integrato di filiera "Cereali Sovicille e Dintorni" di cui la misura 16.2 INNOVACEREALI fa parte. A seguire i ricercatori delle Università partner hanno esposto le tematiche oggetto del progetto. Il pomeriggio è stato dedicato alla visita del centro cereali della cooperativa e dei campi sperimentali.

Giornata incontri teorico pratici sulla gestione degli insetti infestanti

Il 26 ottobre 2017, ore 9.00 presso il Circolo ARCI Ampugnano (SI) si è tenuta la seconda delle giornate di incontri teorico pratici previste nel progetto. La giornata ha proposto gli interventi dei ricercatori e docenti dell'Università di Pisa sulle tematiche riguardanti il riconoscimento e la gestione degli insetti infestanti del grano negli impianti di stoccaggio

Trasferimento dell'innovazione ottenuta in merito ad aspetti teorici/pratici sulla gestione delle micotossine

Il 28 novembre 2017 si è svolto presso il Complesso didattico Pian dei Mantellini dell'Università di Siena. l'incontro teorico-pratico sulla gestione delle micotossine La giornata, aperta da un intervento del responsabile scientifico del progetto INNOVACEREALI per illustrare le finalità dello stesso, ha proposto interventi dei ricercatori del CNR-ISPA sulle tematiche riguardanti il rischio connesso con la contaminazione da micotossine nei cereali, sui requisiti normativi (regolamenti per il campionamento e l'analisi), lo sviluppo e applicazione di metodiche per il controllo della contaminazione e la prevenzione in campo.

La giornata ha incluso anche dimostrazioni pratiche di metodiche rapide per la determinazione di micotossine *in situ* da parte di aziende specializzate in questo settore. In particolare sono intervenute le aziende Romer Labs, VICAM a Waters Business, r-biopharm Italia.

Giornata incontri teorico pratici per il trasferimento delle buone pratiche agricole per la coltivazione del grano duro e tenero. Farm-visit ai campi sperimentali

Il 29 Maggio si è svolta la giornata riguardante il trasferimento delle buone pratiche agricole per la coltivazione del grano duro e tenero, nelle aziende agricole dove erano in corso di svolgimento i campi sperimentali del progetto. Il programma ha previsto la visita ai campi sperimentali da parte degli intervenuti (studenti di scuola secondaria superiore ed Università ed agricoltori) accompagnati dal prof. Amedeo Reyneri Ordinario di Ecologia agraria e di Coltivazioni erbacee presso il Dip. di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari -Università di Torino che ha illustrato i progressi delle sperimentazioni descrivendo gli intenti e i risultati attesi dal progetto.

ALTRE ATTIVITÀ DIVULGATIVE

Oltre alle attività previste in dettaglio dal progetto sono state effettuate presentazioni a congressi internazionali quali il congresso della SETAC Europe a Roma ed il congresso ESCPB a Porto. I contenuti del progetto sono stati divulgati inoltre sotto forma di seminari durante corsi di insegnamento nelle diverse Università e sotto forma di tesi di laurea, di seguito vengono riportati i dettagli di alcune tesi di laurea:

Università di Siena - Corso di Laurea in Biotecnologie

"Analisi qualitativa su cinque genotipi di grano duro (Triticum durum) coltivati in Val d'Arbia" Tesi di laurea di: Simone Natali Relatore: Prof. Giampiero Cai Correlatori: Dr. Marco Romi, Dr. Roberto Berni. Anno Accademico 2016/2017.

"Parametri qualitativi di grano duro e tenero sottoposto a diverse lavorazioni del terreno"
Tesi di laurea di: Giulia Gorelli Relatore: Prof. Giampiero Cai Correlatori: Dr.ssa Chiara Piccini, Dr. Roberto Berni. Anno Accademico 2017/2018.

Università di Siena - Corso di Laurea in Scienze Ambientali e Naturali

"Valutazione della tossicità del fungicida Prosaro® sulla specie non target Eisenia fetida (Savigny, 1826) attraverso l'utilizzo di biomarker " Tesi di Laurea di Andrea Maccantelli. Relatore Prof.ssa Silvia Casini Correlatori Dr.ssa Ilaria Caliani, Dr. Tommaso Campani Anno Accademico 2015/2016.

"Valutazione di un set di biomarkers in Eisenia fetida (Savigny, 1826) per il monitoraggio degli effetti tossicologici di fungicidi utilizzati per la difesa del grano" Tesi di Laurea di Marco Tani RelatoreProf.ssa Silvia Casini Correlatori Dott.ssa Ilaria Caliani, Dott. Tommaso Campani

"Monitoraggio degli effetti tossicologici di fungicidi commerciali tramite l'uso di un set di biomarkers in eisenia fetida (SAVIGNY, 1826) " Tesi di Laurea di Irene Gazzei RelatoreProf.ssa Silvia Casini Correlatore Dott. Tommaso Campani

Azione F6.5 Organizzazione di Workshop per la disseminazione e discussione dei risultati, uno dopo 12 mesi e uno finale

Per la discussione e la disseminazione dei risultati sono stati organizzati due workshop, uno dopo 1 anno dall'inizio del progetto ed uno alla fine. Le sedi utilizzate sono in grado di garantire una notevole capienza ed una rilevanza istituzionale: workshop intermedio effettuato presso l'Aula Magna Scienze Politiche - Università di Siena– Siena, il 25 Gennaio 2018; workshop finale presso Camera di Commercio di Siena, 9 Ottobre 2018..Sono state invitate agli workshops tutte le categorie portatrici di interesse, in particolare: agricoltori, aziende agricole, associazioni di categoria, rappresentanti enti locali (comuni, province, regione), studenti di scuole medie superiori e studenti universitari. Gli eventi sono pubblicizzati anche attraverso il sito web del progetto ed i siti web degli enti partner del progetto. Durante gli workshops sono stati presentati e discussi i risultati del progetto, sottolineando gli aspetti innovativi, stimolando il confronto e la discussione. Sono stati presentati e distribuiti anche i manuali e le linee guida relativi alle buone pratiche di coltivazione, alla gestione delle micotossine ed alla gestione degli insetti infestanti. Tra gli indicatori di impatto per la disseminazione sono stati considerati: il numero di adesioni agli eventi (tramite registrazione delle presenze e fogli firma), la capacità di suscitare il dibattito, l'interesse da parte dei giovani ed in particolare degli studenti.

Azione F6.6 Sviluppo di collegamenti a network nazionali ed internazionali

Le attività ed i risultati del progetto saranno ampiamente condivise a livello nazionale ed internazionale, in particolare con "the agricultural European Innovation Partnership" - EIP-AGRI con cui i responsabili del progetto sono già in contatto.

In particolare per quanto riguarda le attività di monitoraggio e controllo delle micotossine, il progetto INNOVACEREALI si pone in assoluta coerenza con gli obiettivi generali della programmazione nazionale e comunitaria. Infatti, la sicurezza dei prodotti è diventata un fattore chiave della politica agroalimentare europea, portando l'UE a lanciare una strategia a tutto tondo, investendo tutta la filiera, con l'intento di rafforzare la fiducia dei consumatori relativamente agli alimenti che consumano. In particolare le attività del progetto INNOVACEREALI sono state svolte in sinergia con quelle del progetto MycoKey (www.mycokey.eu), finanziato nell'ambito del Programma Horizon 2020 e coordinato dal CNR-ISPA, che include la messa a punto di metodi rapidi di diagnosi e di sistemi di rilevazione basati su sensori e droni per la costruzione di un sistema di gestione integrato per la prevenzione e il controllo della contaminazione da micotossine.

Azione F6.7 Diffusione di manuali e linee guida formato cartaceo o digitale

I prodotti finali del progetto quali manuali e linee guida, saranno ampiamente diffusi in forma cartacea, durante l'workshop finale, durante altri eventi ai quali parteciperanno i partner del progetto, ai soci della Maidicola ed attraverso altri enti operanti nel settore e le associazioni di categoria. Saranno inoltre resi disponibili con libero accesso nel sito web del progetto.

Ricadute economiche ed ambientali

I risultati ottenuti dal progetto nelle diverse fasi comprendono una serie di ricadute economiche ed ambientali che vengono riportate di seguito.
La predisposizione di Linee Guida (LG) è la necessaria premessa per la stesura di Capitolati di Fornitura per contratti avanzati di filiera. Le linee guida utili a questi fini debbono rispondere ai seguenti requisiti: a)condivisi tra i principali attori della filiera; b) applicabili nella maggior parte delle condizioni operative; c) interessare l'intero processo produttivo (pre-semina, fase colturale, fase post-raccolta); c) verificabili e aggiornabili con le successive esperienza; d) efficaci nel migliorare le produzioni sia in termini qualitativi sia produttivi; e) in linea con le richieste di una maggiore

sostenibilità ambientale e con i regolamenti in materia; f) in grado di aumentare la redditività e il valore aggiunto del processo. In sintesi le LG sono l'essenziale strumento che indirizza una produzione indistinta (commodity) una canalizzata e individuata per dei caratteri distinti (specialty) in grado di sostenere la competitività del settore.
Da un punto di vista ambientale la razionalizzazione degli interventi di difesa da crittogame mediante sistemi di monitoraggio in campo e sul territorio consente di immettere nell'ambiente minori quantità di prodotti di sintesi per la difesa. Anche la selezione e l'utilizzo di varietà di frumento duro e tenero con maggiore livello di resistenza consente una diminuzione nella immissione ambientale di prodotti di sintesi. La razionalizzazione degli apporti dei nutrienti ed il conseguente aumento della loro efficienza di impiego determina una diminuzione delle quantità di fertilizzanti rilasciati nel suolo coltivato.
Le attività relative alle metodiche per la valutazione delle micotossine svolte nel progetto hanno consentito di mettere a disposizione delle aziende un metodo di analisi rapido ed economico per la determinazione del DON in frumento duro e tenero con un notevole abbattimento dei tempi e dei costi delle analisi di monitoraggio e di conseguenza dei costi di produzione. In particolare, il costo medio delle analisi HPLC con la metodica ufficiale è di circa 60-80 euro, con un tempo di analisi di 2-3 ore, l'utilizzo della metodica rapida consente di ridurre il costo medio dell'analisi a circa 6-8 euro e il tempo di analisi a 10-15 minuti. È da considerarsi inoltre la completa eliminazione dell'utilizzo di solventi organici necessari per l'analisi strumentale (HPLC).
Per quanto riguarda le innovazioni proposte in merito alla gestione degli insetti infestanti il grano, al termine del progetto è possibile confermare le positive ricadute economiche e ambientali previste per queste in fase progettuale. Infatti, relativamente all'azione F3.11, per il monitoraggio, confrontando le catture effettuate con le trappole a feromoni e quelle con l'olio essenziale di Canella, queste ultime risultano essere di gran lunga le più attrattive nei confronti di tutte le specie di coleotteri dei cereali. Oltre alla maggiore efficacia vi sono anche altri vantaggi quale la disponibilità della materia prima ed il costo che è nettamente inferiore a quello dei feromoni (ogni dispenser di feromone costa circa 4 euro mentre l'innesco con l'olio essenziale costa 12 centesimi). Le trappole proposte inoltre hanno il vantaggio che possono essere preparate in azienda. Inoltre, in linea con gli obiettivi dell'Azione F3.12 inerente l'implementazione di sistemi alternativi di controllo degli insetti dannosi, l'aggiunta di oli essenziali alle diatomee, valutato in un impianto pilota, ha aumentato notevolmente l'efficacia di queste ultime. Ai fini pratici, questo consente un notevole abbassamento della dose di diatomee necessaria per il controllo degli insetti dannosi alle derrate. Le dosi utili di diatomee da etichetta sono pari a 2kg/t per il trattamento di grano infestato. Dai risultati ottenuti è emerso che è possibile diminuire la dose di circa 20 volte mantenendo inalterata l'efficacia e consentendo un risparmio economico determinato dalla salvaguardia dell'efficienza degli impianti e in termini di salute degli operatori del settore. Dal punto di vista economico, infine l'adozione delle linee guida proposte per la refrigerazione dei cereali conservati comporta una sicura riduzione dei costi, legati alla considerevole riduzione dell'energia elettrica impiegata per l'impianto di refrigerazione.
I risultati del progetto hanno consentito di mettere a disposizione delle aziende gli strumenti per una scelta razionale delle tecniche agronomiche economicamente più convenienti per la coltivazione del frumento e per il miglioramento dell'efficienza economica dell'ordinamento colturale dei seminativi, nonché per la valutazione della sostenibilità economica delle tecniche virtuose dal punto di vista ambientale

Considerazioni conclusive

Il progetto Innovacereali propone delle risposte concrete alle problematiche legate alla produzione del frumento duro e tenero coltivato in provincia di Siena: il miglioramento della performance della filiera dal punto di vista quantitativo e qualitativo**,** in un'ottica di sostenibilità ambientale.
In linea con gli obiettivi del progetto, l'attività dei campi sperimentali ha permesso un inquadramento della potenzialità produttiva e qualitativa delle produzioni di frumento duro e tenero, quest'ultimo per le diverse tipologie produttive (frumento panificabile, frumento panificabile superiore/di forza) ed ha consentito di individuare i percorsi produttivi per ottimizzare gli aspetti produttivi e qualitativi,

quest'ultimi sia in termini tecnologici, sia sanitari. Sono state redatte Linee Guida per la produzione in filiera avanzata di frumento tenero e duro nell'areale del Provincia di Siena (areali della piana del Merse, Colline e Crete Senesi), esportabili anche ad territori adiacenti con caratteristiche simili.
La sicurezza delle produzioni cerealicole nazionali, in termini di contaminazione da micotossine, rappresenta un serio problema con ripercussioni sia di carattere socio-economico che sanitario in misura tale da richiamare sempre maggiore attenzione da parte dei produttori e dei consumatori. I metodi di tipo cromatografico comunemente utilizzati per la determinazione delle micotossine nei cereali, sebbene garantiscano un'elevata affidabilità nella risposta, necessitano di laboratori attrezzati e di personale qualificato, non sempre disponibili presso i centri di raccolta e i molini. E' pertanto in continuo aumento l'interesse per lo sviluppo di metodi rapidi, semplici, sensibili ed affidabili per la determinazione analitica on-site e a basso costo di questi contaminanti. Le attività svolte nel progetto Innovacereali e i relativi risultati hanno contribuito alla implementazione di metodiche di analisi rapide e affidabili consentendo agli operatori di avere un controllo immediato delle materie prime in entrata e poter decidere rapidamente sia gli acquisti, sia migliorare la qualificazione delle partite in funzione della destinazione d'uso evitando di far entrare nella filiera partite contaminate da micotossine a livelli superiori ai limiti di legge. Questi output possono essere applicati in altre realtà del territorio ed esportati in territori similari.
Le attività svolte con il progetto hanno consentito di fornire alle aziende una metodologia di controllo degli infestanti, mediante diatomee aromatizzate con oli essenziali, semplice, non tossica, a basso impatto ambientale e a costo minore rispetto ai trattamenti insetticidi con prodotti convenzionali. Inoltre, le linee guida prodotte per la refrigerazione dei cereali consentiranno un risparmio energetico e quindi economico non indifferente dato che le temperature di gestione potranno essere sensibilmente aumentate di 2-3°C rispetto alle temperature suggerite dalle ditte produttrici degli impianti di refrigerazione. Questi output possono essere applicati in altre realtà del territorio ed esportati in territori similari.
Negli ultimi anni il prezzo del frumento ha subito una progressiva diminuzione fino a livelli che pongono seri dubbi sul permanere di una soddisfacente redditività della sua coltivazione, con rischio di abbandono dei terreni e gravi ripercussioni sia sociali che ambientali. Le strategie di miglioramento della redditività non possono prescindere dall'offerta da parte della fase agricola della filiera di una qualità maggiore o comunque diversa dall'attuale più apprezzata dal mercato. Occorre quindi definire questa qualità, le tecniche agronomiche per ottenerla e commerciali per valorizzarla. Le attività svolte nel progetto e i risultati ottenuti forniscono agli agricoltori uno strumento di supporto per valutare la convenienza economica di tecniche colturali alternative alle attuali. La stima dei costi di produzione è stata eseguita su dati rilevati nella zona di interesse del progetto rendendo i risultati ottenuti aderenti alla realtà locale e utilizzabili anche in altre aree.

Bibliografia di Riferimento

Abozed, S. S., El-Kalyoubi, M., Abdelrashid, A., & Salama, M. F. (2014). Total phenolic contents and antioxidant activities of various solvent extracts from whole wheat and bran. Annals of Agricultural Sciences, 59(1), 63-67.

Ager (2018), Listino Prezzi Borsa Merci Bologna, http://www.agerborsamerci.it/listino/listino.html

Ahi, P. e Searcy, C. (2013) "A comparative literature analysis of definitions for green and sustainable supply chain management", Journal of Cleaner Production, 52.

Ahmad, I., Hamid, T., Fatima, M., Chand, H. S., Jain, S. K., Athar, M., & Raisuddin, S. (2000). Induction of hepatic antioxidants in freshwater catfish (Channa punctatus Bloch) is a *biomarker* of paper mill effluent exposure. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, ***1523***(1), 37-48.

Ainsworth, E. A., & Gillespie, K. M. (2007). Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent. Nature protocols, 2(4), 875.
Akbay P, Basaran AA, Undeger U, Basaran N. (2003) In vitro immune modulatory activity of flavonoid glycosides from Utrica dioica L, Phytother Res., 17, 34-37.

Amadei G. (2013), Incontro su: Grano, pane e pasta Firenze, Accademia dei Georgofili, 19 settembre 2007.

Antolovich, M., Prenzler, P. D., Patsalides, E., McDonald, S., & Robards, K. (2002). Methods for testing antioxidant activity. Analyst, 127(1), 183-198.

Araus, J. L., Ferrio, J. P., Buxò, R., & Voltas, J. (2006). The historical perspective of dryland agriculture: lessons learned from 10 000 years of wheat cultivation. Journal of Experimental Botany, 58(2), 131-145.

Ashby, A., Leat, M. e Hudson-Smith, M. (2012) "Making connections: a review of supply chain management and sustainability literature", Supply Chain Management: An International Journal, 17, 5.

Atalla, M. M., Hassanein, N. M., El-Beih, A. A., & Youssef, Y. A. G. (2003). Mycotoxin production in wheat grains by different Aspergilli in relation to different relative humidities and storage periods. Molecular Nutrition & Food Research, 47 (1), 6-10.

Bara MT, Ribeiro PA, Arantes MC, Amorim L, Paula JR. (2006) Determination of active principles in vegetable raw materials. J Pharmacogn. 6:211–5.

Bargagli, R. (1998). *Trace elements in terrestrial plants*. Springer. (2012). *Ecologia applicata – per un uso consapevole dell'aria, dell'acqua e del suolo.*

Bartlewicz, J., Pozo, M. I., Honnay, O., Lievens, B., & Jacquemyn, H. (2016). Effects of agricultural fungicides on microorganisms associated with floral nectar: susceptibility assays and field experiments. *Environmental Science and Pollution Research*, ***23***(19), 19776-19786.

Bartley, P. G., Nelson, S. O., McClendon, R. W., & Trabelsi, S. (1998). Determining moisture content of wheat with an artificial neural network from microwave transmission measurements. IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 47 (1), 123-126.

Baubilis, A. J., Lu, C., Clydesdale, F. M., & Decker, E. A. (2000). Potential of wheat-based breakfast cereals as a source of dietary antioxidants. Journal of the American College of Nutrition, 19(sup3), 308S-311S.

Bell, G. D. H. (1987). The historical wheat cultivation. In Wheat Breeding (pp. 31-49). Springer Netherlands.

Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. Analytical biochemistry, 239(1), 70-76.

Beske, P., Land, A. e Seuring, S. (2014), "Sustainable supply chain management practices and dynamic capabilities in the food industry: A critical analysis of the literature", *International Journal of Production Economics*, 152

Bianco, P.M., Jacomini, C., (Ottobre 2015) (ISPRA, Dipartimento Difesa della Natura). *Diffusione, destino ambientale e danni ecologici dei prodotti chimici per l'agricoltura in Italia*

Bird, R. P., & Draper, H. H. (1984). [35] Comparative studies on different methods of malonaldehyde determination. *Methods in enzymology*, ***105***, 299-305.

Blandino M., Reyneri A (2018), Grano tenero: vantaggi a 360° con il seme certificato, L'Informatore Agrario 31/2018,

Bobo-García, G. et al. (2015) Intra-laboratory validation of microplate methods for total phenolic content and antioxidant activity on polyphenolic extracts, and comparison with conventional spectrophotometric methods. J. Sci. Food Agric.95, 204–209.

Bodria L., Pellizzi G., Piccarolo P. (2013), Meccanica e meccanizzazione agricola, Edagricole.

Bolzonella C., Chiodini G., Coletta A. (2014), Impatto della nuova Pac sui cereali italiani. L'Informatore Agrario, 45. Centro interuniversitario di contabilità agricolo forestale (Contagraf)

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantition of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. *Anal biochem*, ***72***, 248-254.

Brandenburg, M., Govindan, K., Sarkis, J.e Seuring, S. (2014), "Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions", *European Journal of Operational Research*, 233, 2.

Bravo, L. (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. Nutrition reviews, 56 (11), 317-333.

Campanini, E. (2012). Dizionario di fitoterapia e piante medicinali. Tecniche nuove.

Carratu, B., & Sanzini, E. (2005). Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetale. ANNALI-ISTITUTO SUPERIORE DI SANITA, 41(1), 7.

Carter, C.R. e Easton, L.P. (2011) "Sustainable supply chain management: evolution and future directions", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41, 1.

Carter, C.R. e Rogers, D.S. (2008) "A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory*", International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38, 5.

Casati D. (2017), Futuro incerto per il mercato del grano e della pasta. Molini d'Italia.

Celaschi F. (2000), "Il design della forma merce", Il Sole 24 ore, Milano.

Chiodini G. (2018) Seme certificato o aziendale, costi e benefici a confronto, L'Informatore Agrario n. 31/2018.

Cho, S. S., Qi, L., Fahey, G, C., & Klurfeld, D. M. (2013). Consumption of cereal fiber, mixtures of whole grains and bran, and whole grains and risk reduction in type 2 diabetes, obesity, and cardiovascular disease. The American journal of clinical nutrition, ajcn-067629.

Ciliberti F., Pontrandolfo P. e Scozzi B. (2008) "Investigating corporate social responsibility in supply chains: a SME perspective", *Journal of Cleaner Production*, 16.

Conticelli C. (2010), Contratti e costi di produzione, quali prospettive in Toscana? L'Informatore Agrario, n. 38/2010

D'Alessandro, A., & Zolla, L. (2011). We are what we eat: food safety and proteomics. Journal of proteome research, 11(1), 26-36

Davies, K. J. (1995, November). Oxidative stress: the paradox of aerobic life. In *Biochemical Society Symposia* (Vol. 61, pp. 1-31). Portland Press Limited.

De Marco O. (1993), "200 Years of Warekunde: Past, Present, Future", Proceedings of the 9th IGWT Symposium Budapest on Envonmentally Sound Products with Clean.

Depledge, M. H., & Fossi, M. C. (1994). The role of *biomarkers* in environmental assessment (2). *Invertebrates. Ecotoxicology*, ***3***(3), 161-172.

Dexter, A. R. (2004). Soil physical quality: part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. Geoderma, 120(3), 201-214

Di Pasquale, J. (2009). Consumi alimentari e innovazione: gli alimenti funzionali. AgriRegioniEuropa, anno 5, numero 17.

Dillard, C. J., & German, J. B. (2000). Phytochemicals: nutraceuticals and human healt. Journal of the Science of Food and Agricolture, 80(12), 1744-1756.

Edwards, C. A. (Ed.). (2004). *Earthworm ecology*. CRC press.

Edwards, C. A., & Bohlen, P. J. (1996). *Biology and ecology of earthworms* (Vol. 3). Springer Science & Business Media.

FAO (2007) "Agro-industrial supply chain management: concepts and applications", FAO: Rome.

FAOSTAT (2016).

Fedrizzi M., Sperandio G., Guerrieri M., Pagano M., Bazzoffi P. (2016) Valutazione del differenziale economico di competitività indotto dagli standard di condizionalità a carico delle aziende agricole: metodologie utilizzate. Italian Journal of Agronomy. DOI: 10.4081/ija.2015.696

Ferreira, D., da Motta, A. C., Kreutz, L. C., Toni, C., Loro, V. L., & Barcellos, L. J. G. (2010). Assessment of oxidative stress in Rhamdia quelen exposed to agrichemicals. *Chemosphere*, ***79***(9), 914-921.

Flagella Z. (2006). Qualità nutrizionale e tecnologica del frumento duro. Ital. J. Agron, 1, 203-239.

Fornara M. e altri (2018), Toscana e Lazio, in Speciale grano tenero L'Informatore Agrario n. 31

Frascarelli A. (2017), 10 milioni di € per i contratti di filiera grano duro, Terra e Vita. https://terraevita.edagricole.it/seminativi/10-milioni-di-e-per-i-contratti-di-filiera-grano-duro/.

Frattini L. e M. Valvassori – caratterizzazione morfo-fisiologica delle varietà di frumento (1976).

Gasemzadeh, A., & Ghasemzadeh, N. (2011). Flavonoids and phenolic acids: Role and biochemical activity in plants and human. Journal of medicinal plant research, 5(31), 6697-6703.

Georgé S., Brat P., Alter P., Amiot M.J. (2005). Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 1370-1373.Hammer, K.

Filatenko, A. A., & Pistrick, K. (2011). Taxonomic remarks on Triticum L. and Triticosecale Wittm. Genetic Resources and Crop Evolution, 58(1), 3-10

Habig, W. H., Pabst, M. J., & Jakoby, W. B. (1974). Glutathione S-transferases the first enzymatic step in mercapturic acid formation. *Journal of biological Chemistry*, ***249***(22), 7130-7139

Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford University Press, USA

Han, Y., Liu, T., Wang, J., Wang, J., Zhang, C., & Zhu, L. (2016). Genotoxicity and oxidative stress induced by the fungicide azoxystrobin in zebrafish (Danio rerio) livers. *Pesticide biochemistry and physiology*, ***133***, 13-19.

Hassini, E., Surti, C. e Searcy, C. (2012) "A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics", *International Journal of Production Economics*, 140, 1.

Huang, A. G., Tu, X., Liu, L., Wang, G. X., & Ling, F. (2016). The oxidative stress response of myclobutanil and cyproconazole on Tetrahymena thermophila. *Environmental toxicology and pharmacology*, ***41***, 211-218.

INDICOD, La Qualità A Supporto Della Competitività Della Filiera Agroalimentare Italiana, https://gs1it.org/content/public/8d/15/8d157c9a-9017-4ef1-b7eb-6f470fd79aad/qualitacompetitivita.pdf

ISMEA (2017), Metodologia per l'individuazione delle unità di costo standard (UCS) per le macchine agricole per la Misura 4 dei PSR - Documento realizzato nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale Piano 2015-16 - Scheda Progetto Ismea 7.1 "Capacità amministrativa"

ISMEA (2017), Schede di settore - Settore: Cereali

Jack R. Harlan- crops and man (1975).

Jacobs, D. R., & Gallaher, D. D. (2004). Whole grain intake and cardiovascular disease: a review. Current atherosclerosis reports, 6(6), 415-423.

Jaffee, S., Siegel, P. e Andrews, C. (2010) "Rapid agricultural supply chain risk assessment: a conceptual framework", *Agriculture and Rural Development Discussion Paper n. 47*, The World Bank.

Josková, R., Šilerová, M., Procházková, P., & Bilej, M. (2009). Identification and cloning of an invertebrate-type lysozyme from Eisenia andrei. *Developmental & Comparative Immunology*, **33**(8), 932-938.

Kaufman PB, Cseke LJ, Warber S, Duke JA, Brielmann, Natural products from plants, CRC press, New York, 1999, 20-22.

Kaur, C., & Kapoor, H. C. (2001). Antioxidants in fruits and vegetables–the millennium's health. International journal of food science & technology, 36(7), 703-725.

Kumar, S., S. Teichman e T. Timpernagel (2012) "A Green Supply Chain is a Requirement for Profitability", *International Journal of Production Research*, 5, 1.

Laino, P., Shelton, D., Finnie, C., De Leonardis, A. M., Mastrangelo, A. M., Svensson, B., ... & Masci, S. (2010). Comparative proteome analysis of metabolic proteins from seeds of durum wheat (cv. Svevo) subjected to heat stress. Proteomics, 10 (12), 2359-2368.

Landrum, M., Canas, J. E., Coimbatore, G., Cobb, G. P., Jackson, W. A., Zhang, B., & Anderson, T. A. (2006). Effects of perchlorate on earthworm (Eisenia fetida) survival and reproductive success. *Science of the Total Environment*, ***363***(1), 237-244.

Lanno, R., Wells, J., Conder, J., Bradham, K., & Basta, N. (2004). The bioavailability of chemicals in soil for earthworms. *Ecotoxicology and environmental safety*, ***57***(1), 39-47

Laureti T. (2006), L'efficienza rispetto alla frontiera delle possibilità produttive ISBN-10: 88-8453426-7 ISBN-13: 978-88-8453-426-2 © 2006, Firenze University Press.

Lee, K. E. (1985). *Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use.* Academic Press Inc.

Liangli, L. Y. (Ed.). (2008). Wheat antioxidants. John Wiley & Sons.Magalhães, L. M., Santos, F., Segundo, M. A., Reis, S., & Lima, J. L. (2010). Rapid microplate high-throughput methodology for assessment of Folin-Ciocalteu reducing capacity. Talanta, 83(2), 441-447.

L'Informatore Agrario (2011), Macchine operatrici - Prezzi nuovo, supplemento al n. 17

L'Informatore Agrario (2017), Guida all'acquisto, n. 28

Linton, J., Klassen, R., & Jayaraman, V. (2007) "Sustainable supply chains: An introduction", *Journal of Operations Management*, 25, 6.

Massaroni, E., Cozzolino, A. e Wankowicz, E. (2015) "Sustainability in Supply Chain Management - A Literature Review", *Sinergie Italian journal of management*, 33, 98.

OECD (1984). Guidelines for testing of chemicals: earthworm acute toxicity test. Paris, France. No. 207.Ohkawa, H., Ohishi, N., & Yagi, K. (1979). Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical biochemistry*, ***95***(2), 351-358.

Pagell, M. e Wu, Z. (2009). "Building a more complete theory of sustainable supply chain management using case studies of 10 exemplars", *Journal of Supply Chain Management*, 45, 2.

Pandey, K. B., & Rizvi, S. I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. Oxidative medicine and cellular longevity, 2(5), 270-278.

Pascale, M., Haidukowski, M., Perrone, G., Alvisi, G., Cristiani, C., Allegri, A., Pelliconi, F., (2006) *Effetto dei tempi di intervento sulla fusariosi della spiga.*
Peakall, D. B., & Shugart, L. R. (Eds.). (2013). *Biomarkers: research and application in the assessment of environmental health* (Vol. 68). Springer Science & Business Media.

Pelagalli M., (2018), Agro notizie 18/07/2018 Grano duro in calo del 4,2% all'origine secondo Ismea.

Pellegrini N, Serafini M, Colombi B, Del Rio D, Salvatore S, et al. (2003) Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. J Nutr 133: 2812–2819.

Pellerin-Massicotte, J. (1994). Oxidative processes as indicators of chemical stress in marine bivalves. *Journal of Aquatic Ecosystem Health*, ***3***(2), 101-111.

Petti, S., & Scully, C. (2009). Polyphenols, oral health and disease: A review. Journal of dentistry, 37(6), 413-423.

Polidori R, Romagnoli A. (1987): Tecniche e processo produttivo: analisi a "Fondi e flussi" della produzione nel settore agricolo, "Rivista di Economia Agraria", n. 3.

Polidori R. Rocchi B. (2013), Lezioni di economia agraria. Dispense del corso di economia agraria, Facoltà di Agraria di Firenze.

Quaranta F., e altri (2018), Centro Italia versante tirrenico, in Speciale grano duro L'Informatore Agrario n. 32.

Rico, A., Sabater, C., & Castillo, M. Á. (2016). Lethal and sub-lethal effects of five pesticides used in rice farming on the earthworm Eisenia fetida. *Ecotoxicology and environmental safety*, ***127***, 222-229.

Roberto Bartolini, La nuova agricoltura, II edizione, Edagricole, luglio 2015.

Rocchi B. (2016), Le filiere cereali, in Sistema Rurale Toscano, Rapporto 2016, IRPET-Regione Toscana

Römbke, J., Jänsch, S., & Didden, W. (2005). The use of earthworms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, ***62***(2), 249- 265.

Rousis, N. I., Bade, R., Bijlsma, L., Zuccato, E., Sancho, J. V., Hernandez, F., & Castiglioni, S., (2017). Monitoring a large number of pesticides and transformation products in water samples from Spain and Italy. *Environmental Research*, ***156***, 31-38.

Schreck, E., Geret, F., Gontier, L., & Treilhou, M. (2008). Neurotoxic effect and metabolic responses induced by a mixture of six pesticides on the earthworm Aporrectodea caliginosa nocturna. *Chemosphere*, ***71***(10), 1832-1839.

Schuler,S. F., Bacon, R. K., Finney, P. L., & Gbur, E. E. (1995). Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in soft red winter weath. Crop science, 35 (4), 949-953.

Seifried, H. E., Anderson, D. E., Fisher, E. I., & Milner, J. A. (2007). A review of the interaction among dietary antioxidants and reactive oxygen species. The Journal of nutritional biochemistry, 18(9), 567-579.

Serra S., Zuppiroli M. (2009), Il commercio dei cereali, Edagricole, Milano

Seuring, S. e Muller, M. (2008) "From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management", *Journal of Cleaner Production*, 16.

Shewry, P. R., Halford, N. G., Belton, P. S., & Tatham, A. S. (2002). The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences, 357(1418), 133-142.

Simpson, D. R., Weston, G. E., Turner, J. A., Jennings, P., & Nicholson, P. (2001). Differential control of head blight pathogens of wheat by fungicides and consequences for mycotoxin contamination of grain. European Journal of Plant Pathology, 107(4), 421-431.

Smith, G.B. (2008) "Developing sustainable food supply chains", *Philosophical Transactions of The Royal Society*, 363, 1492.

Solazzo R., Petriccione G., Perito M.A., (2015), Lo strumento contrattuale nella filiera del grano duro in Italia: i motivi della scarsa diffusione, Agriregionieuropa anno 11 n°43, Dic 2015.

Stegeman, J. J., Brouwer, M., DiGiulio, R. T., Forlin, L., Fowler, B. A., Sanders, B. M., & VanVeld, P. A. (1992). Enzyme and protein synthesis as indicators of contaminant exposure and effect.

Stephen L. DeFelice (1989), The NutraCeutical Revolution: Fueling a Powerful, New International Market.

Sturve, J., Almroth, B. C., & Förlin, L. (2008). Oxidative stress in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) exposed to sewage treatment plant effluent. *Ecotoxicology and environmental safety*, ***70***(3), 446-452.

Thaipong K, Boonprakob U, Crosby K, Cisneros-Zevallos L and Byrne DH (2006) Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis 19: 669–675.

Tsolakis, N.K., Keramydas, C.A., Toka, A.K., Aidonis, D.A. e Iakovou, E.T. (2014) "Agri-food supply chain management: a comprehensive hierarchical decision-making framework and critical taxonomy", *Bio-Systems Engineering*, 120.

Uttara, B., Singh, A. V., Zamboni, P., & Mahajan, R. T. (2009). Oxidative stress and neurodegenerative diseases: a review of upstream and downstream antioxidant therapeutic options. Current neuropharmacology, 7(1), 65-74.

Valavanidis, A., Vlahogianni, T., Dassenakis, M., & Scoullos, M. (2006). Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. *Ecotoxicology and environmental safety*, ***64***(2), 178-189.

Van der Sluijs, J. P., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., van Lexmond, M. B., Bonmatin, J. M., Chagnon, M. & Girolami, V. (2015). Conclusions of the Worldwide Integrated Assessment on the risks of neonicotinoids and fipronil to biodiversity and ecosystem functioning.

Vandana Shiva, (1993). *Monoculture della mente.*

Vassilev, K., & Kambourova, V. (2006). Pesticides as global environmental pollutants. In *Chemicals as intentional and accidental global environmental threats* (pp. 173-191). Springer Netherlands.

Verga G., Zuppiroli M. (2003) Integrazione e casualità nel mercato europeo del frumento tenero, Rivista di Economia Agraria n. 3 in Osservatorio per Veneto Agricoltura.

Ville, P., Roch, P., Cooper, E. L., & Narbonne, J. F. (1997). Immuno-Modulator Effects of Carbaryl and 2, 4 D in the Earthworm *Eisenia fetida* andrei. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, ***32***(3), 291-297.

Walker, C. H. (1995). Biochemical *biomarkers* in ecotoxicology—some recent developments. *Science of the Total Environment*, ***171***(1), 189-195.

Wang, K., Qi, S., Mu, X., Chai, T., Yang, Y., Wang, D., ... & Wang, C. (2015). Evaluation of the toxicity, AChE activity and DNA damage caused by imidacloprid on earthworms, *Eisenia fetida*. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, ***95***(4), 475-480.

Wang, X., Chang, L., & Sun, Z. (2011). Differential expression of genes in the earthworm *Eisenia fetida* following exposure to Escherichia coli O157: H7. *Developmental & Comparative Immunology*, ***35***(5), 525-529.

Wang, Y., Wu, S., Chen, L., Wu, C., Yu, R., Wang, Q., & Zhao, X. (2012). Toxicity assessment of 45 pesticides to the epigeic earthworm *Eisenia fetida*. *Chemosphere*, ***88***(4), 484-491.

Wawrzyniak J, Ryniecki A and Zembrzuski W (2005) Application of voltammetry to determine vitamin C in apple juices. Acta Sci Pol Technol Aliment 42: 5-16.

Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. Food microbiology, 24 (2), 115-119.

Willcox, J. K., Ash, S. L., & Catignani, G. L. (2004). Antioxidant and prevention of chronic disease. Critical reviews in food science and nutrition, 44(4), 275-295.

Winter, M. e Knemeyer, M., (2013) "Exploring the integration of sustainability and supply chain management: Current state and opportunities for future inquiry", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43, 1.

Wu, Z., e Pagell, M. (2011). "Balancing priorities: Decision-making in sustainable supply chain management", *Journal of Operations Management*, 29, 6.
Xu, D., Wen, Y., & Wang, K. (2010). Effect of chiral differences of metolachlor and its (S)- isomer on their toxicity to earthworms. *Ecotoxicology and environmental safety*, ***73***(8), 1925- 1931.

Yao, L. H., Jiang, Y. M., Shi, J., Tomas-Barberan, F. A., Datta, N., Singanusong, R., & Chen, S. S. (2004). Flavonoids in food and their health benefits. Plant food and human nutrition, 59(3), 113-122.

Zhang, B., Smith, P. N., & Anderson, T. A. (2006). Evaluating the bioavailability of explosive metabolites, hexahydro-1-nitroso-3, 5-dinitro-1, 3, 5-triazine (MNX) and hexahydro-1, 3, 5-trinitroso-1, 3, 5-triazine (TNX), in soils using passive sampling devices. *Journal of Chromatography A*, ***1101***(1), 38-45.

Zinedine, A., Soriano, J. M., Molto, J. C., & Manes, J. (2007). Review on the toxicity, occurrence, metabolism, detoxification, regulations and intake of zearalenone: an oestrogenic myotoxin. Food and chemical toxicology, 45 (1), 1-18.

Zubrod, J. P., Englert, D., Wolfram, J., Rosenfeldt, R. R., Feckler, A., Bundschuh, R., ... & Fink, P. (2017). Long-term effects of fungicides on leaf-associated microorganisms and shredder populations—an artificial stream study. *Environmental Toxicology and Chemistry*.

Appendici

2.8-A. Modelli dei questionari di rilevazione dati aziendali e colturali.

2.8-B. Coefficienti per calcolo costo orario delle macchine.
5.2-A. Software di calcolo

Allegati

Incontri presso Cooperativa Maidicola
Locandine e partecipanti eventi organizzati

Sovicille (SI), 9 Ottobre 2018

I partner del progetto MISURA 16.2 INNOVACEREALI

Maidicola SOVICILLE Società Cooperativa Agricola (capofila)

Adriano Bindi

Università di Siena

Silvia Casini

Università di Pisa

Barbara Conti

Università di Firenze

Roberto Fratini

ISPA-CNR

Veronica Lattanzio

Appendice F2.8-A

Modelli dei questionari di rilevazione dei dati aziendali e colturali.

Rilevazione dati aziendali

GESAAF - PIF INNOVACEREALI

Azienda n.		Comune e zona del centro aziendale:

Altre localizzazioni dei terreni (Comuni e zone):

Conduttore effettivo (chi prende le decisioni)	età: anni	titolo di studio:

Superfici	ha
Totale	
Bosco	
Tare e incolti	
SAU	
proprietà	
affitto	

Ripartizione SAU	ha
Oliveti	
Vigneti	
Seminativi	
Prati e pascoli	

Caratteristiche dei terreni a seminativo	
Giacitura:	%
	%
Pendenza:	%
	%
Tessitura:	%
	%

Irrigazione
superficie irrigabile: ha; superficie irrigata: ha
modalità:

Manodopera	n.	gg./anno
Familiari		
Dipendenti fissi		
Avventizi		
Impiegati		

Produzioni principali	rese normali	dimensioni 2016/17
Coltivazioni (peso su totale ricavi az.: %)		
Fr. tenero		ha
Fr. duro		ha
		ha
		ha
		ha
		ha
		ha
		ha
Allevamenti (peso su totale ricavi az.: %)		
		capi
Altre attività (peso su totale ricavi az.: %)		

Note

Terzismo attivo (operazioni, macchine impiegate, ore lavorate)

(peso complessivo su totale ricavi azienda: %)

Operazioni eseguite da terzi	ha/anno

(peso complessivo su costi totali azienda: %)

Ordinamento colt. seminativi anno	2015/16
Coltura	ha

Ordinamento colt. seminativi anno	2014/15
Coltura	ha

Rotazioni normali

Canali di vendita dei principali prodotti

Prodotto	tipo acquirente	%	motivazioni della scelta

Autovalutazione: un giudizio sul livello della sulla sua …

… dotazione macchine/impianti

… tecniche colturali

… organizzazione aziendale

… capacità nella gestione economica

Investimenti recenti (descrizione, importo, motivazioni)

Principali problemi dell'Azienda e soluzioni previste (… a parte i bassi prezzi dei cereali)

Prospettive e Progetti per lo sviluppo dell'azienda

Rilevazione Scheda della tecnica **GESAAF - PIF INNOVACEREALI**

Azienda	rif. Az.	Data	Rilevatore	rif. Scheda
Appezzamento	Sup.	Terreno		Pendenza
Specie / Varietà	Tipo di tecnica		Proddotto (granella, fieno, …)	Resa (q.li/ha)
Colture precedenti / rotazione normale				

Annotare la superficie di riferimento dei dati (1 ha; appezzamento di …… ha; altro …… = …… ha)

rif	Operazione	Data o periodo utile		Macchine (vedi elenco)				Operai		Materie prime			
		dal	al	motrice	operatrice	ore/ha	ha/ora	n.	ore totali	descrizione	u.m.	quantità	prezzo per u.m.

Rilevazione Scheda della tecnica

GESAAF - PIF INNOVACEREALI

Elenco macchine e attrezzature impiegate nelle colture rilevate

Rif. Schede della Tecnica

Rif.	Descrizione estesa	Descrizione sintetica	Impiego ore/anno	% c/terzi	Anno acquisto	Valore a nuovo	Rif.	Descrizione estesa	Descrizione sintetica	Impiego ore/anno	% c/terzi	Anno acquisto	Valore a nuovo

Note

PSR 2014/2020 - Misura 16.2 “Sostegno a progetti pilota e di cooperazione”
Progetto PIF n. 36 “INNOVACEREALI”

Partner:
Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali GESAAF.

Appendice F2.8-B

Coefficienti per il calcolo del costo orario delle macchine e bibliografia di settore

Schema di calcolo del costo di esercizio delle macchine

Cht = ***Costo orario di esercizio***

Cht = Chf + Chv

Chf = Costi fissi orari

Chv = Costi variabili orari

Costi fissi

Chf = Costi fissi orari

Cfh = Svh + Qh + Ih + Cmh

Svh = Quota oraria delle spese varie

Svh = Sv / Ha

Sv = Spese varie annuali

Sv = Vn x cv

Vn = Valore a nuovo

cv = coeff. spese varie annuali (su Vn)

Ha = impiego annuo

Ha = Hril ; oppure: *Ha = Ht*

Hril = impiego annuo medio rilevato

Ht = impiego annuo teorico (stimato)

Ha = Hmax x cu = (Dt / De) x cu

Hmax = impiego annuo massimo (ore/anno)

Hmax = Dt / De

Dt = durata tecnica (ore)

De = durata economica (anni)

Qh = Q / Ha

Q = Quota annua di ammortamento

Q = (Vn - Vr) / De

Vr = Valore di recupero

Ih = Quota oraria interessi

Ih = I / Ha

I = Interessi annuali

I = Va x r

Va = Valore attuale

r = saggio interessi

Cfh = (Sv/ Ha)+((Vn-Vr)/De)/Ha)+((Va*r)/Ha)+(Vn*cr)

Costi variabili

Chv = Costi orari variabili

Chv = Cmh + x Che

Cmh = Costo orario manutenzione e riparazione

Cmh = Cm / Dt

Cm = Costi manutenzione e riparazione

Cm = Vn x cr

cr = Coeff. mautenzione e riparazione (su Vn)

Che = Costo orario carburanti e lubrificanti

Che = Wh x Cwh

Wh = potenza impiegata

Wh = Wm x h

Wm = potenza continuativa media (CV)

Wm = Wn x cw

Wn = potenza nominale della macchina

cw = coeff. impiego della potenza (specifico per l'operazione)

h = ore di impiego della macchina (per l'operazione)

Cwh = Costo del CVora

Cwh = Csg x Cg + Cso x Co

csg = consumo specifio di gasolio (lt/CVora)

Cg = prezzo del gasolio (€/lt)

cso = consumo specifio di olio motore (kg/CVora)

Co = prezzo dell'olio motore (€/kg)

Calcolo impiego annuo per costi di settore (rotazioni) e per calendari

Hr = He + Hs

He = impiego esterno (in altri settori) (ore/anno)

Hs = Impiego del settore (ore/anno)

Hs = Σ(Hp)

Hp = Impiego dei singoli processi del settore (ore/anno)

Hds = disponibilità residua per il settore (ore/anno)

Hds = Hr - He ; oppure: Hds = Hril - He

Eff.u = efficienza d'uso complessiva

Eff.u = Hr / Hmax

Eff.u = (He + Σ(Hp)) / (Dt / De)

Eff.us = efficienza d'uso del settore

Eff.us = Σ(Hp)) / Hds

Macchine - Parametri

id	Classi x parametri nome	Vita tecnica	Durata economica std	 adottata	Valore recupero	Coeff. Spese varie	Coeff. manut. e ripar.	Coeff. impiego potenza	Note
		Ore	anni	anni	% su Vn	% su Vn	% su Vn	% su Wmax	
1	trattori 2RM	12.000	12	14	20,0%	2,0%	100%	0%	
2	trattori DT, 4RM	14.000	12	14	20,0%	2,0%	80%	0%	
3	trattori a cingoli	14.000	12	14	20,0%	2,0%	80%	0%	
4	mietitrebbie	3.500	10	12	10,0%	2,0%	50%	0%	da barra
5	barre raccolta mietritrebbie	3.500	10	12	10,0%	2,0%	50%	70%	
11	aratri	2.000	12	14	10,0%	0,5%	100%	70%	
12	assolcatori	2.000	8	10	10,0%	0,5%	60%	65%	
13	ripper, chiesel, estripatori	2.000	12	14	10,0%	0,5%	75%	65%	
14	erpici a dischi	2.000	12	14	10,0%	0,5%	60%	65%	
15	erpici a denti fissi o elastici e combinati	2.000	12	14	10,0%	0,5%	70%	65%	
16	erpici rotanti	2.000	10	12	10,0%	0,5%	75%	60%	
17	zappatrici, vangatrici, trinciatutto	2.000	10	12	10,0%	0,5%	75%	70%	
18	sarchiatrici	2.000	8	10	10,0%	0,5%	70%	45%	
21	spandiconcime	1.500	8	10	10,0%	0,5%	80%	35%	
22	spandiletame	1.200	8	10	10,0%	0,5%	80%	70%	
23	seminatrici a righe	1.500	8	12	10,0%	0,5%	80%	45%	
24	seminatrici di precisione	1.500	8	12	10,0%	0,5%	75%	45%	
25	irroratrici per colture basse	1.500	8	10	10,0%	0,5%	70%	35%	
31	rimorchi	3.000	12	14	10,0%	0,5%	80%	55%	
41	falciatrici	2.000	8	10	10,0%	0,5%	100%	45%	
42	falcia-condizionatrici	2.000	8	10	10,0%	0,5%	150%	45%	
43	ranghinatori, voltafieno	2.500	8	10	10,0%	0,5%	60%	55%	
44	rotoimballatrici	2.500	8	10	10,0%	0,5%	80%	70%	
51	bracci caricatori, benne, ecc.	3.000	12	14	10,0%	0,5%	50%	35%	
52	rulli	2.000	8	10	10,0%	0,5%	40%	35%	
81	Trebbiatrice a punto fisso	2.000	12	14	10,0%	0,5%	50%	35%	
91	Trasporto stradale			0				55%	
xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

Bibliografia

Bodria L., Pellizzi G., Piccarolo P. (2013). *Meccanica e meccanizzazione agricola*, Edagricole-New Business Media

Demaldè R., *Scelta dei cantieri per razionalizzare i costi di lavorazione del terreno*, L' Informatore Agrario n. 24/2005

F.R.I.M.A.T. (2017) Tariffario delle lavorazioni meccanico-agricole della Toscana

Guidotti R., *Prezzo, potenza, costi orari decidete voi la priorità*, Il Contoterzista n. 6/2009

Hunt D. (1964). *Farm Power and Machinery Management*, Department of Agricultural Engineering University of Illinois - Iowa State Universjty Press, Ames, Iowa

ISMEA (2017), *Metodologia per l'individuazione delle unità di costo standard (UCS) per le macchine agricole per la Misura 4 dei PSR* - Documento realizzato nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale Piano 2015-16 - Scheda Progetto Ismea 7.1 "Capacità amministrativa"

L'Informatore Agrario (2011), Macchine operatrici - Prezzi nuovo, supplemento al n. 17

L'Informatore Agrario (2017), Guida all'acquisto, n. 28

Maines F. (2009). *Meccanizzazione in viticoltura (parte 1)*, Corso di Meccanica Agraria, Istituto Agrario S. Michele.
http://docplayer.it/6204561-Meccanizzazione-in-viticoltura-parte-prima.html

Piegai F., Fratini R., Pettenella D., *Costi macchina*, AULAMAGNA_n°8 - Supplemento scientifico degli approfondimenti di Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi
http://www.rivistasherwood.it/abbonarsi/62-costi-macchina-confronto-fra-diversi-metodi-di-calcolo.html

Sperandio G., Vannucci D. Un sistema di valutazione dei consumi di combustibile nelle operazioni colturali meccanizzate, Istituto Sperimentale per la Meccanizzazione Agricola – Monterotondo (RM)

Materiale vario fornito dal Sezione di Meccanica del GESAAF della Università degli Studi di Firenze

- I costi delle operazioni meccanizzate, Ingegneria Agraria II: Meccanizzazione agricola.
- Manutenzione, riparazione e revisione delle macchine, Ingegneria Rurale - Macchine operatrici agricole.

Fonti reperite sul web

Costi di esercizio - Università degli Studi di Milano - Istituto di Ingegneria Agraria
http://slideplayer.it/slide/571148/

Costo di esercizio delle macchine, Università degli Studi di Padova - Scuola di Agraria e Medicina Veterinaria
https://elearning.unipd.it/scuolaamv/mod/resource/view.php?id=10344

PSR 2014/2020 - Misura 16.2 “Sostegno a progetti pilota e di cooperazione”
Progetto PIF n. 36 “INNOVACEREALI”

Partner:
Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali GESAAF.

Appendice F5.2-A

Esempio di output del software R.Ec.O.S.

Input 1: Processi considerati

Info: impostare superficie = 0 per escludere la coltura dai risultati

Adotta dati Standard

Colture				Sup.	Tecnica			Prodotto	Resa (q.li/ha)		Prezzo (€/q.le)		Altri ricavi (€/ha)	
tipo		categoria	nome	ha	lavorazioni	fertilizzazione	difesa		std	Az.	std	Az.	std	Az.
Mtr.Copy.Proc_1		Mtr.Proc_05	Mtr.Proc_06	Mtr.Proc_Sup	Mtr.Proc_07	Mtr.Proc_08	Mtr.Proc_09	Mtr.Proc_11	Mtr.Proc_12	Mtr.Proc_12b		Mtr.Proc_13b	Mtr.Proc_14	Mtr.Proc_14b
1	***Principale***	Fr. Tenero	Fr. Ten.1	75,00	Rippatura	p.+1inv.+Bot.	solo foglia	gran. Fr. tenero	65,00		21,03		-	
2.a	*Coltura*	Girasole	Girasole 1	75,00	Aratura	0	0	gran. girasole	27,50		33,00		-	
3.a	*Coltura*	_	_		_	_	_	_	_		_		_	
4.a	*Coltura*	_	_		_	_	_	_	_		_		_	
5.a	*Coltura*	_	_		_	_	_	_	_		_		_	
6.a	*Coltura*	_	_		_	_	_	_	_		_		_	
7.a	*Coltura*	_	_		_	_	_	_	_		_		_	
8.a	*Coltura*	_	_		_	_	_	_	_		_		_	
9.a	*Coltura*	_	_		_	_	_	_	_		_		_	
10.a	*Coltura*	_	_		_	_	_	_	_		_		_	

Input 2: Costo aziendale Manodopera impiegata nell'ordinamento

Impiego Totale Std

Addetto			Ore impegno				Totale adottato (divisore)	Costi annuali Salario **		Costi orari
			Ordinam.	altre impieghi	totale *					
n.	nome	tipo			Std	Az.		std	Az.	Salario
1	1° Operaio	Fam.	1.554,8	- 1.554,8	*1.728*		-	-		-
2	2° Operaio	Fam.	150,0	- 150,0	*1.728*		-	-		-
3	_	Aw.	_	-	-		-	-		-
4	_	Fis.	_	-	*1.920*		-	-		-
5	_	Fis.	_	-	*1.920*		-	-		-

* Disponibilità annua; ** Salario annuo Familiari: remunerazione minima obiettivo

Input 3: Costo aziendale Macchine impegnate nell'ordinamento

Impiego Totale Std

* escluso consumi

Macchina			Ore impegno				Costi fissi annuali			Costi orari fissi				Costi orari variabili:	Costo orario totale *
			Ordinam.	altre colture	totale Std	totale Az.	Spese varie	Ammort.	Interessi	Spese varie	Ammort.	Interessi	Totale	manut.	
n.	tipo	nome													
1	Mtr	DT 180 CV	108,0	892,0	1.000,0		2.140	6.114	803	2,14	6,11	0,80	9,06	6,11	15,17
2	Mtr	DT 260 CV	444,8	555,3	1.000,0		2.540	7.257	953	2,54	7,26	0,95	10,75	7,26	18,01
3	Mtr	DT 60 CV	37,5	962,5	1.000,0		620	1.771	233	0,62	1,77	0,23	2,62	1,77	4,39
4	Mtr	DT 80 CV	576,0	424,0	1.000,0		820	2.343	308	0,82	2,34	0,31	3,47	2,34	5,81
5	Mtr	DT 80 CV_bis	388,5	611,5	1.000,0		820	2.343	308	0,82	2,34	0,31	3,47	2,34	5,81
6	Opt	Aratro 4 vom. reversibile 40 cm	94,5	48,5	143,0		131	1.688	197	0,92	11,80	1,38	14,10	13,13	27,23
7	Opt	Barra raccolta 6 file	75,0	217,0	292,0		-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Opt	Barra raccolta grano 4,5 m	75,0	217,0	292,0		-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Opt	Botte diserbo 12 m	162,0	- 12,0	150,0		130	2.340	195	0,87	15,60	1,30	17,77	12,13	29,90
10	Opt	Erpice vibrante 5 m	22,5	120,5	143,0		15	193	23	0,10	1,35	0,16	1,62	1,05	2,67
11	Opt	Estirpatore 17 corpi	25,5	117,5	143,0		41	530	62	0,29	3,71	0,43	4,43	3,09	7,52
12	Opt	Frangizolle 4,0 m	60,0	83,0	143,0		94	1.205	141	0,66	8,43	0,99	10,07	6,56	16,63
13	Opt	Rimorchio 2 assi 140 q.li	150,0	64,0	214,0		125	1.607	188	0,58	7,51	0,88	8,97	6,67	15,64
14	Opt	rimorchio con botte acqua	162,0	52,0	214,0		25	321	38	0,12	1,50	0,18	1,79	1,33	3,12
15	Opt	Rimorchio con caricatore	388,5	- 174,5	214,0		23	289	34	0,11	1,35	0,16	1,62	1,20	2,82
16	Opt	Ripuntatore 5 corpi	200,3	- 57,3	143,0		15	193	23	0,10	1,35	0,16	1,62	1,13	2,75
17	Opt	Sarchiatrice denti elast. 6 file	37,5	162,5	200,0		26	473	39	0,13	2,37	0,20	2,69	1,84	4,53
18	Opt	Seminatrice a righe 3,0 m	43,5	81,5	125,0		45	675	68	0,36	5,40	0,54	6,30	4,80	11,10
19	Opt	Seminatrice pneumatica 6 file	25,5	99,5	125,0		80	1.200	120	0,64	9,60	0,96	11,20	8,00	19,20
20	Opt	Spandiconcime 24 m 12 q.li	345,0	- 195,0	150,0		40	720	60	0,27	4,80	0,40	5,47	4,27	9,74
21	Smv	Mietitrebbia 220 CV	150,0	142,0	292,0		2.740	10.275	1.028	9,38	35,19	3,52	48,09	19,57	67,66

Input 4: Costo delle materie prime impiegate nell'ordinamento

Prezzi Std

	Materie prime		Impieghi		Prezzo unitario		
progr.	categoria	nome	u.m.	quantità	std	az.	adottato
Mtr.Mpr_00	Mtr.Mpr_03	Mtr.Mpr_04	Mtr.Mpr_05	Mtr.Mpr_06	Mtr.Mpr_07	Mtr.Mpr_08	Mtr.Mpr_09
1	Diserbanti	Floramix™	kg	19,875	178,00		178,00
2	Diserbanti	Diserbo girasole	??	0	-		-
3	Fertilizzanti	Fosf. Biamm 18/46	q.li	187,5	55,00		55,00
4	Fertilizzanti	Nitrato Amm. 26%	q.li	165	29,00		29,00
5	Fertilizzanti	Urea	q.li	300	38,00		38,00
6	Fertilizzanti	NPK 8/24/24	q.li	225	39,00		39,00
7	Fungicidi	Custodia®	lt	93,75	31,17		31,17
8	Sementi	Seme Fr. tenero	kg	16500	0,60		0,60
9	Sementi	Seme girasole	dose	75	75,50		75,50

Tecnica ricetta dei processi considerati

x	Coltura	Operazione	Perido utile (decade) dal	al	Materie prime descrizione	u.m.	quantità
3	Fr. Ten.1	Ripuntatura a 50 cm	1.a set	3.a set	_	_	-
4	*Fr. Ten.1*	Concimazione	1.a ott	3.a ott	Fosf. Biamm 18/46	q.li	2,50
5	*Fr. Ten.1*	Frangizzollatura	1.a ott	3.a ott	_	_	-
7	*Fr. Ten.1*	Semina	3.a ott	3.a nov	Seme Fr. tenero	kg	220,00
9	*Fr. Ten.1*	Concimazione copertura 1.a	1.a gen	1.a gen	Nitrato Amm. 26%	q.li	2,20
10	*Fr. Ten.1*	Concimazione copertura 2.a	1.a apr	1.a apr	Urea	q.li	2,00
11	*Fr. Ten.1*	Diserbo	1.a apr	1.a apr	Floramix™	kg	0,27
15	*Fr. Ten.1*	Trattamento fungicida	1.a mag	1.a mag	Custodia®	lt	1,25
19	*Fr. Ten.1*	Raccolta	1.a lug	2.a lug	_	_	-
20	*Fr. Ten.1*	Trasporto a centro racc.	1.a lug	2.a lug	_	_	-
1	Girasole 1	Raccolta	3.a ago	1.a set	_	_	-
2	*Girasole 1*	Trasporto a centro racc.	3.a ago	1.a set	_	_	-
6	*Girasole 1*	Frangizzollatura 1	1.a ott	3.a ott	_	_	-
8	*Girasole 1*	Erpicatura 1	1.a dic	3.a dic	_	_	-
12	*Girasole 1*	Concimazione	1.a apr	1.a apr	NPK 8/24/24	q.li	3,00
13	*Girasole 1*	Erpicatura 2	1.a apr	1.a apr	_	_	-
14	*Girasole 1*	Semina	1.a apr	1.a apr	Seme girasole	dose	1,00
16	*Girasole 1*	Diserbo	1.a giu	3.a giu	Diserbo girasole	??	-
17	*Girasole 1*	Concimazione copertura 1.a	3.a giu	3.a giu	Urea	q.li	2,00
18	*Girasole 1*	Sarchiatura	3.a giu	3.a giu	_	_	-
21	*Girasole 1*	Aratura a 40 cm	1.a lug	3.a lug	_	_	-

Calendario delle operazioni colturali

Coltura	Operazione	Agosto			Settembre			Ottobre			Novembre			Dicembre			Gennaio			Febbraio			Marzo			Aprile			Maggio			Giugno			Luglio		
		1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a
Fr. Ten.1	Ripuntatura a 50 cm				-	-	-																														
Fr. Ten.1	Concimazione							-	-	-																											
Fr. Ten.1	Frangizzollatura							-	-	-																											
Fr. Ten.1	Semina									-	-	-	-																								
Fr. Ten.1	Concimazione copertura 1.a																-																				
Fr. Ten.1	Concimazione copertura 2.a																									-											
Fr. Ten.1	Diserbo																									-											
Fr. Ten.1	Trattamento fungicida																													-							
Fr. Ten.1	Raccolta																																		-	-	
Fr. Ten.1	Trasporto a centro racc.																																		-	-	
Girasole 1	Raccolta		-		-																																
Girasole 1	Trasporto a centro racc.		-		-																																
Girasole 1	Frangizzollatura 1							-	-	-																											
Girasole 1	Erpicatura 1													-	-	-																				
Girasole 1	Concimazione																									-											
Girasole 1	Erpicatura 2																									-											
Girasole 1	Semina																									-											
Girasole 1	Diserbo																															-	-	-			
Girasole 1	Concimazione copertura 1.a																																-				
Girasole 1	Sarchiatura																																-				
Girasole 1	Aratura a 40 cm																																		-	-	-

Per 1 ettaro

Cronologico perazioni e impieghi per 150 ha

	nome	Sup. Proc.	Operazione	Perido utile (decade) dal	al	Materie prime e servizi descrizione	u.m.	quantità	Cantiere Motrice + Operatrice (uso)	addetti	tipo	Impieghi h:mm/ha	ore	ore impegno
1	Girasole 1	75,00	Raccolta	3.a ago	1.a set	_	_	0	Mietitrebbia 220 CV + Barra raccolta 6 file	1° Operaio	Fam.	1:00	75,00	75,00
2	Girasole 1	75,00	Trasporto a centro racc.	3.a ago	1.a set	_	_	0	DT 260 CV + Rimorchio 2 assi 140 q.li	2° Operaio	Fam.	1:00	75,00	75,00
3	Fr. Ten.1	75,00	Ripuntatura a 50 cm	1.a set	3.a set	_	_	0	DT 260 CV + Ripuntatore 5 corpi	1° Operaio	Fam.	2:40	200,25	200,25
4	Fr. Ten.1	75,00	Concimazione	1.a ott	3.a ott	_	_	0	DT 80 CV + Spandiconcime 24 m 12 q.li	1° Operaio	Fam.	0:07	9,00	69,00
5	Fr. Ten.1	75,00	Concimazione	1.a ott	3.a ott	_	_	0	DT 80 CV_bis + Rimorchio con caricatore	1° Operaio	Fam.	0:48	60,00	69,00
6	Fr. Ten.1	75,00	Concimazione	1.a ott	3.a ott	Fosf. Biamm 18/46	q.li	187,5	_	_	Fam.	_	-	-
7	Fr. Ten.1	75,00	Frangizzollatura	1.a ott	3.a ott	_	_	0	DT 180 CV + Frangizolle 4,0 m	1° Operaio	Fam.	0:24	30,00	30,00
8	Girasole 1	75,00	Frangizzollatura 1	1.a ott	3.a ott	_	_	0	DT 180 CV + Frangizolle 4,0 m	1° Operaio	Fam.	0:24	30,00	30,00
9	Fr. Ten.1	75,00	Semina	3.a ott	3.a nov	_	_	0	DT 80 CV + Seminatrice a righe 3,0 m	1° Operaio	Fam.	0:30	37,50	43,50
10	Fr. Ten.1	75,00	Semina	3.a ott	3.a nov	_	_	0	DT 80 CV_bis + Rimorchio con caricatore	1° Operaio	Fam.	0:05	6,00	43,50
11	Fr. Ten.1	75,00	Semina	3.a ott	3.a nov	Seme Fr. tenero	kg	16500	_	_	Fam.	_	-	-
12	Girasole 1	75,00	Erpicatura 1	1.a dic	3.a dic	_	_	0	DT 180 CV + Estirpatore 17 corpi	1° Operaio	Fam.	0:20	25,50	25,50
13	Fr. Ten.1	75,00	Concimazione copertura 1.a	1.a gen	1.a gen	_	_	0	DT 80 CV + Spandiconcime 24 m 12 q.li	1° Operaio	Fam.	0:07	9,00	69,00
14	Fr. Ten.1	75,00	Concimazione copertura 1.a	1.a gen	1.a gen	_	_	0	DT 80 CV_bis + Rimorchio con caricatore	1° Operaio	Fam.	0:48	60,00	69,00
15	Fr. Ten.1	75,00	Concimazione copertura 1.a	1.a gen	1.a gen	Nitrato Amm. 26%	q.li	165	_	_	Fam.	_	-	-
16	Fr. Ten.1	75,00	Concimazione copertura 2.a	1.a apr	1.a apr	_	_	0	DT 80 CV + Spandiconcime 24 m 12 q.li	1° Operaio	Fam.	0:07	9,00	69,00
17	Fr. Ten.1	75,00	Concimazione copertura 2.a	1.a apr	1.a apr	_	_	0	DT 80 CV_bis + Rimorchio con caricatore	1° Operaio	Fam.	0:48	60,00	69,00
18	Fr. Ten.1	75,00	Concimazione copertura 2.a	1.a apr	1.a apr	Urea	q.li	150	_	_	Fam.	_	-	-
19	Fr. Ten.1	75,00	Diserbo	1.a apr	1.a apr	_	_	0	DT 80 CV + Botte diserbo 12 m	1° Operaio	Fam.	0:11	13,50	27,00
20	Fr. Ten.1	75,00	Diserbo	1.a apr	1.a apr	_	_	0	(//) _ + rimorchio con botte acqua	_	Fam.	0:11	13,50	27,00
21	Fr. Ten.1	75,00	Diserbo	1.a apr	1.a apr	_	_	0	DT 80 CV + Botte diserbo 12 m	1° Operaio	Fam.	0:11	13,50	27,00
22	Fr. Ten.1	75,00	Diserbo	1.a apr	1.a apr	_	_	0	(//) _ + rimorchio con botte acqua	_	Fam.	0:11	13,50	27,00
23	Fr. Ten.1	75,00	Diserbo	1.a apr	1.a apr	Floramix™	kg	19,875	_	_	Fam.	_	-	-
24	Girasole 1	75,00	Concimazione	1.a apr	1.a apr	_	_	0	DT 80 CV + Spandiconcime 24 m 12 q.li	1° Operaio	Fam.	0:07	9,00	69,00
25	Girasole 1	75,00	Concimazione	1.a apr	1.a apr	_	_	0	DT 80 CV_bis + Rimorchio con caricatore	1° Operaio	Fam.	0:48	60,00	69,00
26	Girasole 1	75,00	Concimazione	1.a apr	1.a apr	NPK 8/24/24	q.li	225	_	_	Fam.	_	-	-
27	Girasole 1	75,00	Erpicatura 2	1.a apr	1.a apr	_	_	0	DT 180 CV + Erpice vibrante 5 m	1° Operaio	Fam.	0:18	22,50	22,50
28	Girasole 1	75,00	Semina	1.a apr	1.a apr	_	_	0	DT 80 CV + Seminatrice pneumatica 6 file	1° Operaio	Fam.	0:20	25,50	25,50
29	Girasole 1	75,00	Semina	1.a apr	1.a apr	Seme girasole	dose	75	_	_	Fam.	_	-	-
30	Fr. Ten.1	75,00	Trattamento fungicida	1.a mag	1.a mag	_	_	0	DT 80 CV + Botte diserbo 12 m	1° Operaio	Fam.	0:11	13,50	27,00
31	Fr. Ten.1	75,00	Trattamento fungicida	1.a mag	1.a mag	_	_	0	(//) _ + rimorchio con botte acqua	_	Fam.	0:11	13,50	27,00
32	Fr. Ten.1	75,00	Trattamento fungicida	1.a mag	1.a mag	_	_	0	DT 80 CV + Botte diserbo 12 m	1° Operaio	Fam.	0:11	13,50	27,00
33	Fr. Ten.1	75,00	Trattamento fungicida	1.a mag	1.a mag	_	_	0	(//) _ + rimorchio con botte acqua	_	Fam.	0:11	13,50	27,00
34	Fr. Ten.1	75,00	Trattamento fungicida	1.a mag	1.a mag	Custodia®	lt	93,75	_	_	Fam.	_	-	-
35	Girasole 1	75,00	Diserbo	1.a giu	3.a giu	_	_	0	DT 80 CV + Botte diserbo 12 m	1° Operaio	Fam.	0:11	13,50	27,00
36	Girasole 1	75,00	Diserbo	1.a giu	3.a giu	_	_	0	(//) _ + rimorchio con botte acqua	_	Fam.	0:11	13,50	27,00
37	Girasole 1	75,00	Diserbo	1.a giu	3.a giu	_	_	0	DT 80 CV + Botte diserbo 12 m	1° Operaio	Fam.	0:11	13,50	27,00
38	Girasole 1	75,00	Diserbo	1.a giu	3.a giu	_	_	0	(//) _ + rimorchio con botte acqua	_	Fam.	0:11	13,50	27,00
39	Girasole 1	75,00	Diserbo	1.a giu	3.a giu	Diserbo girasole	??	0	_	_	Fam.	_	-	-
40	Girasole 1	75,00	Concimazione copertura 1.a	3.a giu	3.a giu	_	_	0	DT 80 CV + Spandiconcime 24 m 12 q.li	1° Operaio	Fam.	0:07	9,00	69,00
41	Girasole 1	75,00	Concimazione copertura 1.a	3.a giu	3.a giu	_	_	0	DT 80 CV_bis + Rimorchio con caricatore	1° Operaio	Fam.	0:48	60,00	69,00
42	Girasole 1	75,00	Concimazione copertura 1.a	3.a giu	3.a giu	Urea	q.li	150	_	_	Fam.	_	-	-
43	Girasole 1	75,00	Sarchiatura	3.a giu	3.a giu	_	_	0	DT 60 CV + Sarchiatrice denti elast. 6 file	1° Operaio	Fam.	0:30	37,50	37,50
44	Fr. Ten.1	75,00	Raccolta	1.a lug	2.a lug	_	_	0	Mietitrebbia 220 CV + Barra raccolta grano 4,5 m	1° Operaio	Fam.	1:00	75,00	75,00
45	Fr. Ten.1	75,00	Trasporto a centro racc.	1.a lug	2.a lug	_	_	0	DT 260 CV + Rimorchio 2 assi 140 q.li	2° Operaio	Fam.	1:00	75,00	75,00
46	Girasole 1	75,00	Aratura a 40 cm	1.a lug	3.a lug	_	_	0	DT 260 CV + Aratro 4 vom. reversibile 40 cm	1° Operaio	Fam.	1:16	94,50	94,50

Risultati economici totali ordinamento

Valori per 1 ettaro

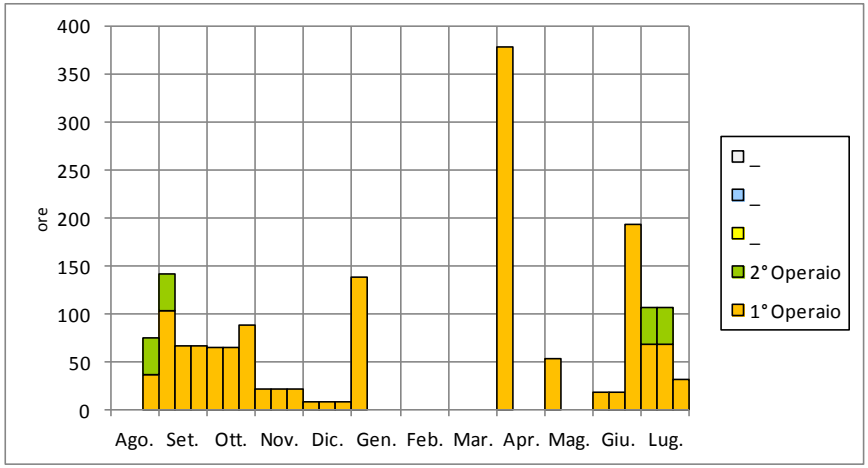
Processi	u.m.	Totale ordinam.	Fr. Ten.1	Girasole 1	_
Superficie coltivata	ha	150,00	75,00	75,00	-
Superficie di riferimento dei valori in tabella	ha	150,00	75,00	75,00	-
Ricavi					
Produzione principale	nome	-	gran. Fr. tenero	gran. girasole	_
resa	**q.li/ha**	**-**	**-**	**-**	**-**
produzione	q.li	-	-	-	-
prezzo di vendita	€/q.le	-	**-**	**-**	**-**
ricavo	€	-	-	-	-
Contributi e premi (accoppiati)	€	-	-	-	-
A-Totale ricavi	€	**-**	**-**	**-**	**-**
Costi					
Costi monetari variabili:					
Spese per materie prime:					
Fertilizzanti	€	35.273	20.798	14.475	-
Diserbanti	€	3.538	3.538	-	-
Fungicidi	€	2.922	2.922	-	-
Insetticidi	€	-	-	-	-
prodotti accessori	€	-	-	-	-
Fitofarmaci	€	2.922	2.922	-	-
Sementi	€	15.563	9.900	5.663	-
Totale materie prime	€	57.295	37.157	20.138	-
manutenzioni macchine	€	16.713	8.845	7.868	-
consumi macchine	€	27.535	13.075	14.461	-
Consumi e manutenzione macchine aziendali	€	44.248	21.919	22.329	-
terzisti da tecnica normale	€	-	-	-	-
terzisti da scelta utente	€	-	-	-	-
Terzisti	€	-	-	-	-
Totale materie prime e servizi	€	101.543	59.077	42.466	-
Salari e oneri sociali m.d.o. awentizia	€	-	-	-	-
B1-Totale costi monetari variabili	€	101.543	59.077	42.466	-
Reddito lordo (= A-B1)	€	**- 101.543**	**- 59.077**	**- 42.466**	**-**
Costi monetari fissi		-			
Spese varie macchine	€	4.157	2.255	1.902	-
Salari e oneri sociali m.d.o. fissa dip.	€	-	-	-	-
Salari e oneri sociali m.d.o. familiare	€	-	-	-	-
Quota spese generali, imposte, ecc.	€	3.000	1.500	1.500	-
B2-Totale costi monetari fissi	€	7.157	3.755	3.402	-
B3-Totale costi monetari (= B1+B2)	€	108.700	62.832	45.868	-
Reddito monetario (= A-B3)	€	**- 108.700**	**- 62.832**	**- 45.868**	**-**
Quote ammortamento per:		-			
Investimenti fondiari	€	4.050	2.025	2.025	-
Macchine motrici e operatrici **	€	20.154	10.747	9.407	-
B4-Totale quote	€	24.204	12.772	11.432	-
Interessi su:		-			
Capitale fondiario	€	18.000	9.000	9.000	-
Capitale macchine	€	2.207	1.172	1.035	-
Capitale di anticipazione	€	72	38	34	-
B5-Totale interessi	€	20.279	10.209	10.069	-
B6-Totale costi calcolati (B4+B4)	€	44.483	22.981	21.502	-
B-Costo economico totale (= B3+B6)	€	**153.182**	**85.813**	**67.370**	**-**
C-Profitto (= A-B)	€	**- 153.182**	**- 85.813**	**- 67.370**	**-**
Ripilogo costi complessivi					
Costo totale meccanizzazione	€	66.609	33.838	32.772	-
Costo totale manodopera	€	-	-	-	-
Totale costi fissi	€	51.640	26.736	24.904	-
Costo totale al netto contributi	€	153.182	85.813	67.370	-

Calendario impieghi di manodopera (ore per decade) Scegli processo: tutti Per 1 ettaro

Coltura: tutti - 150,00 ha.

	Addetto	Totale	Agosto			Settembre			Ottobre			Novembre			Dicembre			Gennaio		
n.	nome	anno	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a
1	1° Operaio	1.554,8	-	-	38	104	67	67	66	66	88	22	22	22	9	9	9	138	-	-
2	2° Operaio	150,0	-	-	38	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Totale	1.704,8	-	-	75	142	67	67	66	66	88	22	22	22	9	9	9	138	-	-

	Addetto	Totale	Agosto			Settembre			Ottobre			Novembre			Dicembre			Gennaio		
n.	nome	anno	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a
1	1° Operaio	1.554,8	-	-	-	-	-	-	378	-	-	54	-	-	18	18	194	69	69	32
2	2° Operaio	150,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	38	-
3	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	_	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Totale	1.704,8	-	-	-	-	-	-	378	-	-	54	-	-	18	18	194	107	107	32



Calendario impieghi macchine (ore per decade) Scegli processo: tutti Per 1 ettaro

Processo: tutti - 150,00 ha.

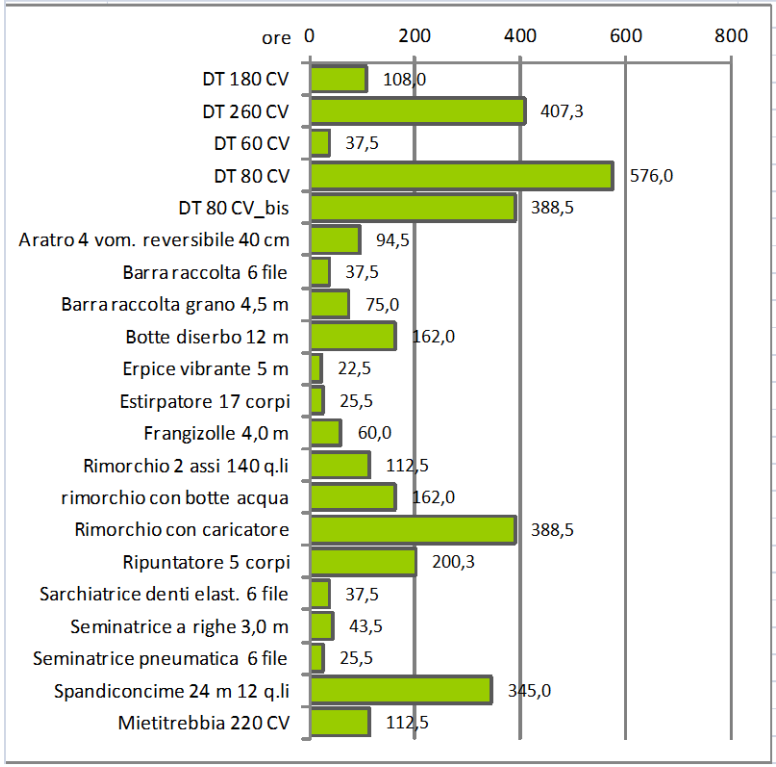
Addetto		Totale	Agosto			Settembre			Ottobre			Novembre			Dicembre			Gennaio		
n.	nome	anno	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a	1.a	2.a	3.a
1	DT 180 CV	108,0	-	-	-	-	-	-	20,0	20,0	20,0	-	-	-	8,5	8,5	8,5	-	-	-
2	DT 260 CV	407,3	-	-	-	104,3	66,8	66,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	DT 60 CV	37,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	DT 80 CV	576,0	-	-	-	-	-	-	23,0	23,0	33,9	10,9	10,9	10,9	-	-	-	69,0	-	-
5	DT 80 CV_bis	388,5	-	-	-	-	-	-	23,0	23,0	33,9	10,9	10,9	10,9	-	-	-	69,0	-	-
6	Aratro 4 vom. reversibile 40 cm	94,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Barra raccolta 6 file	37,5	-	-	-	37,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Barra raccolta grano 4,5 m	75,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Botte diserbo 12 m	162,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Erpice vibrante 5 m	22,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Estirpatore 17 corpi	25,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,5	8,5	8,5	-	-	-
12	Frangizolle 4,0 m	60,0	-	-	-	-	-	-	20,0	20,0	20,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Rimorchio 2 assi 140 q.li	112,5	-	-	-	37,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	rimorchio con botte acqua	162,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Rimorchio con caricatore	388,5	-	-	-	-	-	-	23,0	23,0	33,9	10,9	10,9	10,9	-	-	-	69,0	-	-
16	Ripuntatore 5 corpi	200,3	-	-	-	66,8	66,8	66,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Sarchiatrice denti elast. 6 file	37,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Seminatrice a righe 3,0 m	43,5	-	-	-	-	-	-	-	-	10,9	10,9	10,9	10,9	-	-	-	-	-	-
19	Seminatrice pneumatica 6 file	25,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Spandiconcime 24 m 12 q.li	345,0	-	-	-	-	-	-	23,0	23,0	23,0	-	-	-	-	-	-	69,0	-	-
21	Mietitrebbia 220 CV	112,5	-	-	-	37,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Per 1 ettaro

Scegli macchina: DT 260 CV

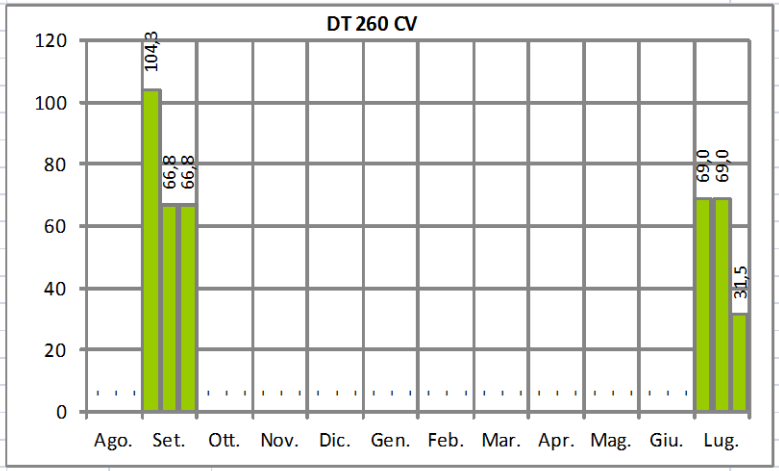
Impieghi annui macchine

Processo: tutti - 150,00 ha.



Calendario impieghi singola macchina (ore per decade)

Processo: tutti - 150,00 ha.

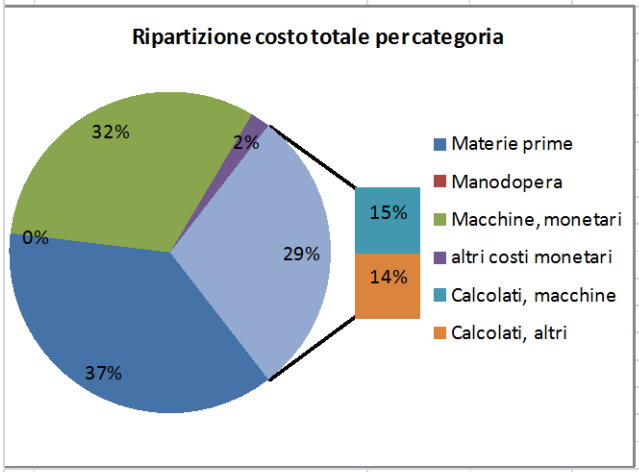
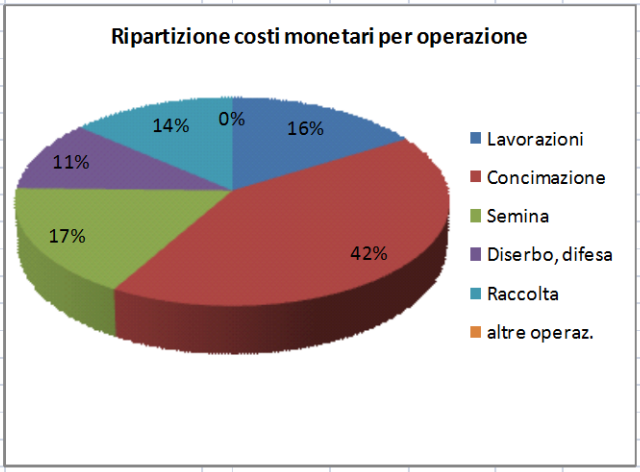
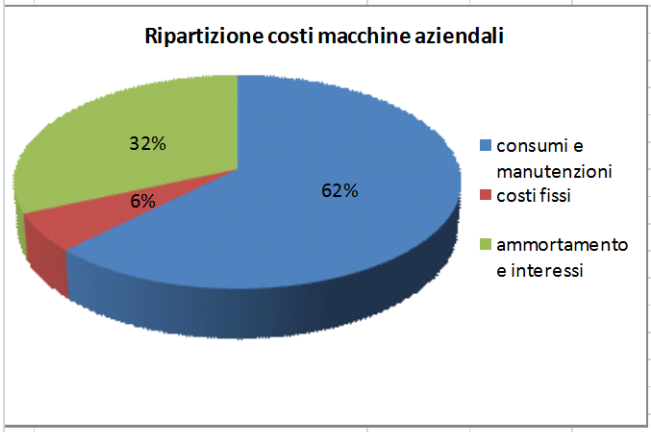
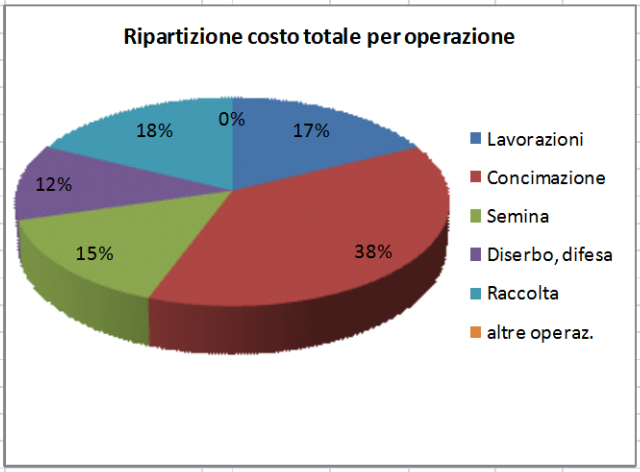


Scegli processo: tutti — Valori per 1 ettaro

Riepilogo costi per categoria
Processo: tutti - 150,00 ha.

Categorie di costi	Costo €	su econ. totale	su monet.
Materie prime	57.295	37,4%	52,7%
Manodopera	-	0,0%	0,0%
Macchine, monetari	48.405	31,6%	44,5%
altri costi monetari	3.000	2,0%	2,8%
Totale monetari	108.700	71,0%	100,0%
Calcolati, macchine	22.361	14,6%	
Calcolati, altri	22.122	14,4%	
Costo economico totale	153.182	100,0%	
Costi macchine aziendali			
consumi e manutenzioni	44.248	62,5%	
costi fissi	4.157	5,9%	
ammortamento e interessi	22.361	31,6%	
costo totale	70.766	100,0%	

Riepilogo costi* per operazione
Processo: tutti - 150,00 ha.

tipo operazione		Costi monetari €		Costi calcolati €		Costo toale €	
Lavorazioni	1	17.068	16,1%	5.591	25,0%	22.659	17,7%
Concimazione	2	44.518	42,1%	4.144	18,5%	48.662	38,0%
Semina	3	18.047	17,1%	892	4,0%	18.938	14,8%
Diserbo, difesa	4	11.668	11,0%	3.439	15,4%	15.107	11,8%
Raccolta	5	14.399	13,6%	8.296	37,1%	22.695	17,7%
altre operaz.	6	-	0,0%	-	0,0%	-	0,0%
Totale operazioni		105.700	100%	22.361	100%	128.061	100%

*materie prime, macchine, terzisti e manodopera