



Az. Agr. Martello Nadia

Az. Agr. Cassettari Alessandro



Scuola Superiore
Sant'Anna



HORT@
— From research to field —



PSR Toscana 2014-2020 - Bando PIF – annualità 2015
PIF GIRA PER LA PIANA LUCCHESE

Sottomisura 16.2 -

Progetto G.I.R.A. – Gestione Integrata Rischio Aflatossine

RELAZIONE FINALE

Marlia (LU), Ottobre 2018

Sommario

Attività del progetto G.I.R.A.	3
Il partenariato	5
Attività svolte dalla Molitoria Val di Serchio	10
Azione 1 Coordinamento e gestione del gruppo di cooperazione	11
Azione 10 - Innovazione in fase di trasformazione e stoccaggio	14
Analisi preliminare: il contesto territoriale	14
L'andamento meteo nelle due campagne di riferimento.....	16
Attività di monitoraggio svolte	18
Azione 11 Analisi economico finanziaria della filiera	28
Individuazione del campione di analisi tra i soggetti in filiera	28
Calcolo e valutazione degli indici di redditività con analisi finanziaria	33
Riconoscimento dei principali mercati di riferimento finalizzata all'analisi e studio dei criteri migliori per la formazione del prezzo	35
Criteri per la formazione del prezzo	42
Caratterizzazione del territorio in merito alla gestione degli aspetti logistici anche in funzione degli elementi innovativi introdotti dall'accordo di cooperazione	43
Individuazione delle forme di aggregazione più idonee al consolidamento e sviluppo della filiera in essere.	45
Elenco allegati	47
1. Azione 2: Riduzione del rischio di aflatossine in campo (relazione scientifica del partner DISAAA-a).....	47
2. Azione 3: Gestione agronomica della prova parcellare e analisi dei risultati delle prove agronomiche presso aziende agricole; Azione 6: Acquisizione di immagini telerilevate per l'implementazione del DSS; Azione 7: Uso di O3 per la decontaminazione della granella di mais da aflatossine (relazione scientifica del partner SSSUP)	47
3. Azione 4: Gestione delle prove di campo (Relazioni tecniche dei partner agricoli).....	47
4. Azione 5: Validazione del modello previsionale e calibrazione del DSS (Relazione scientifica del partner Horta).....	47
5. Azione 8: trasferimento innovazione in ambito zootecnico (relazione scientifica del partner DISAAA-a) .	47
6. Azione 9: Assistenza agronomica alle aziende in filiera (relazione tecnica del partner L'Unitaria)	47
7. Azione 12: Eventi e comunicazione (relazione del Comune di Capannori).....	47

Attività del progetto G.I.R.A.

Il mais rappresenta un alimento quasi irrinunciabile per l'allevamento degli animali in produzione zootecnica, poiché l'amido contenuto nella granella presenta caratteristiche di fermentescibilità ideali sia per l'alimentazione dei monogastrici che dei poligastrici. L'utilizzazione del mais nell'alimentazione degli animali presenta tuttavia alcune criticità, la più importante delle quali è la possibile contaminazione da tossine prodotte da funghi microsporici. Tra queste quelle che presentano i maggiori rischi per la salute dell'uomo sono le aflatossine i cui effetti cronici sull'organismo le fanno porre dalla IARC (International Agency for Research on Cancer) nel gruppo 1 (agenti cancerogeni per l'uomo). Le aflatossine sono prodotte da ceppi di *Aspergillus flavus* e *A. parasiticus*, funghi, in condizioni ottimali di temperatura e umidità, possono anche invadere le colture in campo determinando il marciume apicale della spiga del mais e compromettere la qualità delle granelle in fase di stoccaggio.

Le aflatossine AFB1 sono accumulate nella carne e nel fegato, e riconvertite in AFM1 che possono essere ritrovate nel latte e nei trasformati con valori 3-5 volte superiori. Per limitare il livello di AFM1 nel latte, in tutti i paesi della Comunità Europea è stata fissata una soglia di 5 µg/kg di AFB1 per gli alimenti destinati alle bovine in lattazione (EC, 2010).

La necessità di garantire il rispetto dei limiti fissati dalla Commissione Europea e di ridurre i rischi per la salute dell'uomo impone alle aziende di trasformazione l'attuazione di misure di controllo che incidono profondamente sui costi dell'intera filiera, con ripercussioni gravi sui produttori primari in annate particolarmente sfavorevoli dal punto di vista epidemiologico. Infatti i costi per il monitoraggio ed il mancato ritiro delle granelle conferite incidono negativamente sull'economia della filiera e rendono necessario l'adozione di strumenti innovativi per la riduzione del rischio fitosanitario connesso allo sviluppo delle aflatossine, per l'ottimizzazione del processo di monitoraggio, e per la decontaminazione attraverso strategie di stoccaggio differenziato di lotti contaminati.

Pertanto gli obiettivi del progetto G.I.R.A. sono:

- 1) Sviluppo di protocolli di Gestione del Rischio Fitosanitari in fase di coltivazione basati sull'adozione di metodi a basso impatto ambientale e compatibili con i sistemi di agricoltura biologica ed integrata;
- 2) Sviluppo di un sistema di supporto alle decisioni basato su modelli previsionali ed indici vegetazionali da immagini telerilevate che costituisca uno strumento di interfaccia tra i produttori primari del territorio ed il trasformatore per l'ottimizzazione di protocolli di monitoraggio, controllo e decontaminazione in base al rischio di contaminazione stimabile a scala di singolo appezzamento;
- 3) Sviluppo di un protocollo per l'abbattimento della concentrazione di aflatossine nei lotti di granella contaminati attraverso sistemi di stoccaggio differenziato in atmosfera controllata basati sull'utilizzo di ozono.

Al fine di raggiungere gli obiettivi prefissati, la presente proposta progettuale è stata articolata in 12 azioni interconnesse tra di loro.

L'azione 2, a carattere strettamente fitopatologico, è stata attuata dal gruppo di patologia vegetale del DiSAAA, con l'obiettivo di sviluppare e valutare l'efficacia di protocolli di gestione del rischio fitosanitario basati sull'utilizzo di un ceppo atossigeno di *A. flavus* AFX1 e su trattamenti condotti con acqua elettrolizzata in fase di irrigazioni, al fine di prevenire e contrastare lo sviluppo dell'agente infettivo ed il conseguente sviluppo della contaminazione da aflatossine in condizioni culturali variabili.

Le azioni 5 e 6, attuate da Horta Srl e dalla Scuola Superiore Sant'Anna, hanno consentito di implementare un sistema di supporto alle decisioni (DSS), basato sull'uso di modelli previsionali ed

immagini telerilevate per la determinazione di indici vegetazionali, al fine di supportare gli agricoltori nella gestione della coltura, ma anche e soprattutto di agevolare le operazioni di controllo e monitoraggio al conferimento attraverso l'identificazione preventiva di appezzamenti a rischio contaminazione.

Le azioni 7 e 8, attuate dalla Scuola Superiore Sant'Anna e dal Gruppo di Zootechnia del DiSAAA, hanno consentito di sviluppare e validare protocolli di decontaminazione basati sull'utilizzo dell'ozono in fase di stoccaggio della granella.

Le azioni cardine della proposta sono state le Azioni 3, 4, 9 e 10. Le prime due hanno riguardato l'adozione in condizioni di pieno campo delle tecniche di gestione del rischio fitosanitario dell'Azione 2, permettendo di (i) valutare in condizioni reali l'efficacia degli interventi e la loro sostenibilità ambientale ed economica e (ii) di calibrare e validare il DSS. Hanno partecipato come soggetti attuatori dell'azione 4 due aziende agricole rappresentative della piana Lucchese e della pianura Pisana (Cassettari Alessandro e Martello Nadia). Nell'Azione 3 la Scuola Superiore Sant'Anna ha svolto prove parcellari nell'azienda agricola sperimentale del Centro Azanzi per l'ottenimento di dati necessari alla parametrizzazione dei modelli del DSS.

Tramite l'azione 9, l'Unitaria Cooperativa Zoocerealicola, ha fornito il supporto agronomico alle aziende agricole comprese nel PIF, mentre l'Azione 10, attuata dal capofila Molitoria Val di Serchio Srl, ha permesso di valutare la compatibilità tra le innovazioni proposte e gli standard di prodotto richiesti dal trasformatore, in termini qualitativi ed economici.

La sostenibilità economico finanziaria della filiera e degli scenari alternativi attuabili tramite l'innovazioni proposte è stata analizzata nell'azione 11, sempre a carico della Molitoria Val di Serchio Srl, che ha curato anche la fase di coordinamento (Azione 1) e la realizzazione del sito web (Azione 12.1).

Infine le strategie di comunicazione del progetto, nell'ambito dell'Azione 12.2, sono state progettate, coordinate e gestite dal Comune di Capannori.

Il partenariato



La **Molitoria Val di Serchio s.r.l.**, con sede a Marlia (LU), via Ceppo di Melo 13/15, opera nel settore dell'alimentazione zootecnica dal 1963 e produce cereali macinati, cereali e legumi fioccati, miscele di semi interi o prodotti semilavorati. Ciascun prodotto viene confezionato in sacchi da Kg. 10 e 25. Il mais è il cereale più rappresentativo del processo di produzione. Da passaggi successivi di macinazione del mais si ottengono: il franto integrale (medio e fino) lo spezzato (fino, medio, grosso) e la farina di mais. La macinazione dell'orzo dà origine alla produzione di una farina integrale. La cottura a vapore asciutto di cereali o legumi e il successivo passaggio tra due rulli dà origine alla produzione di fioccati di orzo, mais, avena, fave e piselli.

Di seguito sono sinteticamente riportate le fasi principali del processo produttivo: ricezione e controllo materie prime; commercializzazione delle materie prime tal quali; stoccaggio materie prime a temperatura ambiente; macinazione materie prime; fioccatura; miscelazione; confezionamento e stoccaggio prodotto finito.

Tra i clienti più rappresentativi della Molitoria VdS si segnalano alcune grandi cooperative toscane quali Terre dell'Etruria di Castagneto Carducci (LI), Oleificio Cooperativo Montalbano di Lamporecchio (PI), L'Unitaria Cooperativa Zoocerealicola di Porcari (LU), il Consorzio della Maremma di Grosseto (GR). Un bacino di riferimento in massima parte toscano che trova conferma anche nel complesso dei fornitori di materie prime, costituito in gran parte da aziende cerealicole e cooperative di stoccatrici della piana lucchese e pisana.

I principali competitors della molitoria Val di Serchio operanti in Toscana e regioni limitrofe sono Michelotti e Zei di Larciano (PT), esclusivamente sul piano cerealicolo, e, per il comparto fioccatura, la ditta Giardini di Castiglione del Lago (PG).



Sant'Anna
Scuola Universitaria Superiore Pisa



Scuola Superiore
Sant'Anna

Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa

è un istituto universitario pubblico a statuto speciale, che opera nel campo delle scienze applicate. E' organizzata in Istituti e composta da centri e laboratori, fondati e gestiti da docenti e ricercatori della Scuola, con l'apporto di docenti esterni provenienti da altre Università e da altri enti pubblici e privati, italiani ed esteri. Ai fini del presente progetto si segnala come istituto di riferimento quello delle Scienze della Vita e nello specifico il laboratorio "Land Lab – Agricoltura, Ambiente e Territorio", coordinato dal Prof. Enrico Bonari. L'Istituto di Scienze della Vita raggruppa competenze relative ai settori dell'agronomia, della biologia e delle biotecnologie vegetali e dalla fisiologia medica. Il laboratorio "Land Lab" è attivo nello sviluppo di sistemi colturali a ridotto impatto ambientale (ad esempio agricoltura sostenibile, integrata e biologica), nello studio di sistemi foraggeri e cerealicoli innovativi, nell'analisi dei rapporti agricoltura-ambiente a scala aziendale e territoriale, nello sviluppo e applicazione di metodologie innovative per studi sull'agrobiodiversità funzionale, nell'utilizzazione di specie agrarie e forestali per usi innovativi in campo non alimentare. In particolare, si dedica a studi sull'ottimizzazione dei rapporti tra esercizio dell'attività agricola, tutela dell'ambiente e gestione del territorio rurale e sulla valorizzazione e controllo delle produzioni agro-alimentari di qualità, aspetti questi di interesse per il presente progetto. Il laboratorio ha già svolto in passato esperienze di coordinamento di progetti anche a scala internazionale su tematiche

inerenti la sostenibilità delle produzioni agricole food e no-food. Si segnala inoltre il forte interessamento per l'applicazione di modelli integrati ad immagini tele rilevate, e dei sistemi di gestione della produzione in fase di post-raccolta nell'ambito delle filiere alimentari. Il laboratorio è attivo nell'ambito di partenariati di ricerca nazionali e internazionali e collabora sia con istituti di ricerca italiani e stranieri che con enti territoriali. Inoltre, ricca è la sua partecipazione ad eventi scientifici e divulgativi sulle tematiche di interesse del presente trasferimento di innovazione, come pure la produzione scientifica.



Università di Pisa - DiSAAA (Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali)
il dipartimento conta attualmente 69 ricercatori, 92 tecnici e circa 45 giovani in formazione che sviluppano numerosi filoni di ricerca con elevato grado di apprezzamento nazionale ed internazionale. Nel quadriennio 2008- 2012 i ricercatori del DiSAAA-a hanno prodotto circa 860 pubblicazioni a carattere scientifico e divulgativo di cui la metà su riviste internazionali con referees. A queste figure si affiancano annualmente numerosi visiting scientists e visiting scholars provenienti da molti paesi europei ed extraeuropei. La complessa struttura del DiSAAA-a rende difficile una descrizione sommaria delle tematiche di ricerca attualmente perseguite di cui si darà qui di seguito solo una breve elencazione delle linee più attuali, raggruppate per tematiche principali, ad ognuna delle quali corrispondono specifici programmi di ricerca finanziati da enti pubblici e privati e da progetti europei. Laboratori e aziende sperimentali: presso il DiSAAA-a sono attualmente attivi 14 laboratori, 5 aziende sperimentali e 3 impianti per coltura protetta e fuori suolo. Le analisi e le metodologie applicate (sia in pieno campo che in laboratorio) sono continuamente aggiornate mediante uno specifico piano di investimento e di ammodernamento delle strumentazioni per garantire una adeguata efficienza delle ricerche. Il DiSAAA-a, inoltre, ha numerose collaborazioni attive, regolate da accordi quadro specifici, con il CNR, il CRA, l'ENEA, l'INEA, la Scuola S. Anna di Pisa nonché con numerose Università e Istituzioni di ricerca Italiane e straniere operanti nel settore delle Scienze Agrarie e delle Scienze applicate. Il DiSAAA-a inoltre, partecipa, sin dalla sua costituzione e mediante gran parte dei propri docenti, alle attività di ricerca del Centro di Ricerche Agro- ambientali 'E. Avanzi' dell'Università di Pisa

All'interno del DiSAAA, il gruppo di ricerca afferente laboratorio di "Patologia Vegetale & Micologia", ha pluriennale esperienza nello studio delle malattie fungine delle piante e nella difesa biologica delle stesse. Le competenze presenti nel gruppo, con riferimento al progetto in questione, includono la biologia, la genetica e la fisiologia dei funghi fitopatogeni e dei funghi benefici impiegabili in lotta biologica, l'impiego di funghi antagonisti per la difesa da malattie fungine, la genomica e la filogenetica di funghi di interesse agrario.

Il gruppo dispone di due laboratori, uno destinato a studi più strettamente biologici e l'altro di biologia molecolare. Ha, inoltre, accesso ad un microscopio elettronico a scansione ESEM. In anni recenti, le attività di ricerca si sono concentrate sull'impiego di funghi benefici per la lotta contro la Fusariosi della spiga del Frumento, sull'impiego di funghi benefici nella coltura del pomodoro, sull'impiego di metodi alternativi per la difesa di piante floricole dalla Verticillo, sull'impiego di funghi micoparassiti per il controllo di Sclerotinia sclerotiorum ed altri funghi formanti sclerozi, sull'impiego di funghi biostimolanti per la messa a punto di substrati innovativi per colture floricole, sull'utilizzo di funghi fomicoli per la produzione di metaboliti antifungini naturali da impiegarsi per la difesa delle colture.

HORT@

— From research to field —

Horta S.r.l.

è uno Spin-Off dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza che si propone come piattaforma permanente per la valorizzazione dei risultati provenienti dalla Ricerca attraverso: i) il trasferimento dell'innovazione tecnologica alle realtà produttive, nei settori delle coltivazioni agrarie intensive ed estensive, delle produzioni agroenergetiche, dei marchi di qualità, delle filiere agroalimentari, con particolare riferimento alla produttività, sostenibilità ambientale ed alla sicurezza alimentare; ii) la progettazione, lo sviluppo e la realizzazione di nuovi itinerari produttivi e nuovi prodotti/mezzi tecnici che possano essere immessi sul mercato; iii) la realizzazione di attività di supporto alla consulenza tecnica, pubblica e privata, alle aziende agricole attraverso metodi innovativi di ICT (Information and Communication Technology).

Il contesto nel quale si colloca Horta è caratterizzato da un quadro in cui le imprese agricole hanno da un lato l'esigenza di innovazione, per quanto concerne sia i mezzi tecnici che i processi produttivi, e dall'altro di assistenza tecnica qualificata. Horta intercetta queste esigenze, proponendosi come soggetto per l'innovazione di prodotto e di processo e per l'assistenza tecnica in agricoltura, principalmente attraverso: i) lo sviluppo di sistemi di supporto alle decisioni (dall'inglese DSS) via web; ii) lo sviluppo applicativo dei mezzi tecnici (agrofarmaci, agenti di biocontrollo, fertilizzanti, sementi ed altri mezzi tecnici) e iii) progetti di sviluppo agroindustriale (R&D).

Horta ha sviluppato e immesso sul mercato nazionale DSSs per la coltivazione sostenibile di grano duro e tenero (granoduro.net® e grano.net®), di orzo (orzobirra.net®) e di vite (vite.net®). Ulteriori DSS per altre colture sono in fase di sviluppo, tra cui quello per il mais.



**COMUNE DI
CAPANNORI**

Comune di Capannori

Capannori si estende nella piana lucchese per 165,50 kmq, tanto da essere considerato uno dei comuni rurali più grandi d'Italia.

Il territorio si compone di una zona centrale pianeggiante e di due fasce collinari una a nord, in prossimità dell'Altopiano delle Pizzorne, ed un'altra a sud, dove si trova il Monte Pisano.

I confini hanno subito nel corso del tempo numerose modifiche, raggiungendo l'assetto attuale nel 1925.

Capannori comprende quaranta frazioni, ognuna delle quali con caratteristiche proprie che la rendono unica. Il capannorese è infatti un territorio complesso e variegato, che presenta realtà e paesaggi diversi in grado di soddisfare le esigenze più disparate. L'origine contadina della "gente di Capannori" e l'appellativo di "Comune rurale più grande d'Italia" non possono che essere motivati dalla vocazione naturale del territorio e dalla predisposizione della sua gente a vivere in esso attivamente e con una particolare laboriosità.

In passato l'agricoltura era molto diffusa (come del resto in tutta l'area toscana) e tante erano le specie che venivano coltivate. Sicuramente oggi questa attività si è ridotta notevolmente ma alcuni prodotti sono rimasti pressoché immutati nella loro qualità e sono diventati molto famosi anche al di fuori della Toscana.

Sul territorio del comune di Capannori risultano oggi attive 350 imprese agricole con 560 addetti.



L'Unitaria Coooperativa Zoocerealicola A R.L.

costituita nel dicembre 1981, ha la propria sede nel comune di Porcari (Lucca) e svolge la propria attività in buona parte della provincia di Lucca e in alcune zone ubicate nelle province limitrofe di Pistoia, Pisa e Firenze, nel comparto della raccolta, essiccazione, conservazione e commercializzazione per conto dei soci, dei prodotti cerealicoli (grano tenero e duro), dei cereali foraggeri (mais, orzo e avena), dei semi oleosi (girasole e soia) e, a partire dall'anno 2002, dei prodotti ortofrutticoli; cura inoltre la fornitura ai propri soci dei prodotti e mezzi tecnici necessari alle coltivazioni (fertilizzanti, sementi, fitofarmaci, attrezzature) ed agli allevamenti (mangimi, granaglie foraggere ecc.) nonché un adeguato servizio di assistenza tecnico-agronomica con 2 laureati in scienze agrarie e 2 periti agrari. L'entità economica delle varie attività risulta evidente dalla suddivisione delle vendite riferito all'esercizio 2014 (valori in €): mais, avena, orzo, grano, soia, girasole (€ 3.250.708), ortaggi (€ 1.310.993), concimi (€ 1.039.518), fitofarmaci (€ 317.460), sementi (€ 356.106), mangimi e prodotti zootecnici (€ 632.594), altro (€ 503.065). Alla cooperativa aderiscono oltre 500 soci (dai 190 iniziali) e da un punto di vista economico ha registrato notevoli incrementi di fatturato per assestarsi intorno ai 7 milioni di € mediamente con punte di 9,50 milioni nel 2012; essa ha manifestato "storicamente" la capacità di ottenere positivi risultati netti di gestione unitamente ad un elevato grado di soddisfazione dei soci agricoltori e coltivatori diretti. L'oculata politica degli amministratori nel contenimento dei costi diretti e indiretti, gli investimenti mirati all'aumento della produttività delle operazioni di condizionamento e stoccaggio dei cereali nonché un elevato grado di fidelizzazione della base associata, hanno consentito la realizzazione del primario obiettivo della massima valorizzazione del prodotto "mais", principale coltura dei produttori associati. Le strutture di cui è dotata, concentrate nella sede di Porcari, consistono in un complesso per il condizionamento e lo stoccaggio dei cereali che insiste su un'area recintata di c.a. 9.000 mq , costituito da silos metallici verticali della capacità complessiva di mc 13.920, magazzino piano in c.a.v. per deposito cereali di mq 1.000, impianto di essiccazione composto da 2 colonne per una potenzialità complessiva di 40 ton/h di prodotto verde, attrezzature complementari (ricevimento, ventilazione e condizionamento, monitoraggio termico), tettoia scarico e carico cereali e , palazzina uffici, piazzali c.a. mq 5.000. Nel giugno 2002 ha ultimato un progetto di ampliamento realizzando un magazzino per la conservazione e la selezione di frutta e ortaggi e una tettoia carico e scarico ortaggi per complessivi 2.800 mq. con 3 celle frigo per complessivi 780 mc, finalizzato al ritiro, conservazione e distribuzione delle produzioni di ortaggi conferiti dai soci. Nel 2005 è stato realizzato un investimento finalizzato alla razionalizzazione dello stoccaggio dei cereali con la realizzazione di 2 nuovi silos, di una nuova tramoggia di carico cereali e di adeguato impianto refrigerante che consente una adeguata conservazione dei cereali; l'investimento ha consentito un reale miglioramento della qualità del lavoro e dei prodotti cerealicoli commercializzati e per questo la cooperativa ha beneficiato dei contributi previsti dal Piano di Sviluppo Rurale della Regione Toscana Misura 7 reg CEE 866. Negli ultimi esercizi è continuata l'attività caratteristica della cooperativa con una intensificazione della diversificazione verso il settore ortofrutticolo in particolare verso produzioni tipiche e prodotti locali. I cereali restano sempre il settore di maggiore interesse sia per numero di soci conferenti che per volume di affari, e in particolare il Mais per uso foraggero; tuttavia negli ultimi anni hanno avuto un notevole incremento la coltivazione degli altri cereali (grano tenero e duro) e delle oleginose (girasole).

LE AZIENDE AGRICOLE

Az. Agr. Cassettari Alessandro

con sede a Capannori, l'azienda ha indirizzo produttivo prevalentemente cerealicolo.

La SAU totale condotta dall'azienda, circa 69 Ha, è coltivata a mais e altri cereali e colture industriali avvicendate con coltivazioni foraggere. Presente in azienda un piccolo vivaio di specie fruttifere (circa 0.6 Ha). Il mercato di riferimento dell'azienda è prevalentemente locale. Le produzioni di cereali e proteoleaginose trovano infatti sbocco presso i principali collettori della zona: Molitoria Val di Serchio e L'Unitaria Coop Zoocerealicola.

Az. Agr. Martello Nadia

Con una superficie complessiva superiore a 300 ettari, l'azienda si configura in tre grandi corpi aziendali suddivisi in diversi comuni della pianura Pisana.

La SAU è in massima parte a seminativo, con una ripartizione colturale che prevede generalmente il: grano, duro e tenero, la colza, il girasole, il prato di medica. L'azienda si è dotata negli anni delle migliori attrezzature presenti sul mercato, pratica l'agricoltura conservativa e svolge progetti di sperimentazione sul sequestro del carbonio con colture di copertura invernale successiva semina su sodo delle colture primaverili; il tutto in collaborazione con l'Università di Agraria di Pisa e il centro Avanzi, sotto la guida scientifica del Prof. Marco Mazzoncini. Applica l'agricoltura di precisione al fine di diminuire le dosi di concime e razionalizzare l'impiego dei fitofarmaci, per preservare l'ambiente.

Attività svolte dalla Molitoria Val di Serchio

L'accentuata rappresentatività dell'azienda sul territorio regionale, pur portando un netto vantaggio grazie all'accesso competitivo al mercato, pone necessariamente in rilievo, sul piano economico, sociale e territoriale, anche gli aspetti critici del processo di gestione, in particolare quelli che attengono al profilo della sanità e sicurezza alimentare delle produzioni e, nello specifico del presente progetto, al rischio di contaminazione da micotossine delle partite di cereali e legumi. La gravità del rischio sanitario indicato, con particolare riferimento alle aflatossine (metaboliti secondari di *Aspergillus flavus*) arriva infatti periodicamente a mettere in crisi le intere filiere cerealicola e zootecnica locali.

Questo il principale elemento che ha motivato, con l'attivazione della sottomisura 16.2, la necessità concreta del trasferimento di innovazioni da parte degli enti di ricerca per la messa a punto di soluzioni volte a:

- ✓ *prevenire l'insorgenza del rischio aflatossine con azioni specifiche sulla gestione della fase agronomica di campo nella produzione di mais, anche attraverso l'integrazione di schemi tradizionali con sistemi innovativi basati sulla programmazione di DSS (servizi di supporto decisionale) costruiti su dati meteo, agronomici, fotointerpretazione immagini di telerilevamento;*
- ✓ *applicare alla coltura interventi di lotta fitosanitaria innovativi ed ecologicamente sostenibili;*
- ✓ *decontaminare le partite di mais compromesse dalla presenza elevata di aflatossine tramite processi di iperossidazione delle masse in silos con trattamenti di ozono, secondo applicazioni già in uso presso altri comparti dell'agroalimentare;*
- ✓ *effettuare prove di alimentazione del bestiame con partite di mais decontaminato;*
- ✓ *definire nuovi piani di campionamento e analisi delle partite di granella, dal campo in fase di raccolta fino al confezionamento dei prodotti finali;*
- ✓ *ottimizzare le fasi di ricevimento, trasformazione e stoccaggio presso il sito industriale.*

A supporto del trasferimento delle innovazioni proposte, principalmente con funzione di collegamento tra i diversi soggetti in gioco, la Molitoria ha curato direttamente le seguenti azioni progettuali:

Azione 1 - Coordinamento e gestione del gruppo di cooperazione

Azione 10 - Innovazione in fase di trasformazione e stoccaggio

Azione 11 - Analisi economico finanziaria della filiera

Azione 12.1 - Disseminazione dei risultati progettuali - sito web

Azione 1 Coordinamento e gestione del gruppo di cooperazione

È stata attivata una consulenza specifica, su incarico diretto dell'azienda scrivente, finalizzata inizialmente alla redazione dell'accordo di cooperazione tra i partner, condiviso e approvato da tutti in coerenza con le finalità della filiera e del progetto pilota realizzato con la sottomisura 16.2.

Oltre all'attività iniziale di progettazione ed al monitoraggio delle attività nel corso di tutta la durata del progetto, il capofila ha gestito le responsabilità di propria competenza, così come definite in seno all'accordo, sempre mediante consulenti incaricati. L'attività di monitoraggio è stata volta a fornire a tutti i partner il supporto tecnico e amministrativo per la pianificazione e la risoluzione di eventuali problematiche inerenti lo sviluppo del progetto. Oltre al coordinamento tecnico generale del progetto tale attività ha compreso la gestione dei rapporti con gli uffici regionali competenti, con gli altri partner del gruppo di cooperazione e con i soggetti esterni.

Le consulenze e i servizi di natura tecnico-agronomica-amministrativa hanno riguardato le seguenti macro-attività:

- Gestione amministrativa del progetto e comunicazioni con gli uffici regionali competenti
- Organizzazione degli incontri operativi
- Progettazione e redazione della documentazione tecnica di progetto, iniziale, intermedia e finale
- Ricerca ed elaborazione dati e gestione documentazione tecnica per l'analisi propedeutica del contesto, con ricaduta trasversale su tutte le azioni progettuali (analisi dei fabbisogni, indagine territoriale, reperimento dati tecnici a supporto dell'azione 11 – Analisi economica della filiera)

L'incarico è stato affidato alla società di consulenza Melograno Servizi Srl di Pistoia, già responsabile del coordinamento dell'intero PIF, che ha curato i seguenti aspetti funzionali allo svolgimento delle diverse fasi progettuali:

- ✓ Organizzazione e gestione degli incontri tecnico-operativi tra i consulenti tecnici, il capofila, i partner scientifici (SSSUP, DISAA-a, Horta Srl), il comune di Capannori, la Coop L'Unitaria e i partner agricoli, per tutta la durata del progetto
- ✓ Attività di coordinamento generale e sviluppo delle singole fasi di realizzazione del progetto in sintonia con tutti i partner coinvolti.
- ✓ Gestione tecnico-amministrativa del progetto 16.2: elaborazione e redazione documentazione tecnica (relazione tecnica domanda iniziale; documentazione tecnica relativa alle domande di proroga; relazione intermedia; relazione tecnica domanda di pagamento); gestione, compilazione e presentazione delle istanze iniziali, intermedie e finali sul sistema ARTEA.
- ✓ Analisi e valutazioni di congruità delle spese progettuali ai sensi della normativa PSR cogente
- ✓ Implementazione, monitoraggio e aggiornamento del fascicolo aziendale (gestione rapporti e comunicazioni lo Sportello CAA di riferimento dei diversi partner)
- ✓ Gestione comunicazioni con gli uffici regionali competenti, centrali e territoriali, per quanto concerne il progetto mis.16.2.
- ✓ Elaborazione dati e gestione contabile della documentazione di spesa e giustificativi di pagamento
- ✓ Rendicontazione del progetto

Lo studio di consulenza incaricato ha gestito in modo particolareggiato le azioni di collegamento della sottomisura 16.2 con il progetto generale PIF, verificandone costantemente la rispondenza alle indicazioni riportate sui bandi e gestendo le necessarie comunicazioni con gli uffici regionali preposti. Ha svolto inoltre il coordinamento generale del progetto e dei partner coinvolti, incaricandosi anche della verifica di una corretta gestione amministrativa delle pratiche.

Dato il contenuto di forte innovazione della proposta, una particolare attenzione è stata rivolta alla collaborazione continuativa del capofila con i partner scientifici deputati al trasferimento di innovazione scientifica e tecnologica.

Ogni fase progettuale è stata realizzata secondo una logica di sviluppo condiviso attraverso la collaborazione costante dei consulenti incaricati con i seguenti partner scientifici:

- il team di ricerca del coordinatore scientifico Prof. Giovanni Vannacci dell'Università di Pisa, Professore Ordinario con cattedra di Patologia Vegetale presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali (DISAA – Partner A19) che ha curato la verifica dell'efficacia di protocolli tecnici per il contenimento del Rischio di Contaminazione da aflatossine, attraverso la valutazione di due Sistemi di Gestione del Rischio Fitosanitario (SGF) a basso impatto ambientale, basati l'uno sull'impiego di un ceppo atossigeno di *Aspergillus flavus* e l'altro sull'impiego acqua elettrolizzata.
- il team di ricerca del Dott. Giorgio Ragaglini (Partner A18), ricercatore presso la Scuola Superiore S. Anna, Istituto di Scienze della Vita, già diretto dal Prof. Enrico Bonari, ha coordinato la realizzazione di un test parcellare ed il controllo del test di pieno campo effettuato presso le aziende agricole pilota, per il confronto di diverse strategie di difesa da infezione di *A. flavus*, seguendo i protocolli colturali adottati nelle prove di pieno campo guidate dal partner A19; ha acquisito immagini telerilevate mediante drone e satellite per l'identificazione di aree a rischio infezione da *Aspergillus flavus*. Ha realizzato immagini aeree multi spettrali, in particolare le bande nello spettro del rosso (RED) e dell'infrarosso vicino (NIR) per la determinazione della riflettanza ed il successivo calcolo del NDVI (Normalized Difference Vegetation Index); ha realizzato test pilota di detossificazione con ozono della granella di mais aflatossinato.
- Il team di ricerca del Prof. Andrea Serra, associato di Zootecnia presso il DISAA, ha effettuato due test di trasferimento; il primo su bovini da latte, il secondo su pollo. Gli animali sono stati suddivisi in base a diete contenenti mais non trattato, mais sanificato mediante ozono e mais da prove con AFX1.
- Il team di ricerca del Dott. Pierluigi Meriggi, presidente di Horta srl, (<http://www.horta-srl.com/>) Spin Off dell'università di Piacenza, ha posizionato centraline meteo nelle due aziende pilota per implementare sul mais, per il rischio aflatossine, il proprio sistema di supporto decisionale (DSS – Decision Support Systems), validando il nuovo modello previsionale di contaminazione da *A. flavus* e di produzione di aflatossine per l'areale, nonché implementando le calibrazioni del modello sul DSS brevettato da Horta e integrando i valori NDVI sul sistema previsionale.

Analogamente, per la verifica del corretto svolgimento delle fasi progettuali, sono stati curati e mantenuti nel tempo i rapporti con i produttori primari partner diretti del progetto. In primo luogo le due aziende pilota (az. Agr. Cassettari Alessandro di Capannori – partner A10 - e Az. Agr. Martello Nadia di Crespina – partner A7), ma anche con il principale centro di stoccaggio dell'areale di riferimento, la cooperativa zoocerealicola L'Unitaria, partner A21, che ha svolto l'assistenza agronomica alle aziende in filiera PIF.

In questo modo il capofila ha garantito il coordinamento e il monitoraggio delle azioni progettuali su tutte le fasi del ciclo produttivo, sia in campo, dalla semina alla raccolta, fino alla fase di stoccaggio e trasformazione delle granelle, al fine di agevolare il trasferimento delle innovazioni previste.

Inoltre la Melograno Servizi Srl ha svolto l'indagine preliminare del contesto territoriale di riferimento, propedeutica per lo svolgimento delle azioni 10 (innovazione in fase trasformazione) e 11 (analisi economica della filiera), in sintonia con il lavoro svolto da tutti i partner e, in particolare, per quanto concerne la sola fase di pieno campo, dalla cooperativa L'Unitaria.

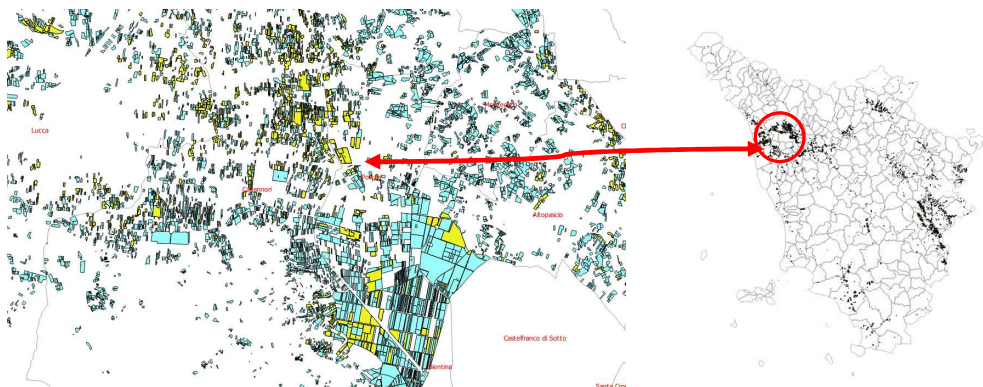
Infine ha curato l'elaborazione e interpretazione dei dati ottenuti dall'analisi di monitoraggio del contenuto di aflatossine svolta dal personale della Molitoria sui campioni di granelle ricevute nel corso dei due anni di progetto.

Azione 10 - Innovazione in fase di trasformazione e stoccaggio

Analisi preliminare: il contesto territoriale

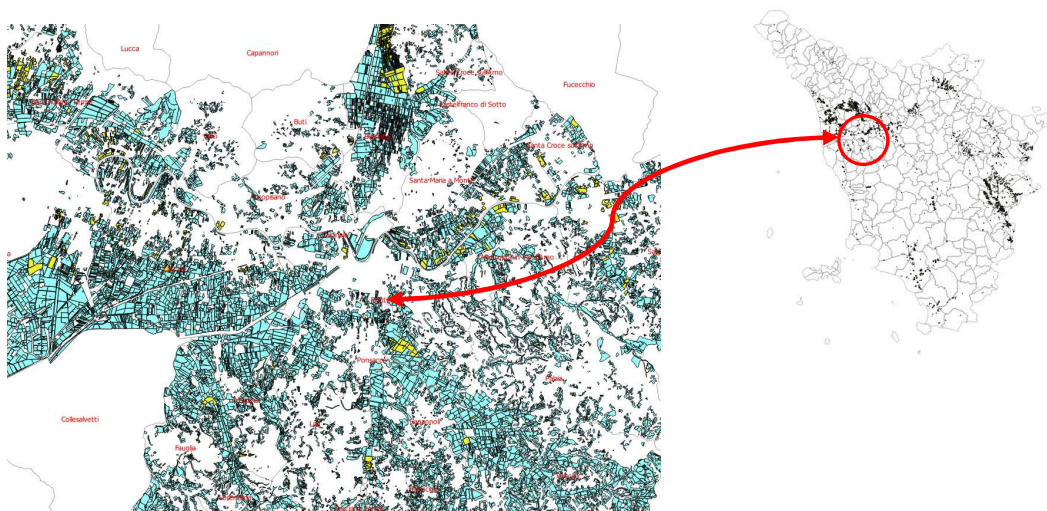
Il comprensorio principale del PIF G.I.R.A. *PER LA PIANA LUCCHESE* è quello della piana di Lucca e dell'alveo ex lago di Bientina, storicamente vocato alla coltivazione del mais (Fig. 1).

Figura 1 – Incidenza della SAU a Mais (**colore giallo**) nella Piana Lucchese (anno 2016)
(Fonte: L'Unitaria - elaborazione QGIS - OpenData - <http://dati.toscana.it/dataset/arteapiani-colturali-grafici>)



Nell'ambito del protocollo sperimentale del progetto G.I.R.A. 16.2, finalizzato a individuare la **variabilità di contaminazione da aflatossine** su **due tipologie di classi di mais** con differenti epoche di semina e in **diversi contesti territoriali**, allo scopo di esaltare le diverse condizioni di produzione della granella, sono state realizzate prove di coltivazione del mais sia nella piana lucchese (Fig. 1) che nella pianura pisana (Fig. 2).

Figura 2 – Incidenza della SAU a Mais (**colore giallo**) nella Piana Pisana (anno 2016)
(Fonte: Nostra elaborazione QGIS - OpenData - <http://dati.toscana.it/dataset/arteapiani-colturali-grafici>)

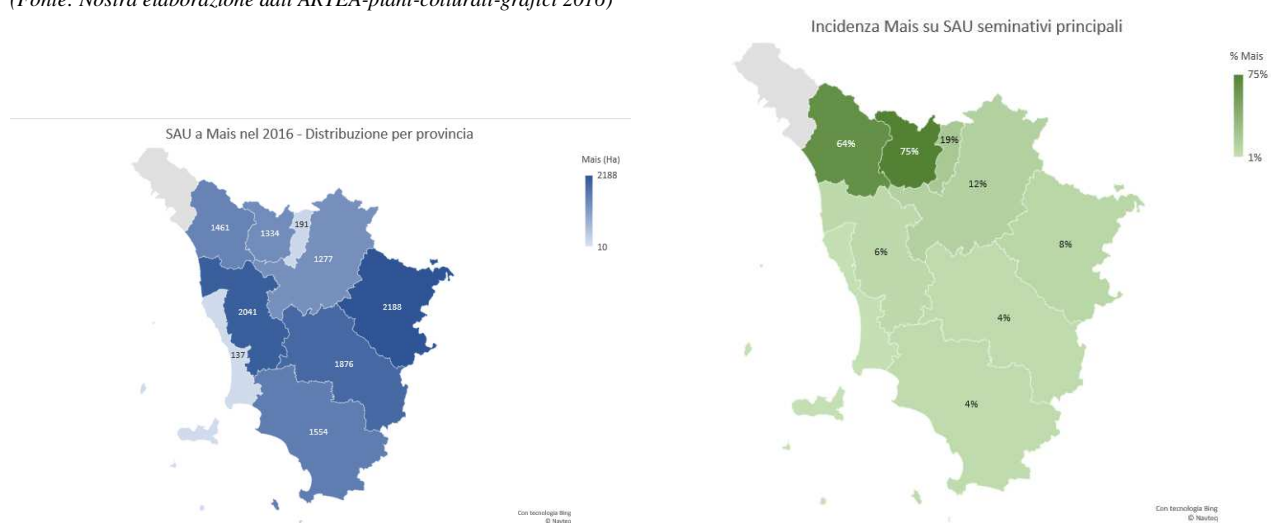


Come ben evidenziato dalla tabella 2 e, graficamente, dalle figure 1, 2, 3, il progetto ha messo a confronto la realtà della Piana Lucchese, ad altissima incidenza maidicola, con quelle della provincia di Pisa, estremamente vocata per i seminativi ma non particolarmente per la coltura del mais, data l'assenza di significativi comprensori irrigui e la conseguente impossibilità di procedere all'irrigazione, pratica fondamentale per il rendimento quali-quantitativo della coltura.

Tabella 2 – SAU a Mais a confronto con i principali seminativi da granella in Toscana – anno 2016 - Dati in Ettari
(Fonte: Nostra elaborazione dati ARTEA-piani-colturali-grafici 2016)

Provincia	Mais	Frumento duro	Frumento tenero	Girasole
Firenze	1277	3223	4986	1153
Arezzo	2188	14046	6519	4548
Lucca	1461	25	468	322
Grosseto	1554	27055	4463	2481
Livorno	137	10393	1018	1721
Massa	10	0	9	0
Pisa	2041	23822	5535	3744
Prato	191	194	554	45
Pistoia	1334	24	169	257
Siena	1876	32817	4604	3209

Figura 3 – Distribuzione provinciale della SAU a mais e relativa incidenza (Dati in Ettari)
(Fonte: Nostra elaborazione dati ARTEA-piani-colturali-grafici 2016)



Il protocollo scientifico ha previsto la ripetizione della coltivazione per due anni, 2016 e 2017, confrontando due varietà di mais (precoce, FAO 400 -ciclo 120 giorni e tardiva, FAO 600 – 130 giorni).

Su entrambe le varietà è stato applicato il Sistema di Gestione del rischio Fitosanitario SGF_AFX1, basato sull'uso di AFX1, a confronto con un controllo (Figura 4).

Figura 4 – Etichetta ministeriale del formulato AF-X1



Il principio attivo del prodotto, *Aspergillus flavus* MUCL54911, è un fungo isolato e selezionato nei terreni italiani. Questo ceppo, a differenza della maggior parte di quelli presenti nell'ambiente, non produce tossine pur essendo estremamente competitivo e vitale, cioè in grado di svilupparsi più in fretta degli altri *Aspergilli* presenti nell'ambiente. Una volta distribuiti e insediati sulla coltura, gli *Aspergilli* di AF-X1 agiscono come antagonisti dei ceppi che producono aflatoossina, impedendo loro di colonizzare e contaminare le spighe. In questo modo, il trattamento dovrebbe permettere di ridurre il rischio che l'infezione della pianta si traduca nello sviluppo di alti livelli di aflatoossina. Scopo della sperimentazione è stato quello di determinarne l'efficacia nei contesti tipici degli areali toscani di coltivazione del mais.

L'andamento meteo nelle due campagne di riferimento

In tabella 3 si riporta l'andamento delle precipitazioni e delle temperature dei mesi estivi nelle campagne agrarie in esame. L'elemento meteo è determinante, potendo condizionare fortemente lo sviluppo e la diffusione dell'*Aspergillus flavus*.

Tabella 3a – Precipitazioni a confronto con dati storici – anni 2016-2017
 (Fonte: Consorzio Lamma)

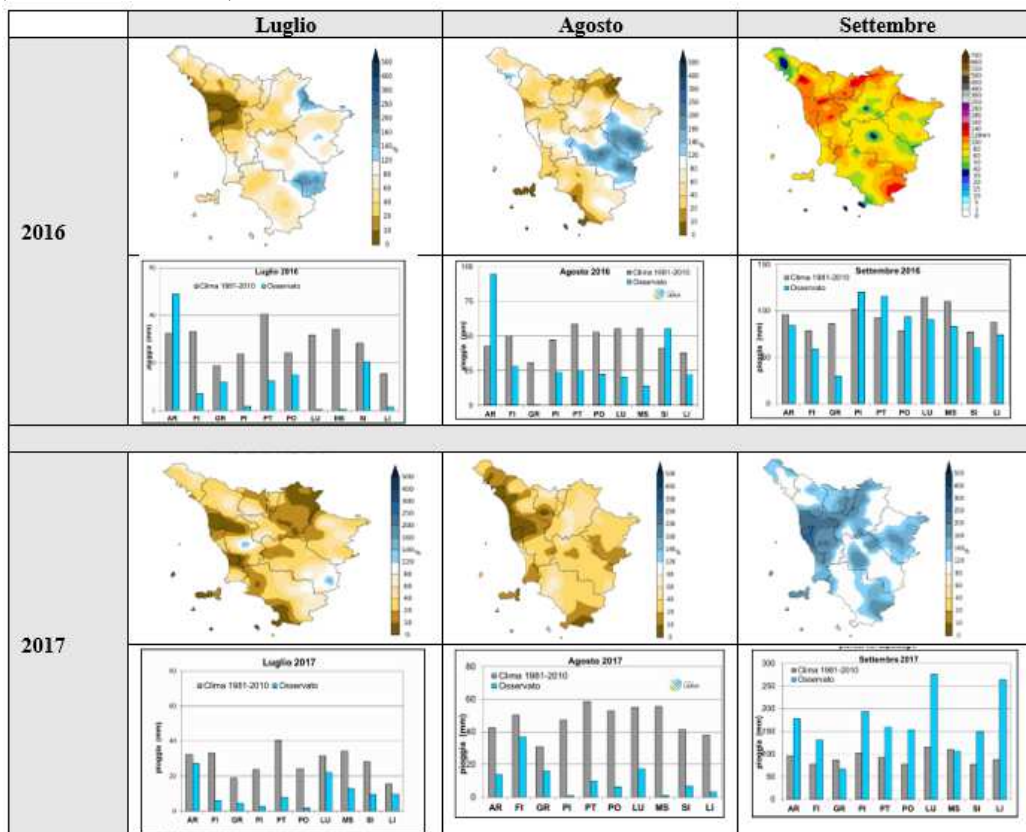
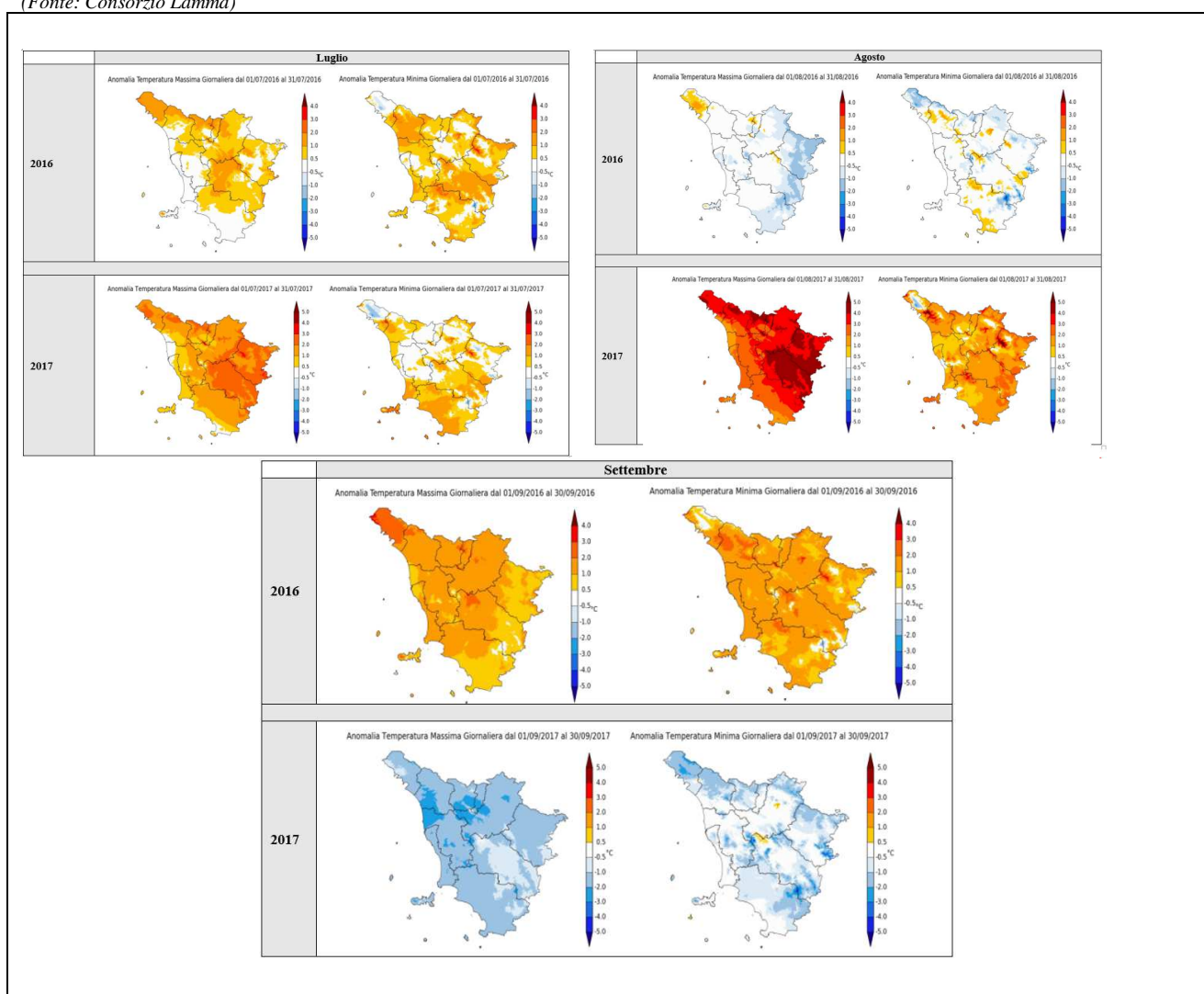


Tabella 3b – Anomalie termiche del periodo in esame
(Fonte: Consorzio Lamma)



Si sono osservate due estati tendenzialmente siccitose, in modo molto intenso nel 2017 (caratterizzato anche da gravi fenomeni di siccità fin dai mesi primaverili), seguite, in entrambe le annate, da un mese di settembre in netta controtendenza (anche se tardiva per i risultati produttivi della coltura, soprattutto dove è stata coltivata in asciutto).

È noto come le alte temperature associate a fenomeni di stress idrico, soprattutto in fase di maturazione, rappresentino le condizioni ambientali più favorevoli per lo sviluppo di *Aspergillus flavus* che è una muffa tipicamente termofila.

È stato perciò possibile, nel corso dei due anni di progetto, verificare direttamente, sia sul campo, sia nelle parcelle sperimentali coltivate dai partner IAP, l'efficacia del trattamento con il formulato AFX1 secondo il metodo "inondativo".

Analogamente è stato possibile, attraverso i risultati del monitoraggio finale svolto presso il centro di raccolta della Molitoria Val di Serchio, dimostrare l'efficacia delle pratiche di irrigazione sul controllo del rischio aflatossine anche in annate particolarmente favorevoli allo sviluppo dell'*Aspergillus flavus* (si veda in Figura 10 la distribuzione dei campioni analizzati).

Attività di monitoraggio svolte

A integrazione delle attività sperimentali realizzate dagli altri partner, il capofila ha svolto, per ciascuna delle due campagne maidicole indicate, le fasi finali dei monitoraggi necessari per la gestione integrata del rischio di contaminazione da aflatossine sulla granella di mais prodotto nella filiera e **destinato alla trasformazione** nell'impianto aziendale.

La coltura, a ciclo primaverile-estivo, ha consentito di operare, per i 24 mesi di progetto, relativamente alle fasi di raccolta e stoccaggio, nell'arco di due intere campagne maidicole, incidendo positivamente anche sull'attendibilità statistica dei dati rilevabili.

Il **monitoraggio in campo** (Fig 5) è stato effettuato, per ogni campagna, in due momenti del ciclo di coltivazione:

1. In fase di maturazione delle cariossidi si è operato sulle spighe in pianta attraverso il controllo visivo della eventuale presenza di micelio o ife e il prelievo di spighe campione da sgranare e sottoporre ad analisi qualitativa con lampada a fluorescenza nel laboratorio aziendale.
2. In fase di raccolta sono stati impiegati due addetti full time per intercettare e sondare direttamente in campo la granella di mais fresco “sotto trebbia”. Sono stati effettuati campionamenti direttamente dalle mietitrebbie in fase di raccolta, prima del carico su autotreno, al fine di deviare eventuali partite anomale e garantire da subito la segregazione fisica delle partite. Ciascun campione rappresentativo è stato quindi sottoposto a verifica in laboratorio con kit di determinazione rapida della presenza di aflatossine (Fig. 6).

Figura 5 – Fasi del monitoraggio in campo



L'analisi massale basata sul controllo visivo è stata integrata con lo strumento a fluorescenza MONITOX 500 della Isoelectric, in grado di determinare qualitativamente la presenza/assenza di contaminazioni (aflatossine B1) dovute allo sviluppo di muffe sulla granella.

MONITOX 500 sfrutta la capacità dei raggi UV (365 nm) di illuminare in maniera fluorescente i chicchi contaminati da Aflatossina, facilmente riconoscibili poiché, a differenza di quelli sani, assumono una colorazione che può andare dal giallo fosforescente al giallo con punte di blu elettrico.

Si possono individuare anche delle colorazioni che si avvicinano all'arancione fosforescente, ma sono da considerarsi del tutto trascurabili, poiché non significano tanto la presenza di Aflatossina,

quanto piuttosto la presenza di batteri normalmente esistenti nel terreno e comunque non pericolosi.

Interpretazione del controllo: indicativamente sono sufficienti 1-2 chicchi o parti di chicchi fluorescenti su 1 Kg di granella analizzata per superare le 5 ppb. Sono invece sufficienti 3-4 chicchi, o parti di chicchi fluorescenti su 1 Kg di granella analizzata per superare le 20 ppb.

Analisi più approfondite, di tipo quantitativo, sono state effettuate nel laboratorio aziendale con lettore ottico Vicam attraverso le seguenti fasi operative: macinazione della granella, preparazione della soluzione acquosa, filtrazione, trasferimento della soluzione sulle strip, lettura ottica, stampa del risultato.

Il tutto visualizzabile nell'infografica seguente (figura 6):

Figura 6 – Fasi dell'analisi in laboratorio aziendale



Operazioni relative al monitoraggio nel centro di trasformazione

Per lo sviluppo delle azioni progettuali in fase di stoccaggio finale e trasformazione i dipendenti incaricati hanno svolto le seguenti attività:

- Adeguamento e sanificazione di due silos (Figura 8) per lo stoccaggio differenziato di alcune partite di mais provenienti dal partner IAP Cassettari
- Gestione ricevimenti per lo stoccaggio separato nei silos dedicati
- Coordinamento trattamenti antiparassitari nei silos da parte di impresa specializzata (Centro Disinfestazione Livornese)
- Campionamenti nei silos
- Campionamenti su prodotti finiti (mangimi, spezzato di mais, farina gialla)
- Invio dei campioni ai laboratori di analisi e ricezione risultati
- Campionamento per analisi rapide

La gestione dei ricevimenti è una fase delicatissima e fondamentale per la risposta qualitativa dell'intero processo produttivo. Ogni lotto in arrivo è stato analizzato con strumento GAC2100 per determinazione rapida sulla granella dei parametri di umidità (misura per conducibilità), peso

specifico, temperatura (Fig. 7)

Figura 7 – Grain tester GAC2100



Figura 8 – Ricevimento e stoccaggio in silos (Fonte: Molitoria Val di Serchio)



In condizioni ordinarie la conservazione in silos richiede una particolare attenzione da parte del gestore di un centro di raccolta, in quanto il cereale, considerato “alimento umano o zootecnico”, prevede l’applicazione di un sistema aziendale di autocontrollo basato sul metodo H.A.C.C.P. (tanto ai sensi del Reg CE 852/04, sull’igiene dei prodotti alimentari, quanto in conformità al Reg CE 183/2005 che stabilisce requisiti di igiene per i mangimi)

Per la migliore gestione del rischio aflatossine, prima ancora della sua conservazione, la granella è stata sottoposta ad un attentissimo controllo finalizzato alla differenziazione delle partite che, come ben dimostrano gli esiti del monitoraggio effettuato nella fase di campo, sono risultate parecchio difformi per condizioni di provenienza, coltivazione, raccolta, trasporti, umidità, impurità e grado di contaminazione.

È stato pertanto prioritario operare subito alla **segregazione delle partite** più contaminate.

Successivamente al ricevimento, i controlli messi in atto hanno riguardato:

- controllo idoneità e integrità dei silos prima dell’inserimento del cereale;
- operazioni di sanificazione completa dei silos;
- controllo della impurità ed umidità del cereale;
- pulitura pre-essiccazione per eliminare le impurità;
- essiccazione del cereale (evitando temperature superiori a 100°C);
- pulitura meccanica post-essiccazione;

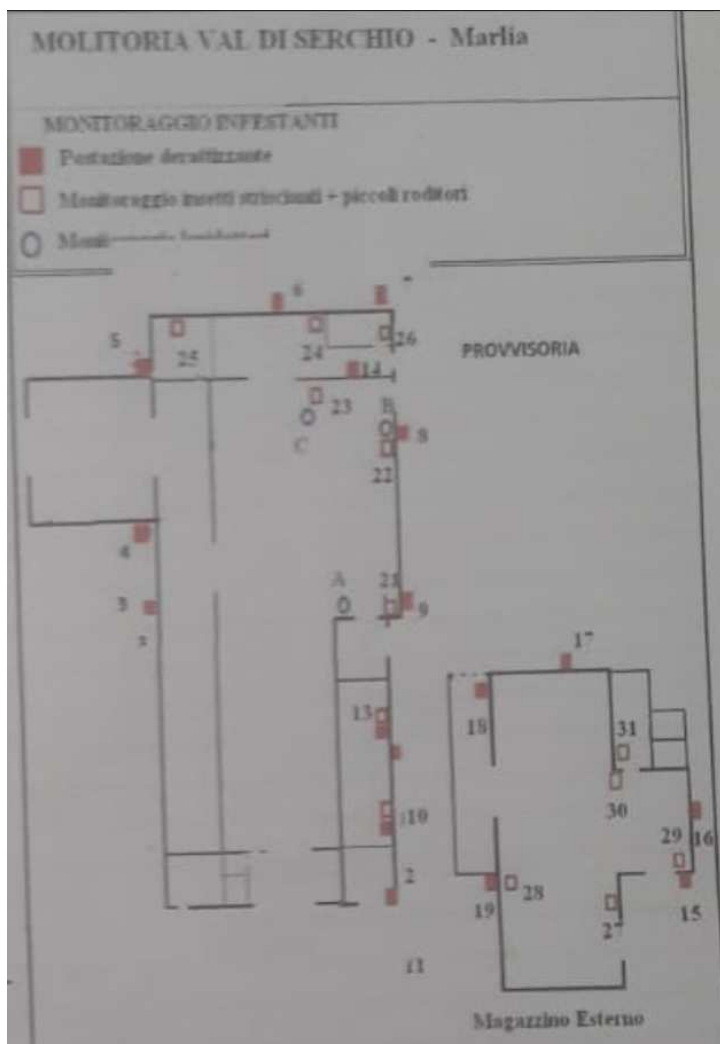
- monitoraggio e controllo visivo della presenza di infestanti (insetti e/o roditori, nell'area circostante)

Durante la fase di conservazione la procedura operativa ha previsto il monitoraggio del cereale che è durato in modo continuativo per tutto il periodo dello stoccaggio (prelevamento campioni, misurazione temperature e analisi rapide con determinazione quantitativa).

Inoltre, il personale ha effettuato movimentazioni periodiche della massa per favorirne la ventilazione ed evitare la formazione di zone di condensa.

Tutte le fasi operative indicate sono state eseguite monitorando mensilmente il silo di stoccaggio del cereale e, quotidianamente, l'area esterna allo stesso. La gestione di quanto descritto ha comportato un minuzioso ed attento lavoro di debiotizzazione interna ed esterna al silos, il posizionamento di trappole per insetti, la dislocazione dei dispositivi a cattura multipla dei roditori, la realizzazione di una mappa indicante le relative installazioni (Fig. 9), il controllo visivo entomologico dei campioni prelevati all'interno della massa, la messa a punto di azioni correttive, ove necessarie.

Figura 9 – Planimetria disposizione dispositivi controllo infestanti



Le operazioni di fumigazione per la disinfestazione del cereale (con idrogeno fosforato) sono invece state affidate al Centro di Disinfestazione Livornese (CDL), l'unico centro di riferimento in zona specializzato per questo tipo di operazioni.

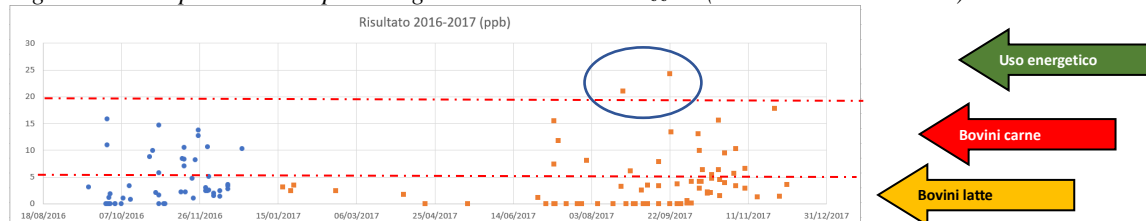
Interpretazione dei dati derivanti dal monitoraggio sulle granelle (campagne 2016-2017)

Attraverso il calcolo della deviazione standard si sono normalizzati i valori medi dei dati derivanti dall'analisi delle granelle, per avere un'idea della volatilità della dispersione relativa alle due campagne agrarie (Tab 4 – Figura 10)

Tabella 4 – Aflatossine su granella mais (Medie annuali e deviazioni standard – 2016-2017)

Anno	Media (ppb)	Deviazione standard (ppb)
2016	4,37	4,45
2017	3,90	5,20

Figura 10 – Dispersione campioni di granelle di mais analizzate (Molitoria 2016 e 2017)



Osservazioni

Su 130 campioni di granella di mais complessivamente analizzati (50 nel 2016 e 80 nel 2017) solo in due casi (Fig 9) si sono osservati valori superiori al limite di legge (20 ppb). Ben 36 campioni presentavano risultato nullo, cioè inferiore al limite di quantificazione del dispositivo di analisi impiegato. La dispersione è molto elevata, come risulta dalla elaborazione statistica dei dati, a indicare una certa variabilità territoriale e dei metodi di conduzione degli appezzamenti coltivata. Si è registrata comunque una tendenza generale al conferimento di mais con discrete e a volte buone caratteristiche sanitarie, nonostante l'andamento meteo non proprio favorevole. Una parte importante delle aziende agricole della Piana Lucchese mostra di gestire con attenzione e regolarità la pratica dell'irrigazione, in modo particolare nei terreni meno dotati di riserve idriche. Grazie all'assistenza agronomica effettuata dal partner L'Unitaria è stata riposta molta attenzione anche alla fase di raccolta, prestando la massima cura alla regolazione della mietitrebbia per evitare rotture della granella, operando con tempestività, anche in funzione dell'umidità del prodotto. Le aziende sono state affiancate nella scelta dell'ibrido da seminare, nella fase di distribuzione di fertilizzanti azotati in dosi adeguate, durante le operazioni di diserbo e, dove necessario, di trattamento con il formulato AF-X1.

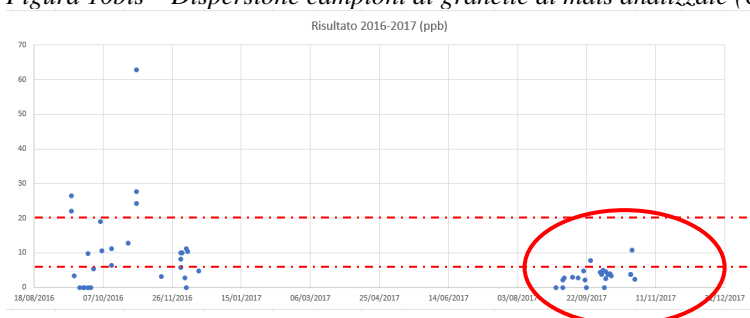
La stessa cooperativa L'Unitaria, infine, ha curato la gestione del rischio aflatossine nella fase di ricevimento e stoccaggio delle granelle conferite dagli agricoltori associati, attraverso adeguati monitoraggi, analisi delle partite e controllo dei parametri di processo (temperature di conservazione; refrigerazione).

Abbiamo quindi elaborato i dati derivanti dalle analisi quantitative svolte dal partner L'Unitaria. I risultati sono riportati in tabella 4bis e in figura 10bis:

Tabella 4bis – Aflatossine su granella mais (Medie annuali e deviazioni standard – Unitaria 2016-2017)

Anno	Media (ppb)	Deviazione standard (ppb)
2016	11,94	13,49
2017	3,28	2,44

Figura 10bis – Dispersione campioni di granelle di mais analizzate (Unitaria - 2016 e 2017)

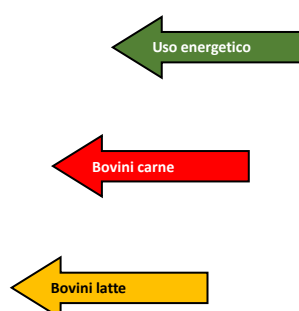
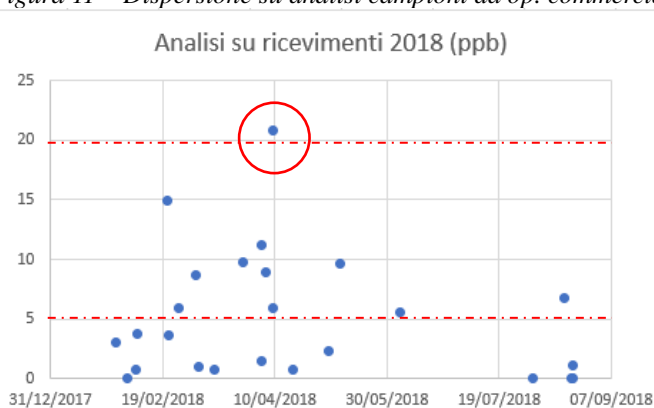


A titolo di confronto con le granelle di mais provenienti da produttori di base, sono state infine analizzate anche le partite derivanti da altri operatori commerciali (stoccatori, collettori intermedi, commercianti, ecc). Di seguito i risultati ottenuti su 25 campioni di granelle 2017, ricevute da stoccatori commerciali nel corso del 2018 (Tab 5 – Fig 11)

Tabella 5 – Aflatossine su granelle provenienti da operatori commerciali (Medie annuali e deviazioni standard – 2018)

Anno	Media (ppb)	Deviazione standard (ppb)
2016		
Granelle mais	5,07	5,32

Figura 11 – Dispersione su analisi campioni da op. commerciali (2018)



Considerazioni conclusive

Il quadro delle valutazioni analitiche osservate ha consentito di conoscere l'andamento complessivo delle due campagne maidicole, relativamente al rischio aflatossine. Se si considera come "ordinario" e "su scala comprensoriale" il monitoraggio effettuato dalla Molitoria Val di Serchio, il dato che emerge con chiarezza è il **calo delle contaminazioni** registrato nel 2017 dal partner L'Unitaria, conseguente all'assistenza tecnica agronomica apportata nell'ambito del progetto G.I.R.A. e, in qualche caso, all'impiego del formulato AFX1 con il suo potere abbattente nei confronti dei ceppi tossigeni di *Aspergillus flavus*.

Monitoraggio in fase trasformazione

Esiti del monitoraggio

Tutte le fasi successive al ricevimento e stoccaggio delle granelle presso la Molitoria Val di Serchio sono state accompagnate da controlli puntuali del livello di contaminazione attraverso determinazioni quantitative rapide con il dispositivo Vicam (i risultati aggregati sono riportati in Tab 6 e nelle Fig. 12-13).

Tabella 6 – Aflatossine su prodotti trasformati (Medie annuali e deviazioni standard – 2016 -2017)

Anno	Media (ppb)	Deviazione standard (ppb)
2016		
Farina gialla	8,95	5,26
Pastone	8,10	4,00
Franto	7,48	9,52
2017		
Farina gialla	7,21	6,35
Pastone	4,99	1,94
2018		
Farina gialla	10,40	4,26
Pastone	3,20	0

Figura 12 – Dispersione su analisi campioni trasformati (2016, 2017, 2018)

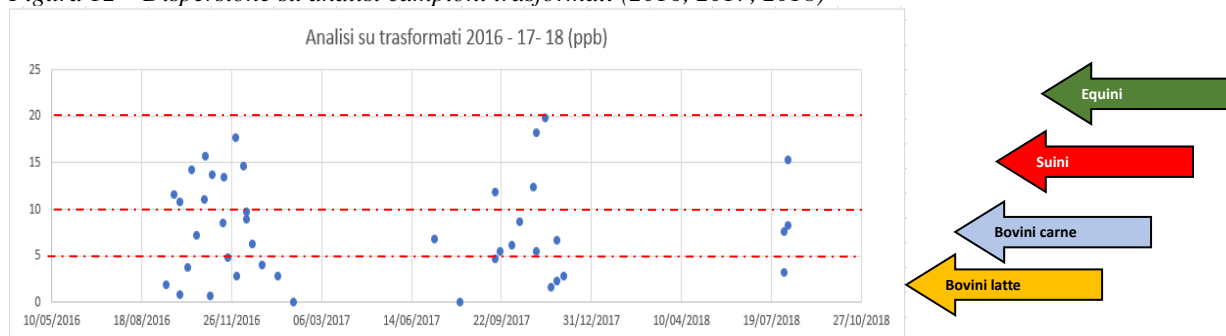
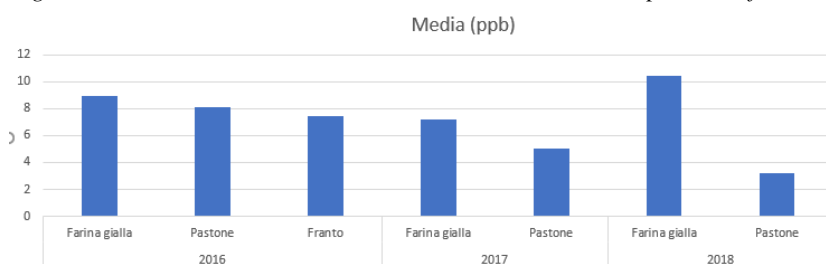


Figura 13 – Medie valori di contaminazione rilevati su campioni trasformati (2016, 2017, 2018)



Analisi presso laboratori extra-aziendali

Con frequenza minore sono stati inviati campioni di prodotto al laboratorio accreditato di AGER Borsa Merci Bologna, per analisi approfondite relative alle seguenti determinazioni:

AGER
Associazione Granella Emiliana Romagnola
Piazza Costituzione, 5 - 40128 Bologna
Tel. +39 051 510681 - Fax +39 051 501043
Email: info@agereborsemerci.it
Web: www.agereborsemerci.it

RAPPORTO DI PROVA N° 17LA09175

Ordine N° 17-02045 Campione presentato il 28/09/2017

ESTRATTO

MERCATO EMILIANO, GRANITURCO
CONTENITORE: SACCHETTO DI CARTA
CHIAVI: NON INCHIANTI
INTERMENT: SACCHETTO DI CUI
DATA: 02/10/2017
MIS: 100g
SOLLA: 100g
VELOCITÀ: 100g
PESI: 100g
ALTRI RIFERIMENTI: SLO 10 - CUP ANTAR 123456

Prova	UM	Valore	Limite	Metodo	Referenza
DEOSSINIVALENOLO	µg/g	< 1,0		MIP AGER AFLA REV. 15 2015	2015/09/01
ZEARALENONE	µg/g	< 1,0		MIP AGER AFLA REV. 15 2015	2015/09/01
AFLATOSSINE B1, B2, G1, G2	µg/g	< 1,0		MIP AGER AFLA REV. 15 2015	2015/09/01
B1	µg/g	< 1,0		MIP AGER AFLA REV. 15 2015	2015/09/01
B2	µg/g	< 1,0		MIP AGER AFLA REV. 15 2015	2015/09/01
G1	µg/g	< 1,0		MIP AGER AFLA REV. 15 2015	2015/09/01
G2	µg/g	< 1,0		MIP AGER AFLA REV. 15 2015	2015/09/01
FUMONISINE B1 + B2	µg/g	1637,7	2510	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	2015/09/01
FUMONISINA B1	µg/g	330,1	1013	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	2015/09/01
FUMONISINA B2	µg/g			MIP AGER FUMO REV. 14 2015	2015/09/01

Nelle tabelle 7 e 8 il report dei risultati ottenuti:

Tabella 7 – Analisi esterne su granelle di mais

Data	Rapporto n.	Metodo analitico	Determinazione	Prodotto	Ppb
14/09/2016	16LA08308	MIP AGER AFLA REV. 15 2015	Aflatoxina B1	Granella mais	3,1
14/09/2016	16LA08308	MIP AGER AFLA REV. 15 2015	Aflatoxina B2	Granella mais	0
14/09/2016	16LA08308	MIP AGER AFLA REV. 15 2015	Aflatoxina G1	Granella mais	0
14/09/2016	16LA08308	MIP AGER AFLA REV. 15 2015	Aflatoxina G2	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09176	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina B1	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09175	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina B1	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09176	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina B2	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09175	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina B2	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09176	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina G1	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09175	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina G1	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09176	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina G2	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09175	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina G2	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09176	MIP AGER DON REV 13 2015	Deossinivalenolo	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09175	MIP AGER DON REV 13 2015	Deossinivalenolo	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09176	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B1	Granella mais	4937,3
13/10/2017	17LA09175	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B1	Granella mais	1637,7
13/10/2017	17LA09176	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B2	Granella mais	1032,8
13/10/2017	17LA09175	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B2	Granella mais	330,1
13/10/2017	17LA09176	MIP AGER ZEA REV 12 2015	Zearalenone	Granella mais	0
13/10/2017	17LA09175	MIP AGER ZEA REV 12 2015	Zearalenone	Granella mais	0
17/10/2017	17LA09915	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina B1	Granella mais	5,9
17/10/2017	17LA09915	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina B2	Granella mais	0,4
17/10/2017	17LA09915	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina G1	Granella mais	0
17/10/2017	17LA09915	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatoxina G2	Granella mais	0
27/11/2017	17LA11540	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatoxina B1	Granella mais	3
27/11/2017	17LA11540	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatoxina B2	Granella mais	0,4
27/11/2017	17LA11540	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatoxina G1	Granella mais	7,6
27/11/2017	17LA11540	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatoxina G2	Granella mais	0,7
27/11/2017	17LA11540	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B1	Granella mais	5492,5
27/11/2017	17LA11540	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B2	Granella mais	1051,8
29/11/2017	17LA11549	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatoxina B1	Granella mais	3,4
29/11/2017	17LA11549	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatoxina B2	Granella mais	0,4
29/11/2017	17LA11549	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatoxina G1	Granella mais	1,4
29/11/2017	17LA11549	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatoxina G2	Granella mais	0

Tabella 8 – Analisi esterne su mangime

Data	Rapporto n.	Metodo analitico	Determinazione	Prodotto	Ppb
27/10/2017	17LA10154	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatossina B1	Mangime	0
27/10/2017	17LA10154	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatossina B2	Mangime	0
27/10/2017	17LA10154	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatossina G1	Mangime	0
27/10/2017	17LA10154	MIP AGER AFLA REV. 16 2015	Aflatossina G2	Mangime	0
27/10/2017	17LA10154	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B1	Mangime	2158,2
27/10/2017	17LA10154	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B2	Mangime	230,3
28/11/2017	17LA11542	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatossina B1	Mangime	0
28/11/2017	17LA11542	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatossina B2	Mangime	0
28/11/2017	17LA11542	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatossina G1	Mangime	0
28/11/2017	17LA11542	MIP AGER AFLA REV. 16 2017	Aflatossina G2	Mangime	0
28/11/2017	17LA11542	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B1	Mangime	1311,9
28/11/2017	17LA11542	MIP AGER FUMO REV. 14 2015	Fumonisin B2	Mangime	203,1

Interpretazione risultati delle analisi effettuate presso laboratori esterni

Relativamente al rischio aflatossine, in conformità con le disposizioni del Reg UE 574/2011, si sono osservati in tutti i casi valori inferiori ai limiti di 0,02 mg/kg (ppm) pari a 20 ppb per le materie prime per mangimi (granella di mais) e inferiori a 0,01 mg/kg (ppm) pari a 10 ppb per i mangimi (purché non destinati a bovini da latte).

Tabella 9 – Micotossine da analisi esterne (Medie e deviazioni standard – 2016 -2017)

Determinazione/Prodotto	Media (ppb)	Deviazione standard (ppb)
Aflatossina B1	1,93	2,25
Granella mais	2,57	2,26
Mangime	0,00	0,00
Aflatossina B2	0,15	0,21
Granella mais	0,20	0,22
Mangime	0,00	0,00
Aflatossina G1	1,13	2,66
Granella mais	1,50	3,04
Mangime	0,00	0,00
Aflatossina G2	0,09	0,25
Granella mais	0,12	0,29
Mangime	0,00	0,00
Deossinivalenolo	0,00	0,00
Granella mais	0,00	0,00
Fumonisin B1	3107,52	1957,17
Granella mais	4022,50	2083,87
Mangime	1735,05	598,42
Fumonisin B2	569,62	434,13
Granella mais	804,90	411,30
Mangime	216,70	
Zearalenone	0,00	
Granella mais	0,00	

Riferimenti normativi principali

Direttiva 2002/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio (7 maggio 2002) relativa alle sostanze indesiderabili nell'alimentazione degli animali

Articolo 3

Comma 1. I prodotti destinati all'alimentazione degli animali possono essere importati nella Comunità da paesi terzi, messi in circolazione e/o utilizzati soltanto se sono di qualità sana, genuina e commerciabile e, se utilizzati correttamente, non costituiscono un pericolo per la salute umana o animale o per l'ambiente e non influiscono sfavorevolmente sull'allevamento.

Comma 2. In particolare, non possono essere considerati conformi alle disposizioni del paragrafo 1 i prodotti destinati all'alimentazione degli animali il cui contenuto di sostanze indesiderabili non rispetti i livelli massimi fissati nell'allegato I.

Regolamento (UE) N. 574/2011 della Commissione (16 giugno 2011), che modifica l'allegato I della direttiva 2002/32/CE per quanto riguarda i livelli massimi di nitrito, melamina, Ambrosia spp. e carry-over di alcuni coccidiostatici e istomonostatici e che consolida gli allegati I e II

Allegato I - SEZIONE II: MICOTOSSINE:

Sostanza indesiderabile	Prodotti destinati all'alimentazione degli animali	Contenuto massimo in mg/kg (ppm) di mangime con un tasso di umidità del 12 %
1. Aflatossina B ₁	Materie prime per mangimi	0,02
	Mangimi complementari e completi	0,01
	ad eccezione di: — mangimi composti per bovini da latte e vitelli, ovini da latte ed agnelli, caprini da latte e capretti, suinetti e pollame giovane	0,005

Decreto Legislativo 10 maggio 2004 n. 149 - Attuazione della direttiva 2001/102/CE, della direttiva 2002/32/CE, della direttiva 2003/57/CE e della direttiva 2003/100/CE, relative alle sostanze ed ai prodotti indesiderabili nell'alimentazione degli animali (Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 16 giugno 2004 n. 139).

Art 3. Limiti di tolleranza.

Comma 1. Le sostanze indesiderabili elencate nell'allegato I possono essere tollerate nei prodotti destinati all'alimentazione degli animali soltanto alle condizioni previste da tale allegato:

Allegato I – PUNTO 7: AFLATOSSINA B1

Sostanze indesiderabili	Prodotti destinati all'alimentazione degli animali	Contenuto massimo in Mg/Kg (ppm) di mangime al tasso di umidità del 12%
1	2	3
7. Aflatossina B1	Tutte le materie prime per mangimi	0,02
	Mangimi completi per bovini, ovini e caprini, ad eccezione di:	0,02
	- mangimi completi per animali da latte	0,005
	- mangimi completi per vitelli e agnelli	0,01
	Mangimi completi per suini e pollame (salvo animali giovani)	0,02
	Altri mangimi completi	0,01
	Mangimi complementari per bovini, ovini e caprini (ad eccezione dei mangimi complementari per animali da latte, vitelli e agnelli)	0,02
	Mangimi complementari per suini e pollame (salvo animali giovani)	0,02
	Altri mangimi complementari	0,005

Azione 11 Analisi economico finanziaria della filiera

Relativamente agli aspetti economici e finanziari il capofila ha dato luogo, inizialmente, a un'analisi settoriale per l'individuazione dei punti di forza e degli sbocchi di mercato reali e potenziali.

Scopo principale la formulazione di alcune ipotesi di consolidamento e sviluppo della filiera, sulla scorta dei risultati dell'analisi economico-finanziaria, fino alla definizione di idonee forme aggregative che siano a vantaggio di tutti gli operatori in gioco.

In funzione dei risultati dello studio preliminare, anche nell'ottica di un successivo sviluppo e consolidamento della filiera, è possibile pervenire all'elaborazione di un contratto-tipo in cui siano definiti i parametri di prezzo, tempi di consegna, stoccaggi e modalità di conferimento, in linea con le innovazioni introdotte dal progetto.

L'analisi degli aspetti economici e finanziari è stata affidata al Per. Agr. Valerio Marchioni della Melograno Servizi Srl, consulente con esperienza di durata pluridecennale, maturata sia sul territorio toscano, sia sul mercato cerealicolo nazionale, e in possesso di elevate competenze anche in settori produttivi extra-agricoli.

Individuazione del campione di analisi tra i soggetti in filiera

Secondo una logica oggettiva e rappresentativa degli attori in campo sono state individuate 4 imprese:

CODICE PIF	IMPRESA	INDIRIZZO	ATTIVITA'
A1.1	MOLITORIA VAL DI SERCHIO S.R.L.	VIA CEPPO DI MELO, 13/15 - 55014 CAPANNORI FRAZ. MARLIA (LU)	MOLITORIA
A21.1	L'UNITARIA COOPERATIVA ZOOCEREALICOLA SOC. COOP.	VIA DEL SESTO 3, 55016 PORCARI (LU)	STOCCATORE
A10.1	CASSETTARI ALESSANDRO	CORTE BOSCHI, 119 LOC. PICCIORANA LUCCA	AGRICOLA
A7.1	MARTELLO NADIA	VIA ZAVAGNO 60 AH CRESPIA LORENZANA (PI)	AGRICOLA

Analisi economico patrimoniale sul campione rappresentativo individuato

I Conti del maiscoltore campagna 2017

COSTI DI PRODUZIONE (Esempio 140 q.li di verde con 22 % di umidità pari a 124 q.li di secco 14%)

OPERAZIONI COLTURALI	Ore	Costi Lavorazioni	Costi Seme	Costi Fertilizzanti	Antiparassiti e Diserbanti	TOTALE
Aratura	2,5	155,00				155,00
Concimazione PRE –semina q.li 2 UREA + q.li 5 ternario 8.24.24	0,8	30,00		238,00		268,00
Erpicatura	0,8	60,00				60,00
Semina di precisione e Disinfestazione terreno	1,0	35,00	257,00		45,00	337,00
Diserbo di PRE -emergenza	0,5	30,00			40,00	70,00
Diserbo post-emergenza	0,5	30,00			50,00	80,00
Sarchiatura con concimazione q.li 3,5 UREA	1,2	60,00		102,00		162,00
Raccolta	0,8	155,00				155,00
Trasporto e scarico prodotto	0,5	35,00				35,00
Trinciatura stocchi	1,5	35,00				35,00
Essiccazione € 2,30 x q.li 140		322,00				322,00
Stoccaggio € 0,2 x 4 mesi x q.124		99,00				99,00
TOTALE Costi della Produzione	11	1.046,00	257,00	340,00	135,00	1.778,00
Affitti o BF						200,00
Interessi passivi capitale						56,00
					TOTALE	2.034,00

COSTI DI PRODUZIONE (Produzione 100 q.li di verde con 22 % di umidità pari a 88,5 q.li di secco 14%)

OPERAZIONI COLTURALI	Ore	Costi Lavorazioni	Costi Seme	Costi Fertilizzanti	Antiparassiti e Diserbanti	TOTALE
Aratura	2,5	155,00				155,00
Concimazione PRE –semina q.li 2 UREA + q.li 5 ternario 8.24.24	0,8	30,00		238,00		268,00
Erpicatura	0,8	60,00				60,00
Semina di precisione e Disinfestazione terreno	1,0	35,00	257,00		45,00	337,00
Diserbo di PRE -emergenza	0,5	30,00			40,00	70,00
Diserbo post-emergenza	0,5	30,00			50,00	80,00
Sarchiatura con concimazione q.li 3,5 UREA	1,2	60,00		102,00		162,00
Raccolta	0,8	155,00				155,00
Trasporto e scarico prodotto	0,5	35,00				35,00
Trinciatura stocchi	1,5	35,00				35,00
Essiccazione € 2,30 x q.li 100		230,00				245,00
Stoccaggio € 0,2 x 4 m. x q.87,5		70,00				70,00
TOTALE Costi della Produzione	11	925,00	257,00	340,00	135,00	1.657,00
Affitti o BF						200,00
Interessi passivi capitale						56,00
					TOTALE COSTI	1.913,00

CONTO ECONOMICO produzione 140 q.li di verde con 22 % di umidità pari a 124 q.li di secco 14%:

Ricavi vendita prodotto prezzo medio 2017 (€ 18/quintale x 124)	2.232,00
PAC ed altri diritti	300,00
TOTALE RICAVI	2.552,00
TOTALE COSTI	2.034,00
MARGINE	518,00

CONTO ECONOMICO Produzione 100 q.li di verde con 22 % di umidità pari a 88,5 q.li di secco 14%:

Ricavi vendita prodotto prezzo medio 2017 (€ 18/quintale x 88,5)	1.593,00
PAC ed altri diritti	300,00
TOTALE RICAVI	1.893,00
TOTALE COSTI	1.913,00
PERDITA	- 20,00

Fonte delle tabelle: rilevazioni Melograno su documentazione formale

Dai conteggi esposti appare evidente che il punto di pareggio è molto alto. Nei conti, tra l'altro, non abbiamo considerato i costi d'irrigazione che generalmente è per scorrimento o non viene adottata. Ne conseguiamo che la coltivazione del mais, anche se esente da fitopatie, ha un unico obiettivo: **LA QUANTITA' e ovviamente (parametro su cui non si può incidere) il PREZZO.** L'ACCORDO DI FILIERA aggiunge 1 € a quintale, per un valore attorno ai 100 € per ettaro.

L'Essiccazione e lo stoccaggio

RITIRO DEL MAIS : il ritiro del mais verde avviene franco piazzale dello stabilimento con mezzi e costi a carico del produttore.

QUALITA' E IMPURITA': il prodotto deve essere maturo, sano, mercantile, non infestato da corpi estranei, privo di odori e sapori. Le impurità sono già calcolate nella misura dell'1% nella tabelle dei cali e comunque ad ogni carico l'operatore addetto valuta le eventuali eccedenze di impurità.

UMIDITA': l'umidità viene riscontrata al conferimento del verde

TABELLA DI ESSICCAZIONE: il mais verrà essiccato al 14% di umidità con i cali del CALCOLO COEFFICIENTE RIDUZIONE SECCO (Contratto Tipo Italiano n.103) secondo la seguente formula: $100 - [\text{umidità iniziale}\% + (\text{impurità } 1\% + 0,05 \text{ per ogni punto oltre il } 14\%)]$ fratto $100 - 14\%$ Umidità Finale, moltiplicato 100 tabelle pubblicate e note. Il costo di essiccazione viene calcolato in base all'umidità.

FORME DI CONFERIMENTO: all'atto del conferimento il socio deve esplicitamente indicare il tipo di conferimento: CONTO AMMASSO VOLONTARIO, CONTO ESSICCAZIONE E RITIRO AZIENDALE O VENDITA.

COSTI STOCCATORE €/Q.LE	
COSTI DI GESTIONE	
PERSONALE	0,50
ENERGIA	2,40
TOTALE	2,90
COSTI GENERALI E AMMORTAMENTI	
COSTI COMMERCIALI	0,30
AMMORTAMENTI	0,30
TOTALE	0,60
TOTALE COSTI	3,50
ONERI FINANZIARI	0,10
TOTALE COSTO STOCCAGGIO	3,60

L'UNITARIA COOPERATIVA ZOOCEREALICOLA risultati ultimi 2 esercizi :

ATTIVO	2016	%	2017	%
Liquidità immediate	204.928	2,72	82.314	1,16
Liquidità differite	3.952.315	52,38	3.925.090	55,19
Disponibilità	1.886.191	25,00	1.712.279	24,08
ATTIVO A BREVE	6.043.434	80,09	5.719.683	80,42
Immobilizzazioni	1.501.992	19,91	1.392.343	19,58
TOTALE ATTIVO	7.545.426	100,00	7.112.026	100,00
PASSIVO				
Indebitamento a breve	4.095.747	54,28	3.718.507	52,28
Indebitamento a medio/lungo	2.167.950	28,73	2.256.236	31,72
INDEBITAMENTO TOTALE	6.263.697	83,01	5.974.743	84,01
Patrimonio netto	1.282.670	17,00	1.281.896	18,02
Risultato esercizio	-941	-0,01	-144.613	-2,03
PATRIMONIO NETTO RESIDUO	1.281.729	16,99	1.137.283	15,99
TOTALE PASSIVO	7.545.426	100,00	7.112.026	100,00

CONTO ECONOMICO	2016	%	2017	%
Valore della produzione	7.271.358	100,00	7.431.760	100,00
- Materie prime e servizi	6.187.898	85,10	6.485.653	87,27
VALORE AGGIUNTO	1.083.460	17,51	946.107	14,59
- Costi diretti	1.007.014	13,85	1.018.986	13,71
RISULTATO OPERATIVO	76.446	1,05	-72.879	-0,98
- Oneri finanziari	77.153	-1,06	71.734	-0,97
- Imposte	234	0,00	0	0,00
RISULTATO NETTO	-941	-0,01	-144.613	-1,95

LA COOPERATIVA OPERA CON LA GESTIONE COSTI/RICAVI.

IL PRODOTTO 2017 SI STIMA VENGA LIQUIDATO AD UN VALORE NETTO AL SOCIO DI 15,3 QUINTALE IN COERENZA CON IL MERCATO ED I COSTI.

Risultati 2017: vendite esercizio 2017 € 1.037.320 - acquisto € 971.513 = € 65.807 pari al 6%

di marginalità

La Trasformazione

LA MOLITORIA VAL DI SERCHIO S.R.L. produce cereali macinati, cereali e legumi fioccati, miscele di semi interi o prodotti semilavorati. Da passaggi successivi di macinazione del mais si ottengono: il franto integrale (medio e fino) e la farina di mais. La macinazione dell'orzo dà origine alla produzione di una farina integrale. La cottura a vapore asciutto di cereali o legumi e il successivo passaggio tra due rulli dà origine alla produzione di fioccati di orzo, mais, avena, fave e piselli. **Il costo di lavorazione varia dai 3 ai 6 € per quintale:** I sono risultati dei due ultimi esercizi sono:

ATTIVO	2016	%	2017	%
Liquidità immediate	879.143	38,34	329.897	11,71
Liquidità differite	999.051	43,56	1.361.121	48,31
Disponibilità	20.802	0,91	123.914	4,40
ATTIVO A BREVE	1.898.996	82,81	1.814.932	64,42
Immobilizzazioni	394.302	17,19	1.002.501	35,58
TOTALE ATTIVO	2.293.298	100,00	2.817.433	100,00
PASSIVO				
Indebitamento a breve	528.140	23,03	521.202	18,50
Indebitamento a medio/lungo	411.916	17,96	894.212	31,74
INDEBITAMENTO TOTALE	940.056	40,99	1.415.414	50,24
Patrimonio netto	1.154.321	50,33	1.353.242	48,03
Risultato esercizio	198.921	8,67	48.777	1,73
PATRIMONIO NETTO RESIDUO	1.353.242	59,01	1.402.019	49,76
TOTALE PASSIVO	2.293.298	100,00	2.817.433	100,00

CONTO ECONOMICO	2016	%	2017	%
Valore della produzione	4.122.237	100,00	3.915.763	100,00
- Materie prime e servizi	3.188.550	77,35	3.236.544	82,65
VALORE AGGIUNTO	933.687	29,28	679.219	20,99
- Costi diretti	634.348	15,39	600.044	15,32
RISULTATO OPERATIVO	299.339	7,26	79.175	2,02
- Oneri finanziari	+ 53	0,00	869	-0,02
- Imposte	100.471	2,44	29.529	0,75
RISULTATO NETTO	198.921	4,82	48.777	1,25

L'ottima situazione patrimoniale esprime un processo già in corso. Infatti nel 2017 sono già stati investiti oltre 600.000 € nel progetto di ristrutturazione.

Nell'esercizio 2017 c'è stata una importante perdita di valore aggiunto dovuta a volatilità e alti costi materie prime oltre ai disagi della ristrutturazione che, in qualche modo hanno inciso. Come tutte le attività industriali il Valore Aggiunto nella trasformazione è la misura dell'efficienza dell'azienda e gli oneri finanziari (inesistenti nel nostro caso) della sua stabilità.

Calcolo e valutazione degli indici di redditività con analisi finanziaria

Il lavoro si è svolto partendo dal calcolo delle marginalità e dell'incidenza delle varie operazioni compiute dai vari attori lungo la filiera in continuità con il lavoro di analisi economica svolto al precedente punto 2. Il calcolo dell'incidenza dei vari passaggi è stato determinato mediante le rilevazioni fatte sul campione preso in analisi. Mentre sono determinabili dai bilanci dello stoccatore e del molino gli indici, è difficile farlo sulle imprese agricole per le variabili a cui esse sono esposte (resa, prezzo di mercato materie prime, ecc.). In merito agli aspetti economici l'unico riferimento comparabile è il VALORE AGGIUNTO:

AGRICOLTORE : da negativo al massimo 13% (+ PAC)
STOCCATORE : 6% (spesare i costi commerciali gli ammortamenti)
INDUSTRIA : 21% (spesare i costi industriali di trasformazione)

Le analisi relative ai bilanci delle imprese prese in esame evidenziano:

L'UNITARIA COOPERATIVA ZOOCEREALICOLA indici ultimi 2 esercizi

INDICI FINANZIARI	2016	2017
LIQUIDITA' (Liquidità. Immediate. + Differite / Passivo a breve)	4.157.243 ----- 4.095.747	4.007.404 ----- 3.718.507
	1,02	1,08
DISPONIBILITA' (Attivo breve / Passivo a breve)	6.043.434 ----- 4.095.747	5.719.683 ----- 3.718.507
	1,48	1,54
COSTO MEDIO PROVVISTA FINANZ. (Oneri passivi / Debiti onerosi x 100)	77.153 ----- 3.535.965	71.734 ----- 3.286.467
	2,18	2,18

INDICI DI STRUTTURA	2016	2017
COPERTURA DELLE IMMOBILIZZAZIONI (Patrimonio netto / Tot. immobilizzazioni x 100)	1.281.729 ----- 1.501.992	1.137.283 ----- 1.392.343
	85,34	81,68
INDEBITAMENTO (Debiti Breve e M/L / Totale Attivo)	6.263.697 ----- 7.545.426	5.974.743 ----- 7.112.026
	0,83	0,84
AUTOFINANZIAMENTO (Patrimonio netto / Totale attivo)	1.281.729 ----- 7.545.426	1.137.283 ----- 7.112.026
	0,17	0,16

MOLITORIA VAL DI SERCHIO S.R.L.

INDICI FINANZIARI

2016

2017

LIQUIDITA'	1.878.194		1.691.018	
(Liquidità. Immediate. + Differite / Passivo a breve)	528.140	3,56	521.202	3,24
DISPONIBILITA'	1.898.996		1.814.932	
(Attivo breve / Passivo a breve)	528.140	3,60	521.202	3,48
COSTO MEDIO PROVVISTA FINANZ.	0		0	
(Oneri passivi / Debiti onerosi x 100)	461.089	0,00	905.336	0,00

INDICI DI STRUTTURA

2016

2017

COPERTURA DELLE IMMOBILIZZAZIONI	1.353.242		1.402.019	
(Patrimonio netto / Tot. immobilizzazioni x 100)	394.302	343,20	1.002.501	139,85
(Dipendenza finanziaria)	940.056		1.415.414	
INDEBITAMENTO	2.293.298	0,41	2.817.433	0,50
(Debiti Breve e M/L / Totale Attivo)	1.353.242		1.402.019	
(Indipendenza finanziaria)	2.293.298	0,59	2.817.433	0,50
AUTOFINANZIAMENTO	2.293.298		2.817.433	
(Patrimonio netto / Totale attivo)				

Tale riclassificazione evidenzia la differenza tra la gestione cooperativa a costi/ricavi con scopi mutualistici che comunque è in equilibrio finanziario, ed una gestione industriale tipica dell'impresa privata con situazione davvero invidiabile sia finanziariamente che strutturalmente. Altrettanto si potrebbe dire per gli agricoltori tranne che l'enorme valore del capitale investito ha scarsissimo ritorno.

Risulta più semplice calcolare il ciclo del circolante:

	DURATA MEDIA CREDITI (gg.)	DURATA MEDIA DEBITI (gg.)	Giacenza media scorte (gg.) (Scorte / Fatturato netto x 365)	Ciclo finanziario circolante (gg. crediti - gg. debiti + gg. scorte)	Rotazione del magazzino (Fatturato netto / Scorte)	Rotazione del capitale investito (Fatturato netto / Tot. Attività)
Agricoltore	90,00	90,00	180,00	180,00	-	0,11
Stoccatore	177,64	138,54	84,10	123,20	4,34	1,04
Molino	126,81	39,77	11,5	98,54	31,60	1,39

I dati esposti nell'analisi, soprattutto per la parte agricola, sono molto eloquenti.

La strada più importante che gli agricoltori possono percorrere, considerando i fattori esogeni su cui non possono incidere (andamento stagionale, prezzi internazionali, costi dei mezzi di produzione, ecc.), è quella della FILIERA, attraverso contratti legati a qualità e servizi e puntando (banale dirlo) alle RESE.

Ricognizione dei principali mercati di riferimento finalizzata all'analisi e studio dei criteri migliori per la formazione del prezzo

Principali borse merci nazionali:



QUOTAZIONI ALL'INGROSSO SULLA PIAZZA DI MILANO - MEDIA MENSILE 2018

9. GRANTURCO/MAIS	GENN.	FEBBR.	MARZO	APRILE	MAGG.	GIUGN.	LUGLIO
1.Alimentare (9.1)	199,5	199,5	199,5	201,0	204,3	204,0	199,5
2.Naz. zoot. qualità caratterist. (9.2)	182,8	181,5	183,9	189,3	194,3	194,3	190,8
3.Nazionale (9.3)	176,8	176,5	178,9	184,8	190,3	190,5	187,8
4.Comunitario (9.4)	188,0	184,5	186,0	190,8	195,3	194,0	189,7
5.Non Comunitario	182,8	183,0	188,0	191,8	n.q.	196,8	195,5



Prezzi in €/t, pronta consegna, FRANCO PARTENZA BOLOGNA e/o province limitrofe emiliano/romagnole - I.V.A. esclusa	26 LUG 2018		2 AGO 2018		differenza	
	min	max	min	max		
GRANOTURCO SECCO (Umidità 14%)						
nazionale ad uso zootecnico (c.tto 103)	186,00	188,00	190,00	192,00	4,00	4,00
nazionale ad uso zootecnico (con caratteristiche) (1)	189,00	191,00	193,00	195,00	4,00	4,00
comunitario ad uso zootecnico (con caratteristiche) (1)	187,00	192,00	195,00	198,00	8,00	6,00
non comunitario ad uso zootecnico (potrebbe contenere OGM) (1)	191,00	192,00	197,00	198,00	6,00	6,00
ad uso energetico						

Le Borse di cui sopra sono generalmente prese a riferimento dalla gran parte degli operatori nazionali. Esse quotano il prodotto settimanalmente. AGER Bologna è il riferimento più prossimo alla nostra area. Il contratto adottato è generalmente: **A.G.E.R. Borsa Merci Bologna ASSOCIAZIONE GRANARIA EMILIANA ROMAGNOLA CONTRATTO ITALIANO PER GRANOTURCO NAZIONALE «Rinfusa - Franco camion e/o altro veicolo» Contratto N. 103**

Borsa Merci Telematica Italiana

Lo scopo generale della Borsa Merci Telematica Italiana è quello di fornire agli operatori di mercato una piattaforma telematica che consenta la gestione quotidiana e continua delle negoziazioni da postazioni remote.

Telematiche 2017 : Granoturco secco TON. 580.646 € 103.783.001 (P.M. € 178,7) contratti 586

Principali Borse merci a termini telematiche mondiali di nostro riferimento:

Chicago Board of trade (CBOT)



Specifiche principali del contratto FUTURES di mais

Unità di contratto di	5.000 bushel (127 tonnellate metriche)
Quotazione del prezzo	Centesimi per bushel
Orari di trading	Domenica - Venerdì, dalle 19:00 alle 19:45 CT e lunedì - venerdì, 8:30 - 13:20 CT
Fluttuazione minima del prezzo	1/4 di un centesimo per bushel (\$ 12.50 per contratto)
Codice prodotto	CME Globex: ZC; CME ClearPort: C; Clearing: C; TAS: ZCT
Contratti quotati	Marzo (H), Maggio (K), Luglio (N), Settembre (U) e Dicembre (Z)
Metodo di pagamento	consegnabile
Terminazione del trading	Il giorno lavorativo precedente al 15 ° giorno di calendario del mese del contratto.



FUTURES DI MAIS

PREZZI - 21 AGOSTO 2018

Consegna	Ora CET	Ultimo	vol	Giorno vol	Dimensione dell'offerta	Offerta	Chiedere	Chiedi dimensioni	+/-	Aperto	alto	Basso	Settl.	OI
<u>18 NOVEMBRE</u>	18:29	186,25	1	747	14	186,25	186.75	8	-3,25	188,25	188.50	186,25	186.75	12.925
<u>19 GENNAIO</u>	18:17	188.00	3	57	10	186.50	189.50	4	-2.5	189.75	189.75	187,75	188.00	4.759
<u>19 MARZO</u>	18:29	191.00	7	148	3	191.00	197.00	10	-2.25	192.00	192.00	191.00	191.00	4.682
<u>19 GIUGNO</u>	17:30	195.50	5	33	6	193.50	195,25	5	-1	195.75	195.75	195.50	195,25	1.894
<u>19 AGOSTO</u>	-	-	-	-	2	195.75	200,00	20	-	-	-	-	197,75	270
<u>19 NOVEMBRE</u>	-	-	-	-	18	176.00	177.50	2	-	-	-	-	176,75	323

La formazione del prezzo:

Il prezzo del mais di qualità definita (precondizione) si forma nel rapporto domanda/offerta dall'esame di variabili essenziali da interpretare per attribuire un valore immediato o futuro. Esse sono, come in ogni mercato, nell'incontro tra la domanda e l'offerta, la produzione, il commercio, il consumo e gli stock di disponibilità indispensabili e strategici.

Il mercato è ormai globalizzato e quindi per avere un'idea dei prezzi che si sono formati o si vanno formando dobbiamo esaminare questi elementi a livello internazionale. Nei mercati a termine e nei mercati finanziari FUTURE tali dati sono indispensabili per avere qualsiasi quotazione.

Vediamo quindi gli scenari internazionali e nazionali:

Il mercato mondiale

Mais Mondo Domanda ed offerta per campagna Milioni di Tonnellate					
	MILIONI DI TONNELLATE			Variazione 2018/19 Su 2017/18	
	2016/17	2017/2018	2018/2019	M. Ton.	%
produzione	1.087	1.044	1.052	8.0	0.8
commercio	138	151	155	4.0	2.6
consumo	1.045	1.079	1.098	19.0	1.8
Scorte finali	330	296	249	- 47.0	- 15.9

Fonte: elaborazione Melograno su dati IGC

Analisi e previsioni:

Nei prossimi anni ci sarà una modesta espansione dell'area coltivata, con un'ulteriore crescita in alcuni paesi, limitata dalla forte concorrenza di altre colture, in particolare i semi di soia.

La domanda è destinata a crescere ulteriormente nei prossimi anni, trainata dall'espansione dell'uso di mangimi nei paesi in via di sviluppo. Anche il processo industriale è salito in seguito all'aumento della produzione di etanolo e amido.

Si prevede che le scorte mondiali diminuiranno, principalmente a causa dei prelievi effettuati in Cina (che detiene il 50% degli stock); anche le scorte dei maggiori esportatori non sono aumentate.

L'uso crescente dei mangimi potrebbe portare il commercio globale a livelli senza precedenti. La robusta domanda di mangimi dovrebbe innescare acquisti più ingenti da parte di numerosi importatori chiave, tra cui Iran, Arabia Saudita, Corea del Sud, Vietnam e Messico.

Dopo un calo previsto in questa stagione, si prevede che la produzione globale raggiungerà un nuovo massimo nel 2021/22 legata agli aumenti di produttività e raggiungerà i 1.106 milioni di tonnellate.

Il consumo mondiale dovrebbe avere un aumento medio annuo dell'1,5% fino a 1.134 milioni di tonnellate nel 2022/23, circa 55 milioni in più rispetto al 2017/18 per effetto di una maggiore trasformazione in Cina, Brasile e UE. Si prevede che l'uso di cibo salirà costantemente, principalmente legato agli aumenti di popolazione in Africa, America Latina e Asia

Le scorte finali globali (aggregate delle rispettive campagne di commercializzazione locali) hanno raggiunto un picco di 330 milioni nel 2016/17. Si prevede che il riporto mondiale si riduca a 199 milioni di tonnellate entro la fine del periodo di previsione (2021/22), inferiore di 97 milioni rispetto alla stima per il 2017/18: il rapporto stock-use scende dal 30%, a 18 % (livello di guardia).

Si prevede che i principali esportatori manterranno le loro quote di mercato, con gli Stati Uniti che rappresentano circa un terzo delle spedizioni totali. A 53,3 milioni di tonnellate nel 2022/23, le esportazioni statunitensi aumenteranno di 6,6 milioni rispetto alla stagione in corso. Il Brasile dovrebbe mantenere la sua seconda posizione, ma la crescita dovrebbe essere contenuta aumentando il fabbisogno di mangimi domestici.

Le produzioni medie di Mais in Europa nella campagna 2016

(fonte dei dati : EUROSTAT, elaborati da Melograno ed arrotondati per semplicità di analisi)

PAESE	HA (.000)	PRODUZIONE E TON. (.000)	RESA HA
Francia	1.656	12.600	7.60
Romania	2.668	9.700	3.64
Ungheria	1.104	9.000	8.15
Italia	661	6.840	10.35
Spagna	368	3.600	9.78
Germania	460	3.600	7.83
Polonia	644	3.600	5.59
Bulgaria	460	2.400	5.22
Austria	184	2.000	10.86
Croazia	311	2.040	6.56
Grecia	184	1.500	8.15
Slovacchia	214	1.420	6.64
Altri	276	1.800	6.52
EU 28	9.200	60.100	6.53

Ultime: Produzione nell'UE-28 che la Commissione Europea ha indicato nelle stime di fine luglio 2018 sui 63,7 milioni di tonnellate.

L'Italia, come vedremo, è netto importatore (oltre 5 milioni di tonnellate), ed è compratore dai Paesi europei per quote molto importanti. Dopo l'Ucraina (fino al 30%) importa principalmente da Ungheria, Francia, Austria, Romania, Croazia, Slovenia e Croazia. Altri Paesi extra UE (che assommano a circa il 10%) sono Russia, Serbia, Moldavia, Brasile e Canada.

Le produzioni di Mais in Italia nella campagna 2017

Regione	Superficie HA	Produzione totale quintali	Produzione raccolta quintali	RESA PER HA
Piemonte	143.366	13.501.776	13.501.776	94,4
Valle d'Aosta	22	1.650	1.600	72,7
Lombardia	145.567	16.122.968	16.122.968	111,2
Liguria	125	4.655	4.655	37,2
Trentino-Alto Adige	305	15.325	15.325	50,2
Veneto	165.352	14.951.344	14.502.795	87,9
Friuli-Venezia Giulia	52.669	5.926.465	5.926.465	111,8
Emilia-Romagna	66.001	5.335.338	5.335.338	80,8
Toscana	15.316	1.126.255	1.085.705	70,9
Umbria	6.694	481.692	481.692	73,1
Marche	5.172	359.679	355.155	71,1
Lazio	12.650	1.171.050	1.051.000	83,4
Abruzzo	7.726	627.832	604.152	78,4
Molise	3.050	115.250	115.250	38,3
Campania	14.081	977.537	968.882	69,2
Puglia	845	60.300	58.135	68,6
Basilicata	860	39.000	38.900	45,3
Calabria	4.254	190.490	183.832	43,8
Sicilia	188	14.500	13.500	71,8
Sardegna	1.499	117.864	117.864	78,6
ITALIA	645.742	61.140.970	60.484.989	93,7

In Toscana (Fonte ISTAT):

Provincia	Superficie HA	Produzione totale quintali	Produzione raccolta quintali	RESA PER HA
Massa-Carrara	25	1.137	1.137	45,5
Lucca	1.850	152.800	152.300	82,3
Pistoia	1.915	139.328	139.328	72,7
Firenze	1.930	154.400	154.400	80,0
Livorno	120	2.090	2.050	17,1
Pisa	2.300	180.000	170.000	79,9
Arezzo	3.600	216.000	216.000	60,0
Siena	1.906	140.000	110.000	57,7
Grosseto	1.500	135.000	135.000	90,0
Prato	170	5.500	5.490	32,3
Toscana	15.316	1.126.255	1.085.705	70,9

Nella campagna 2018 si registra un ulteriore calo degli investimenti (Italia 638.548 – 1% sulla campagna 2017 di cui Toscana 13.987 - 8,6%) Il dato toscano è preoccupante soprattutto se riferito, come si vede dalla tabella successiva ad alcune importanti provincie:

Provincia	HA 2017	HA 2018	DELTA
Massa-Carrara	25	500	+475
Lucca	1.850	1.360	- 490
Pistoia	1.915	1.898	- 17
Firenze	1.930	1.500	- 430
Livorno	120	170	+ 50
Pisa	2.300	2.100	- 200
Arezzo	3.600	3.100	- 500
Siena	1.906	1.800	- 106
Grosseto	1.500	1.400	- 100
Prato	170	159	- 11
Toscana	15.316	13.987	- 1.329

La tendenza al calo produttivo del mais italiano dura da una decina di anni, con il conseguente e continuo aumento delle importazioni dall'estero per soddisfare il nostro fabbisogno. Nel 2001 eravamo autosufficienti. Poi è cominciata una fase di lento declino. Nel 2007 abbiamo importato circa il 10% del mais di cui avevamo bisogno, diventato il 34% nel 2013. Ora siamo praticamente al 50% come si vede nella tabella successiva:

MAIS DA GRANELLA IN ITALIA						
PRINCIPALI DATI	2007	2013	2014	2015	2016	2017
Superfici (.000 ha)	1.053	908	869	656	661	646
Produzione (.000 q.li)	98.093	78.996	92.482	65.971	68.395	60.485
Importazioni (.000 q.li)	11.907	40.094	35.736	49.059	50.905	58.815
Disponibilità (.000 q.li)	110.000	119.090	128.220	115.030	119.300	119.300
Diponibilità nazionale	89,1%	66,3%	72,1%	57,4%	57,3%	50,7%

Oggi più che mai la maiscoltura in Italia mantiene del tutto intatte tutte le sue prerogative di produzione strategica ed indispensabile per le necessità del nostro sistema agro-zootecnico. Il bilancio italiano del mais evidenzia, infatti, che la disponibilità di mais per soddisfare il consumo interno sia di oltre 11 milioni di tonnellate all'anno, delle quali circa l'80% destinate all'alimentazione degli animali.

All'impossibilità di seminare le varietà più produttive fornite dalle moderne biotecnologie, negli ultimi anni si è aggiunta l'incertezza sulla qualità sanitaria dei raccolti a causa della diffusione della presenza di micotossine dei cereali, soprattutto dell'aflatossina, che comporta notevoli problemi nel comparto del latte, impedendo l'utilizzazione zootecnica della granella a favore di un utilizzo nei digestori delle centrali a biogas con inevitabile perdita di valore.

In questo contesto di crisi produttiva e di bassi livelli di prezzo il progetto si concentra, da un punto di vista tecnico sull'impiego di trattamenti e di metodi per arginare l'insorgere del problema aflatossine. Da un punto di vista economico l'ACCORDO DI FILIERA tende a premiare il prodotto di qualità.

Il Mercato campagna 2017 (Fonte BMTI)



La valutazione dell'AGER di Bologna per il granturco nazionale ad uso zootecnico (contratto 103), nel 2017 ha avuto un valore medio di **178,74 €/tonnellata**. Le quotazioni del mais nazionale sono aumentate tra la fine di luglio.

I prezzi all'ingrosso del mais secco nazionale hanno registrato a luglio una fase di sostanziale stabilità, mantenendosi su un valore medio di 178 €/t (+0,8% rispetto a giugno), praticamente invariati anche rispetto allo scorso anno (-0,4%). Le ultime rilevazioni del mese, tuttavia, hanno mostrato dei segnali di rialzo nei listini, accentuatisi in apertura di agosto e legati ai timori per possibili danni alle colture a causa del maltempo registrato nelle regioni del Nord Italia. Stime raccolto 2018 6,2 milioni di tonnellate

Termini economici ACCORDO DI FILIERA

L'approvvigionamento della materia prima "mais" avverrà attraverso l'accordo con i partecipanti diretti per un quantitativo annuo pari 4300 Ton. La merce è rappresentata da mais; il prezzo sarà determinato secondo la quotazione Grano Turco "Nazionale Comune" AGER Borsa Merci di Bologna, media minimo-massimo, Contratto Inter associativo n. 103. Inoltre sono previste i seguenti premi in base alla presenza di aflatossine:

- Presenza inferiore a 5ppb: Listino AGER Bologna Nazionale MAX + € 1/ quintale Premio
- Presenza da 5 a 20ppb: Listino AGER Bologna Nazionale MAX

Il trasporto risulterà a carico del venditore, resa merce franco arrivo.

L'epoca di ritiro sarà ripartita per quote mensili da settembre a maggio di ogni campagna ed il pagamento è 30 giorni fine mese (tramite bonifico bancario).

Criteri per la formazione del prezzo

Dall'analisi esposta, per essere concreti e "calarla" nel territorio dove si sviluppa il nostro progetto svolgiamo, in sintesi, le seguenti considerazioni:

SCENARIO INTERNAZIONALE a medio :

- aumento dei consumi importante fino a 1.134 milioni di tonnellate;
- produzione in crescita fino a 1.106 milioni di tonnellate;
- di conseguenza scorte in calo fino alla soglia strategica (dal 30% al 18%);
- aumento importante del commercio internazionale.

SCENARIO COMUNITARIO – EST EUROPA:

- investimenti nella coltura e crescita delle produzioni (2016: 60.1 M. TON.- 2018 63.7 M. TON);
- il mercato Europa/Paesi Est è quasi autosufficiente.

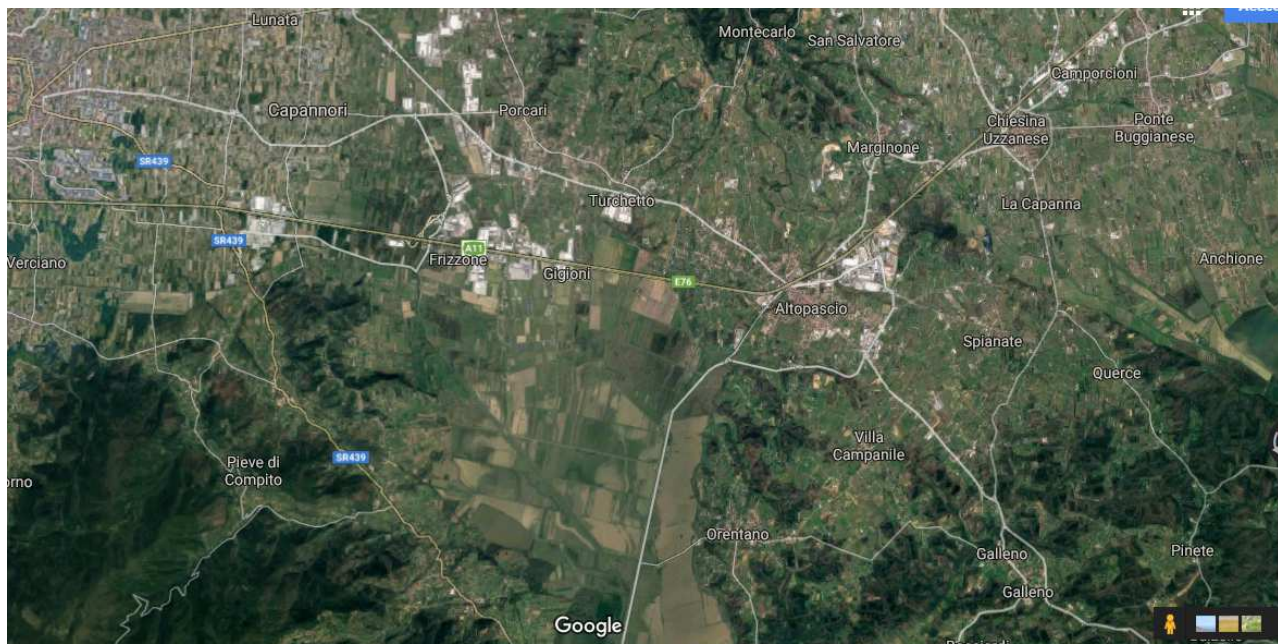
SCENARIO ITALIANO:

- gli alti costi di produzione, con la concorrenza di altre colture, riducono l'interesse verso la coltura (nell'area lucchese si assiste, per motivi attinenti all'estremo frazionamento delle proprietà ad un implacabile abbandono);
- occorre ricorrere per i consumi, ormai 50% del fabbisogno, al prodotto estero con dipendenza totale dai mercati internazionali;
- non ci sono player commerciali (almeno in Toscana) sufficientemente organizzati per gestire operazioni su mercati finanziari con derivati eccetera per fare operazioni di HEDGING "copertura del rischio" sia per i venditori che per gli acquirenti. Per l'acquirente si ricorre a mercati a termine attraverso **CONTRATTI FORWARD** cioè sul mercato non regolamentato come quello dei FUTURE.

perciò:

- la tendenza teorica del mercato è rialzista con la variabile del cambio €/€;
- più concretamente vediamo una situazione di stabilità da sfruttare per il venditore e per l'acquirente attraverso l'ACCORDO DI FILIERA che prevede la diversificazione commerciale del rischio con consegna differita del prodotto.
- L'accesso al mercato a termine, ad oggi, è appannaggio solo del settore industriale.

Caratterizzazione del territorio in merito alla gestione degli aspetti logistici anche in funzione degli elementi innovativi introdotti dall'accordo di cooperazione



La Piana di Lucca può essere definita ad oggi una “campagna urbanizzata”. La corte rurale lucchese è il principale fenomeno insediativo. Le caratteristiche geomorfologiche dei terreni hanno da sempre favorito l'agricoltura, infatti la natura alluvionale dei suoli e la ricchezza di acque superficiali e sotterranee, hanno rappresentato un vantaggio per le coltivazioni. Ad oggi i terreni coltivati nelle aree pianeggianti ospitano a prevalenza seminativi. Domina una parcellizzazione agraria assai rilevante dovuta alla presenza di molteplici proprietà. Le aziende agricole presenti sono a prevalente conduzione familiare. Come si può notare dalla mappa non esistono particolari problemi logistici per le distanze tra le aree di coltivazione e gli impianti di stoccaggio (Porcari) e trasformazione (Lunata – Marlia). E' una filiera molto corta con una viabilità discreta.

I problemi sono altri:

FRAMMENTAZIONE DEL TESSUTO IMPRENDITORIALE E DIFFICOLTÀ DI AGGREGAZIONE, DIMINUIZIONE NELL'ULTIMO DECENNIO DELLA SAT E DELLA SAU E PREVALENZA DI AZIENDE DI PICCOLE DIMENSIONI:

Se prendiamo in esame i dati ISTAT del decennio 2000 - 2010 (Censimento dell'agricoltura) si nota che la diminuzione della SAU nella piana lucchese è stata di oltre il 20% rispetto al dato della Toscana del 12% con una perdita, nei cereali di oltre 1.000 ha (da 2.600 a 1.600 ha nei soli comuni di Lucca, Capannori e Porcari).

Purtroppo la tendenza è ancora in corso vedendo la superficie mais ormai ridotta a 1.360 ha nel 2018 (- 490 rispetto al 2017). Questo dato dipende in parte dall'interesse maggiore per la coltivazione del girasole ed in parte per un proprio e vero abbandono.

Nel comparto cereali a destinazione zootecnica si nota la presenza di capacità di stoccaggio, in tutta la provincia di 130.000 q.li (dato ISMEA), ed un unico impianto di trasformazione facente capo al capofila (Molitoria Val di Serchio) ed una unica importante di struttura collettiva o di aggregazione

dell'offerta (Coop. L'unitaria) entrambi coinvolti nel progetto al fine di organizzare al meglio i flussi nell'ambito territoriale.

Lo stoccaggio e la trasformazione assicurano uno sbocco sicuro alla coltivazione di mais e necessitano di quantità reperibili in loco e di qualità.

I problemi per raggiungere lo scopo sono riconducibili ai coltivatori ed ai contoterzisti che, come abbiamo visto nei capitoli precedenti non hanno redditività.

SAREBBE OPPORTUNO STUDIARE FORME CONTRATTUALI DA PROPORRE AI PROPRIETARI DEI SEMINATIVI PER RIMETTERLI A COLTIVAZIONE A MAIS PROPONENDO LORO FORME DI COLLABORAZIONE PROFITTEVOLI PER LE PARTI ORGANIZZATE DALLA COOPERATIVA L'UNITARIA E DA MOLITORIA VAL DI SERCHIO ADERENDO O MUTUANDO ESPERIENZE GIÀ IN CORSO IN REGIONE TOSCANA.

La Banca della Terra è gestita da Ente Terre Regionali Toscane ed è visibile sul portale ospitato nel sito della Agenzia Regionale Toscana per le Erogazioni in Agricoltura (ARTEA). La banca della terra è un inventario completo e aggiornato di terreni, aziende agricole, fabbricati ad uso agricolo-forestale, **sia di proprietà pubblica che privata**, messi a disposizione di terzi, **tramite operazioni di affitto o di concessione compresi i cosiddetti terreni abbandonati**. Tra l'altro si propone:

- favorire l'imprenditoria giovanile nel settore agricolo e forestale;
- salvaguardare la biodiversità, tutelare il paesaggio e la risorsa forestale;
- prevenire i dissesti idrogeologici e difendere le zone e le popolazioni di montagna dalle calamità naturali incrementando i livelli di sicurezza idraulica ed idrogeologica del territorio;
- valorizzare i terreni pubblici e privati attraverso un loro uso produttivo.

Nel caso di terreni di proprietà privata l'eventuale accordo dipende dalla trattativa in corso fra le parti.

Individuazione delle forme di aggregazione più idonee al consolidamento e sviluppo della filiera in essere.

AGGREGAZIONE ATTRAVERSO L'ACCORDO DI FILIERA E LO SVILUPPO DEL PROGRAMMA DI TRASFERIMENTO DELL'INNOVAZIONE

La redditività dell'impresa agricola e la presenza di infezioni da micotossine sono le problematiche più impellenti per il consolidamento e sviluppo della filiera in essere. Ad esse ha cercato di dare risposte **come forma di aggregazione L'ACCORDO DI FILIERA "G.I.R.A. PER LA PIANA LUCCHESE"** che vede coinvolte le

Produzioni espresse in quintali :Grano Tenero Foraggero 7.650; Orzo 4.850; Mais 43.000; Sorgo 4.200; Favino 1.750; Pisello Proteico 1.000; totale 62.450

Come possiamo vedere il mais è il prodotto più importante e ad esso è riservato un premio di filiera di € 1 per quintale che aumenta per 5 campagne oltre 200.000 € il valore aggiunto agricolo.

Detto premio è riservato al prodotto con presenza inferiore a 5ppb di micotossine.

A questo proposito è stato svolto l'importante lavoro attraverso il progetto **G.I.R.A. - Gestione Integrata Rischio Aflatossine** i cui risultati sono molto importanti ed incoraggianti per perseguire ulteriori obiettivi di aggregazione. Si registrano già apprezzabili adattamenti della tecnica colturale maidicola da parte degli agricoltori della piana lucchese, positivamente colpiti dai nuovi mezzi di controllo delle aflatossine.

Il trattamento in campo con il CEPPO ATOSSIGENO DI A. FLAVUS denominato 'AFX1' ha ridotto considerevolmente la quantità di A. FLAVUS TOSSIGENO con percentuali che variano da 67,7% a 99,7% rispetto al controllo non trattato. Si è utilizzato.

Ad inizio del nuovo anno, il DSS "Mais.net"® verrà lanciato sulla rete e gli agricoltori di Gira potranno beneficiarne gratuitamente.

Per quanto riguarda le azioni di trasferimento dell'innovazione, il comune di Capannori ha redatto, in collaborazione con i partner scientifici, un piccolo vademecum per gli agricoltori della piana lucchese che riporta le buone pratiche agricole da attuare per abbattere il contenuto in aflatossine.

Quanto realizzato e descritto è certamente una forma di aggregazione innovativa aperta al mondo produttivo oltre i partecipanti al progetto.

AGGREGAZIONE SVILUPPO RETE D'IMPRESE

Il progetto di filiera ha visto, inoltre la costituzione di una rete di imprese **"GREEN PER LUCCA"** il domicilio della Rete è stabilito in Capannori (LU), frazione Marlia, via Ceppo di Melo, n. 13/15 Presso il Capofila.

L'OGGETTO DEL CONTRATTO DI RETE è svolgere l'attività di produzione e di trasformazione dei prodotti agricoli e zootecnici secondo protocolli stabiliti.

GLI OBIETTIVI STRATEGICI sono: accrescere le proprie capacità di commercializzazione delle produzioni attraverso una adeguata comunicazione della loro qualità e creare una linea di

prodotti da commercializzare mediante la creazione di un marchio "GREEN PER LUCCA".

Pertanto il **PROGRAMMA DI RETE CONSISTE:**

- nella predisposizione di specifici protocolli e regolamenti di produzione, di trasformazione e del trasporto dei prodotti in conformità alle regole definite nel regolamento interno;
- nella verifica delle caratteristiche di produzione rilasciate da un Ente Certificatore o, in ogni caso, prodotti assoggettati a HACCP;
- nella eventuale partecipazione a fiere e mostre ed altre manifestazioni nelle quali si realizzano iniziative di carattere promozionale tese a valorizzare la qualità della produzione, l'immagine e la professionalità delle aziende partecipanti;
- nella definizione di linee comuni di marketing e di packaging;
- nella eventuale creazione e registrazione di un marchio comune e l'esercizio di ogni azione di tutela dello stesso.

ALTRE FORME DI AGGREGAZIONE ALLO STUDIO

Come illustrato nel capitolo precedente, è opportuno studiare forme contrattuali da proporre ai proprietari dei seminativi per rimmetterli a coltivazione a mais proponendo loro forme di collaborazione profittevoli.

Il Tema è presente alla COOPERATIVA L'UNITARIA ed alla MOLITORIA VAL DI SERCHIO, certo la bassa redditività della coltura e la saturazione del lavoro conto terzi sono un grande problema, comunque esiste la volontà e la necessità, nel corso dei prossimi anni, di affrontare questo difficile lavoro.

Elenco allegati

1. Azione 2: Riduzione del rischio di aflatossine in campo (relazione scientifica del partner DISAAA-a)
2. Azione 3: Gestione agronomica della prova parcellare e analisi dei risultati delle prove agronomiche presso aziende agricole; Azione 6: Acquisizione di immagini telerilevate per l'implementazione del DSS; Azione 7: Uso di O3 per la decontaminazione della granella di mais da aflatossine (relazione scientifica del partner SSSUP)
3. Azione 4: Gestione delle prove di campo (Relazioni tecniche dei partner agricoli)
4. Azione 5: Validazione del modello previsionale e calibrazione del DSS (Relazione scientifica del partner Horta)
5. Azione 8: trasferimento innovazione in ambito zootecnico (relazione scientifica del partner DISAAA-a)
6. Azione 9: Assistenza agronomica alle aziende in filiera (relazione tecnica del partner L'Unitaria)
7. Azione 12: Eventi e comunicazione (relazione del Comune di Capannori)

Allegato 1

RELAZIONE FINALE OTTOBRE 2018 AZIONE 2 Riduzione rischio micotossine in campo Partner attuatore A19.1 (DiSAAA-UNIPi)



ATTIVITA' DI CAMPO

Allestimento delle prove e campionamento

Le indagini sulla presenza di isolati di *Aspergillus flavus* tossigeni e non tossigeni è stata effettuata in tre zone distinte della Toscana, ovvero Fauglia (Pi), Capannori (Lu) e San Piero a Grado (Pi) negli anni 2016 e 2017.

Ciascun campo dedicato alle prove è stato georeferenziato al fine di individuare esattamente i punti di campionamento in ogni fase fenologica della coltura di mais.

Per ciascun campo oggetto della sperimentazione con il prodotto biologico AF-X1 sono stati stabiliti dei punti di campionamento situati lungo le due diagonali (da angolo ad angolo) per le località di Fauglia e Capannori e al centro di ogni parcella per la località di S. Piero a Grado. In quei punti sono state prelevate diverse spighe e campioni di granella al termine del trattamento (trebbiatura) e i campioni di terreno sono stati raccolti da uno strato superficiale di terreno libero da infestanti (< 3 cm di profondità) prima e dopo il trattamento con AF-X1 (tempo 0 e tempo 1) (**Fig. 1 a e b; Fig. 2, Fig. 3**).

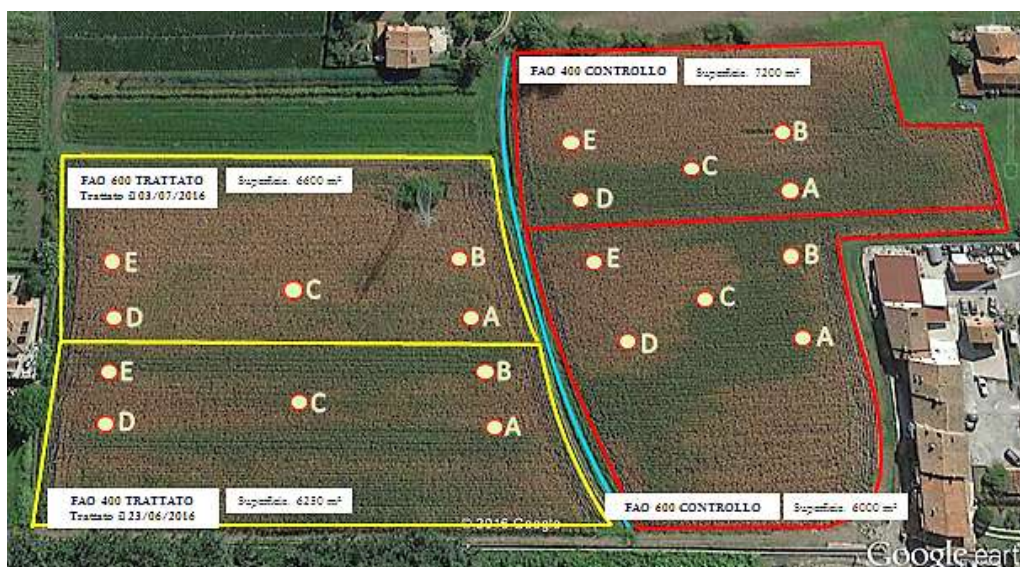
I 4 campi di Fauglia e Capannori erano di circa 1 ha ciascuno e sono stati seminati con due ibridi di mais con diversa classe di maturità: FAO 400 precoce e FAO 600 più tardiva. Per ciascuna classe di maturità metà della superficie è stata trattata con il prodotto biologico AF-X1 (T) e metà non è stata trattata (controllo non trattato, CNT).

Nella sperimentazione effettuata a S. Piero a Grado la superficie destinata alle prove è stata suddivisa in parcelle di circa 104 m² nelle quali sono stati seminati gli stessi ibridi di mais. In questa località, oltre alle parcelle trattate con il prodotto biologico AF-X1 (T) e al controllo non trattato (CNT), è stato aggiunto un secondo trattamento a base di acqua elettrolizzata (0,4% ipoclorito) (EL) ottenuta da KCl ed acqua utilizzando il sistema EVA SYSTEM® 100, per valutarne l'efficacia nella riduzione dei ceppi tossigeni di *A. flavus*.

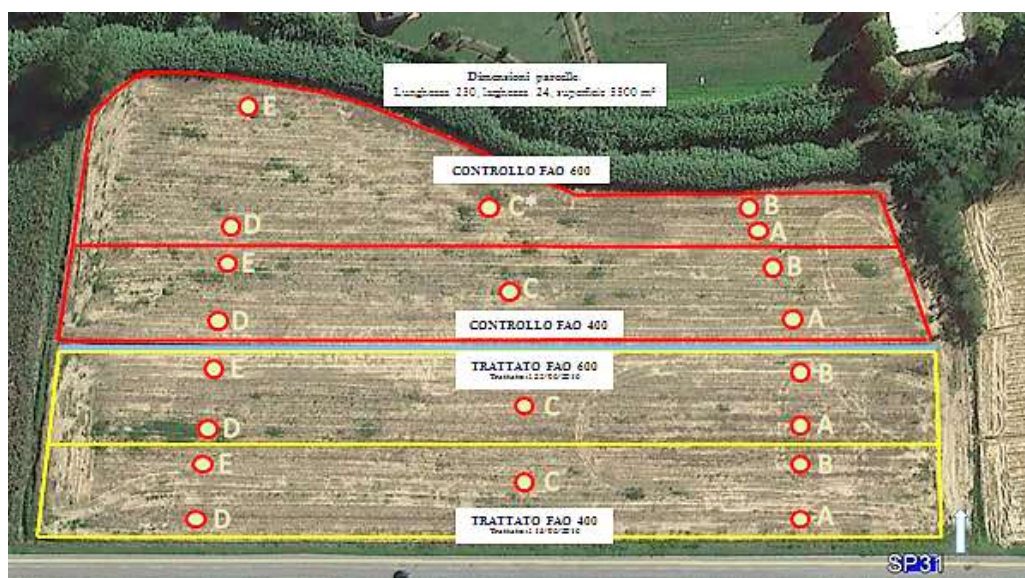
I punti di campionamento, in totale, sono stati 52: 20 per le località di Fauglia e Capannori (A-B-C-D-E, trattato e non trattato con AF-X1) e 12 per la località di San Piero a Grado (A e B, trattato con AF-X1, trattato con acqua elettrolizzata, non trattato).

Il trattamento con AF-X1 è stato effettuato nella fase di pre-fioritura del mais, distribuendo sul terreno i semi di sorgo inoculati con il ceppo di *A. flavus* non tossigeno.





(a)



(b)

Figura 1 Immagini dei campi di Capannori (Lu) (a) e Fauglia (Pi) (b) tratte da Google Earth con i relativi punti di campionamento evidenziati da cerchi rossi (A-B-C-D-E). Ogni campo è stato suddiviso in due parti pressoché uguali (linea azzurra), ovvero metà coltivato con mais non trattato (porzione rossa) e metà con mais trattato con AF-X1 (porzione gialla). Un'ulteriore suddivisione in due parti separa la classe di mais FAO 400 dalla classe di mais FAO 600.

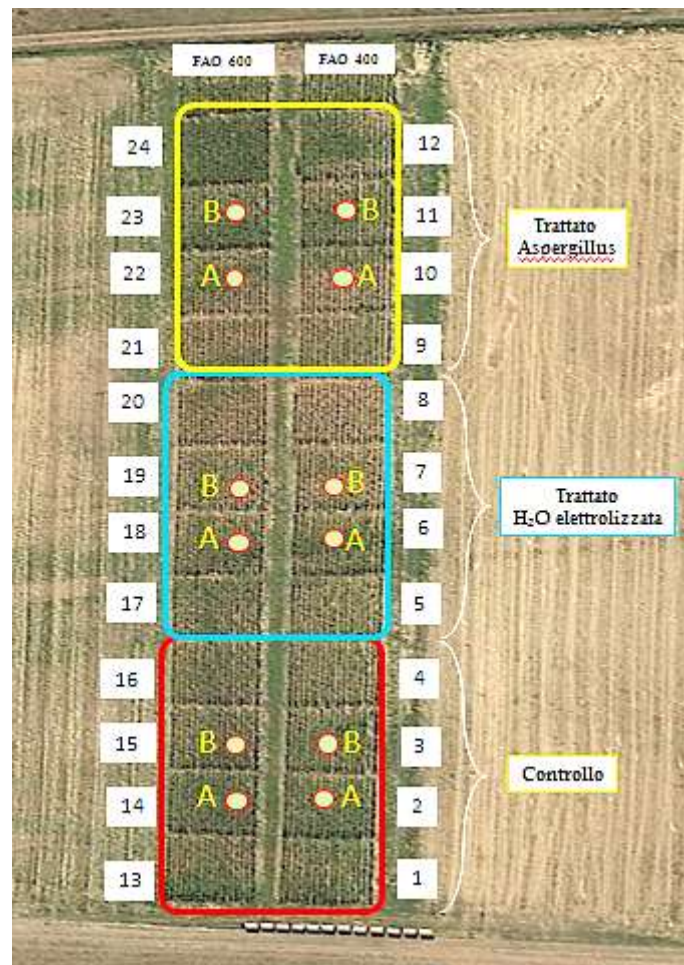


Figura 2 Immagine del campo di San Piero a Grado (Pi) tratta da Google Earth. I punti di campionamento sono cerchiati in rosso (A-B); le classi di mais FAO 400 e FAO 600 sono suddivise in due colonne (destra per FAO 400 e sinistra per FAO 600). Il campo è stato suddiviso in tre porzioni: le parcelle gialle rappresentano la porzione di campo trattata con AF-X1, le parcelle rosse rappresentano la porzione di campo non trattata, al centro (parcelle azzurre) si trova la porzione di campo trattata con H₂O elettrolizzata.

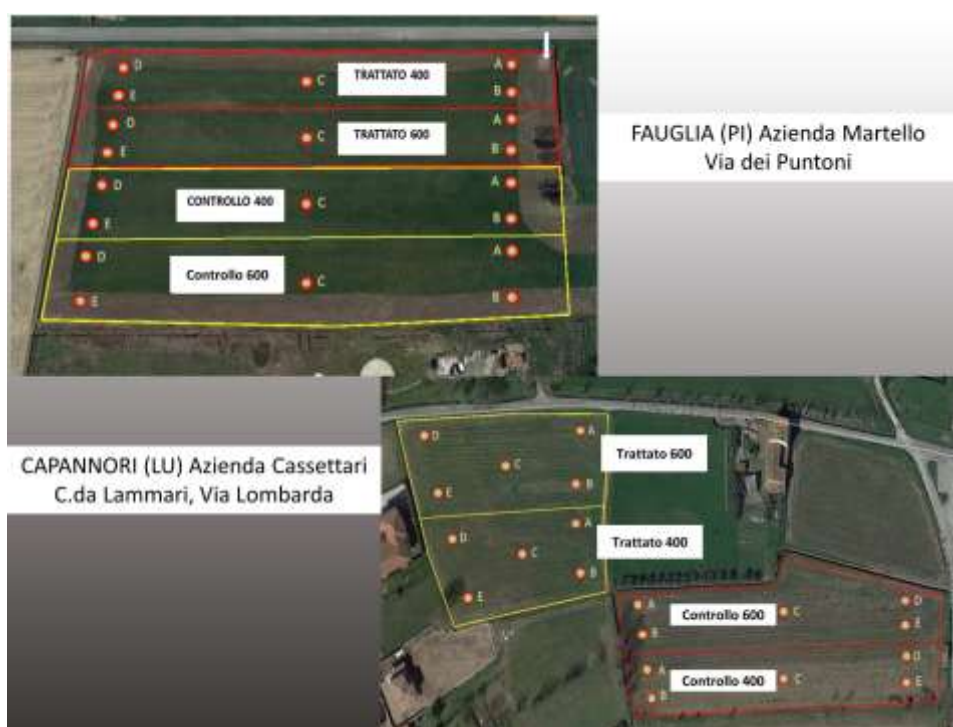


Figura 3 Immagini dei campi di Fauglia (Pi) e Capannori (Lu) tratte da Google Earth con i relativi punti di campionamento evidenziati da cerchi rossi (A-B-C-D-E). Ogni campo è stato suddiviso in due parti pressoché uguali (linea azzurra), ovvero metà coltivato con mais non trattato (porzione rossa) e metà con mais trattato con AF-X1 (porzione gialla). Un'ulteriore suddivisione in due parti separa la classe di mais FAO 400 dalla classe di mais FAO 600.

Nell'anno 2017 a causa delle particolari condizioni climatiche che si sono verificate (elevate temperature, siccità) la prova di S. Piero a Grado è stata abbandonata. Le piante di mais, all'inizio dei campionamenti, erano molto difformi nella taglia e molte di esse avevano subito un forte stress idrico; inoltre, molti semi non avevano germinato causando pesanti fallanze nelle parcelle destinate alle prove.

LE FASI DI CAMPIONAMENTO DEL TERRENO



LA FASE DI CAMPIONAMENTO DELLA GRANELLA



È stato prelevato 1kg di granella nel punto di campionamento
Fase fenologica → **MATURAZIONE COMMERCIALE**
(campione d'analisi ufficiale)

ATTIVITA' DI LABORATORIO ANNI 2016 E 2017

Analisi sui campioni di granella

a) Indagini sulla micoflora presente all'interno delle cariossidi

Per ciascun campione di granella sono stati analizzati in modo casuale 20 semi per punto di campionamento (50 per i campioni prelevati da San Piero a Grado per rispettare la percentuale in quanto i punti di campionamento sono due, a differenza dei cinque di Capannori e Fauglia).

La granella è stata disinfettata superficialmente con una soluzione di NaClO all'1% (v/v). La soluzione di sodio ipoclorito è stata posta su un agitatore con ancoretta magnetica e i semi sono stati disinfettati esternamente per 1 minuto terminando con tre lavaggi di 1 minuto con acqua sterile.

Tale procedimento è necessario poiché *A. flavus* ha la peculiarità di crescere all'interno della cariosside e in questo modo viene valutata solo la micoflora presente all'interno del seme eliminando la micoflora presente sulla superficie del seme.

Dopo la disinfezione, i semi sono stati fatti asciugare in piastre Petri contenenti carta bibula sterile e, successivamente, sono stati piastrati su Potato Dextrose Agar (PDA) addizionato di streptomycin (0,3 g l⁻¹) per inibire la crescita di batteri (PDA+S).

I semi disinfettati superficialmente sono stati piastrati su PDA+S (4 semi per piastra, per un totale di 5 piastre a campione) e posti ad incubare a 27°C per 96h (tempo di crescita ideale per avere colonie di dimensioni adeguate).

Dopo 96h di incubazione è stata effettuata la conta della micoflora, categorizzando i vari generi fungini rinvenuti sulla base di osservazioni microscopiche delle colonie sviluppate. Tutte le colonie di *Aspergillus* spp. di colore verde vellutato, caratteristico delle specie appartenenti alla sezione *Flavi*, sono state isolate per le successive analisi.

In tutte le prove sono stati utilizzati come isolati di riferimento:

- il ceppo A5 non tossigeno di *A. flavus* isolato da sorgo inoculato con AFX1, che abbiamo utilizzato come controllo negativo;
- i ceppi tossigeni di *A. flavus* 10768 e 10769, provenienti dall'Istituto di Tossine e Micotossine da Parassiti Vegetali del CNR di Bari, che abbiamo utilizzato come controllo positivo.

b) Identificazione delle colonie di *Aspergillus* sezione *Flavi*

Le colonie di *Aspergillus* spp., isolate come descritto nel precedente paragrafo, sono state piastrate sul mezzo selettivo AFPA (*Aspergillus flavus and parasiticus agar*), un substrato culturale ideato per la prima volta da Pitt *et al.* (1983) che si contraddistingue per la peculiarità di differenziare le colonie di *A. flavus* ed *A. parasiticus* dalle altre colonie di *Aspergillus* spp. per una colorazione arancione che si forma sul retro della colonia grazie alla presenza del ferro ammonio citrato tra gli ingredienti. La colorazione arancione è dovuta alla reazione degli ioni ferro con le molecole di acido aspergillico che porta alla formazione di un complesso colorato.

Il substrato è stato preparato aggiungendo 20g di estratto di lievito, 10g peptone batteriologico, 0,5g ferro ammonio citrato, 0,1g cloramfenicolo e 15g di agar ad 1 l di H₂O distillata. Alla fine il substrato viene autoclavato mediante un ciclo di 20 min a 121 °C e dopo aver aggiustato il pH a 6,2, viene steso sotto cappa in piastre Petri. Le colonie di *Aspergillus* spp., isolate da PDA+S con un aspetto morfologico simile a quello delle specie appartenenti alla sezione *Flavi*, sono state trasferite sul nuovo mezzo mediante stuzzicadenti sterilizzati immergendone la punta nel micelio sporulato e successivamente inoculando le piastre di AFPA. Le piastre sono state messe ad incubare a 27°C per 96h, dopo di ciò è stata fatta la valutazione degli *Aspergillus* appartenenti al gruppo *flavus/parasiticus*, osservando la colorazione arancione sul retro della colonia.

c) Identificazione delle colonie di *A. flavus* su Czapek Agar

Tutte le colonie che sul substrato AFPA hanno evidenziato la caratteristica colorazione arancione sul retro della colonie, appartenenti al genere *Aspergillus* gruppo *flavus/parasiticus*, sono state prelevate mediante un bisturi sterile ed inoculate sul substrato agarizzato CZ (Czapek Agar). Questo mezzo di coltura è composto da 30g di saccarosio, 2g NaNO₃, 0,5g KCl, 0,5g MgSO₄-7H₂O, 0,01g FeSO₄-7H₂O, 1g K₂HPO₄, 0,001g ZnSO₄-7H₂O, 0,005g CuSO₄-7H₂O, 15g agar e 1 l H₂O distillata, il tutto autoclavato a 121°C per 20 minuti.

Gli isolati di *A. flavus*, dopo incubazione a 27°C per 92h, vengono differenziati da quelli di *A. parasiticus* per la colorazione della colonia: giallo-verde brillante in *A. flavus* e verde scuro in *A. parasiticus*.

d) Identificazione dei ceppi tossigeni e non tossigeni di *A. flavus*

Il substrato YES (*Yeast Extract Sucrose*) consiste di 20g di estratto di lievito, 200g di saccarosio e 20g di agar disciolti in 1 l di H₂O distillata e viene autoclavato a 121°C per 20 minuti prima dell'utilizzo.

Dopo aver identificato su AFPA le colonie di *Aspergillus* appartenenti alla sezione *Flavi* e su CZ le colonie di *Aspergillus flavus*, queste ultime sono state prelevate con un bisturi sterile da AFPA e trasferita su YES. Al termine dell'incubazione, a 27°C per 92h, le colonie raggiungono la dimensione adatta per procedere al test dei vapori di ammoniaca che consente di differenziare gli isolati tossigeni da quelli non tossigeni.

Una goccia di NH₃ viene posta direttamente all'interno del tappo della piastra Petri rovesciata all'altezza della colonia. La variazione di colore, dal giallo paglierino all'arancio/rosso avviene immediatamente dopo che i vapori dell'ammoniaca entrano in contatto con la colonia. La colorazione dal giallo all'arancione è dovuta alla Versicolorina, un precursore dell'AFB₁, che dà colore rosso porpora in condizioni alcaline. Il meccanismo alla base del cambiamento di colore è lo spostamento del picco di assorbimento di VHA e VOAC (precursori della Versicolorina A e B) da ca. 450 nm (colore complementare: giallo) a ca. 550nm (colore complementare: rosso/arancio) attraverso una variazione del pH da ca. 5,0 a ca. 9,0.

Per confermare la produzione di aflatossine da parte degli isolati, i ceppi sono stati piastrati anche su substrato CAM (Coconut Agar Medium) e dopo tre giorni di crescita a 28°C sono stati visualizzati alla luce UV (365 nm) per valutare la produzione di aflatossine. I ceppi che producono aflatossine presentano un alone fluorescente attorno alla colonia, in risposta all'esposizione alla luce.

e) Conservazione delle colonie in glicerolo

Ogni colonia di *A. flavus* isolata e testata come descritto nei precedenti paragrafi è stata conservata in Eppendorf da 1,5 ml contenenti una soluzione sterile di Glicerolo al 20%. Gli isolati così preparati sono mantenuti a 4°C per garantirne il riutilizzo in future analisi.

Analisi sui campioni di terreno

I campioni di terreno, prelevati in 5 punti distinti di ciascun campo (A, B, C, D, E) delle località di Fauglia e Capannori e in due punti (A, B) nelle parcelle di San Piero a Grado, sono stati essiccati all'aria e successivamente conservati a 4°C fino al momento delle analisi. Il campionamento è stato effettuato due volte negli stessi punti del campo: prima del trattamento con AF-X1 (tempo 0) e dopo aver distribuito il prodotto, ovvero dopo la fioritura del mais (tempo 1).

I cinque sub-campioni di ciascun campo delle località di Fauglia e Capannori sono stati uniti insieme dopo che erano stati singolarmente ridotti a polvere fine con un mortaio e un pestello sterili. Sono stati utilizzati 30 g di terreno di ciascun sub-campione per formare un MIX da 150g. Per la località di San Piero a Grado, sono stati pesati 50g di terreno per ciascuno dei due sub-campioni (A, B).

Il MIX di terreno è stato dapprima mescolato in maniera omogenea e, successivamente, ne è stata prelevata un'aliquota (50 g) posta, insieme a 100ml di acqua sterile, all'interno di una beaker. Il terreno così preparato è stato posto 15 minuti su un agitatore magnetico con ancorotta.

In un primo esperimento, eseguito su un solo campione di terreno scelto per poter testare la procedura, è stato utilizzato come substrato di coltura l'MRBM (*Modified Rosa Bengala Medium*); questo consiste di 5g di peptone batteriologico, 10g glucosio, 0,5g solfato di magnesio, 1g fosfato di potassio, 0,06g di Rosa bengala, 0,2g cloramfenicolo e 15g di agar disciolti in 1 l di H₂O distillata, il tutto autoclavato per 20 minuti a 121°C. Le colonie di *Aspergillus* avrebbero dovuto distinguersi per la loro colorazione rosa visibile sul retro della piastra, ma ciò accadeva anche per molte altre colonie, dunque il metodo è stato ritenuto poco selettivo e i tempi di lavoro sarebbero stati più lunghi.

Poiché il nostro scopo era quello di identificare il numero delle CFU totali che vi erano nel terreno prima e dopo il trattamento, ma soprattutto quanti *A. flavus* ci fossero prima e dopo, abbiamo ritenuto che il substrato ideale fosse l'AFPA con aggiunta di un restrittore di colonia, il Triton X-100 (1 g l⁻¹). In questo modo le colonie di nostro interesse si sarebbero colorate direttamente di arancione, e il restrittore di colonia ci avrebbe permesso di effettuare una conta delle CFU in maniera semplice e veloce.

Per procedere con la semina su MRBM e AFPA + Triton X-100, al fine di confrontare i due metodi, sono state preparate delle diluizioni seriali partendo dalla sospensione di terreno "tal quale" fino ad arrivare alla diluizione 10⁻³, in modo tale da scegliere la diluizione più significativa che ci consentisse di contare dalle 20 alle 150 CFU per piastra.

100 µl di ciascuna diluizione seriale sono stati distribuiti sulla superficie del mezzo agarizzato mediante un'ansa di vetro sterile. Per ciascun campione di terreno sono state preparate 8 repliche. Le piastre sono state quindi messe ad incubare a 30°C ed è stata effettuata la conta delle colonie dopo 5 e 7 giorni per verificare quale fosse il tempo ideale per riuscire ad ottenere una conta significativa delle CFU totali e delle CFU degli *Aspergillus* sezione *Flavi*.

Tutte le colonie che mostravano una colorazione arancione, osservando il retro della piastra, sono state isolate singolarmente e sono state analizzate e conservate seguendo le metodiche descritte nel precedente paragrafo.

I dati raccolti sono stati sottoposti ad analisi statistica (ANOVA a due o tre vie, correlazione) al fine di valutare la significatività dei risultati ottenuti considerando come fattori le classi di mais (400 e 600), i trattamenti (trattamento con AF-X1, trattamento con acqua elettrolizzata, controllo non trattato) e il tempo (tempo0 e tempo 1) e come variabili le CFU totali, le CFU di *Aspergillus* sezione *Flavi*, le CFU di *A. flavus* tossigeni e quelle di *A. flavus* non tossigeni.

Indagini molecolari

Obiettivo del lavoro è stato quello di caratterizzare gli isolati da un punto di vista molecolare tramite *fingerprinting* e l'impiego del primer M13 al fine di studiare le popolazioni di *A. flavus* presenti sia nel terreno che sulla granella di mais. Sono stati valutati 66 isolati di *A. flavus*; (19 tossigeni e 47 non tossigeni) seguendo lo schema di lavoro riportato in **Figura 4**. L'analisi dei profili elettroforetici è stata condotta sia per verificare la variabilità genetica degli isolati di *A. flavus* provenienti da granella di mais e da terreno sia per identificare un profilo caratteristico per *A. flavus* AF-X1. Il risultato potrebbe essere di notevole utilità in quanto consentirebbe di monitorare la presenza dell'agente di biocontrollo in campo.

a) Isolamento di colture monoconidiali

Prima di procedere con le analisi molecolari, di ciascun isolato è stata ottenuta la coltura monoconidiale tramite piastrazione di una sospensione di spore ottenuta da un tassello di agar con micelio sporulato proveniente dalla coltura di PDA, in acqua sterile. Per ogni sospensione sono state quindi eseguite diluizioni seriali fino a 10⁻³, in duplice copia, che sono state piastrate su piastre contenenti agar acqua al 2%. Dopo due giorni di crescita a 28°C, le colonie originatesi da singoli conidi

sono state prelevate con un bisturi con l'ausilio dello stereomicroscopio e trasferite su PDA addizionato di 300 ppm di solfato di streptomycin (Sigma-Aldrich, St Louis, MO, USA). Dopo 3 giorni di crescita a 28°C, per ciascun isolato è stata selezionata una piastra che è stata poi conservata a 4°C per le future analisi

b) Estrazione del DNA genomico

Per ciascun isolato monoconidiale, è stata effettuata una coltura liquida in terreno YMB (Yeast Malt Broth; 0,5% peptone, 0,3% estratto di lievito, 0,3% estratto di malto, 1% glucosio). Dischetti di PDA colonizzato con micelio di *A. flavus* sono stati inoculati in una Falcon da 50 mL contenente 20 mL di YMB. La coltura è stata fatta crescere a 30°C in agitazione costante a 125 rpm (Thermolyne Rosi 1000). Dopo due giorni, il contenuto della beuta è stato recuperato per filtrazione con un colino sterile di acciaio. Il micelio ottenuto è stato lavato con acqua sterile più volte, asciugato e usato tal quale o conservato a -20°C fino al suo utilizzo.

Il DNA genomico è stato estratto col metodo basato su SDS-CTAB proposto da Kim *et al.* (1990), con alcune modifiche. Precedentemente all'estrazione è stato effettuato uno step di omogeneizzazione attraverso il metodo *bead-beating* con l'ausilio dell'omogeneizzatore BeadBug™ Microtube (Benchmark Scientific Inc., NJ). Per ogni campione, 200 mg di micelio sono stati aggiunti a un tubo da 2 mL addizionando 350 mg di sfere di vetro "*acid washed*" del diametro di 0,5 mm (Benchmark Scientific Inc., NJ) e 400 µL di buffer di lisi freddo (4°C) (150 mM NaCl, 50 mM EDTA, 10 mM Tris-HCl pH 7,4, 30 µg mL⁻¹ Proteinasi K). Il micelio è stato quindi omogeneizzato tramite l'omogeneizzatore con tre cicli da 30 secondi a 4000 rpm ciascuno. Ogni ciclo è stato intervallato da 30 secondi in ghiaccio al fine di mantenere il campione freddo.

Alla fine dell'omogeneizzazione è stato aggiunto sodio dodecil solfato (SDS; Sigma-Aldrich, Saint Louis, USA) per arrivare a una concentrazione finale del 2% (p/v). Il campione è stato incubato a 65°C per 40 min a cui è seguita centrifugazione a 8000 x g per 10 min a 4°C. Il surnatante è stato trasferito in un nuovo tubo misurandone il volume. Ad esso è stato quindi aggiunto NaCl per arrivare ad una concentrazione 1,4 M e 1/10 di volume di buffer CTAB al 10% (10% CTAB, 500 mM Tris-HCl, 100 mM EDTA, pH 8,0). Dopo miscelazione delle componenti, la soluzione è stata incubata a 65°C per 10 min e poi raffreddata a 15°C per 2 minuti.

Un egual volume di una soluzione cloroformio-alcol isoamilico (24:1 v/v) è stato aggiunto al campione, che è stato poi centrifugato a 10000 x g per 10 min a 4°C. Il surnatante è stato quindi trasferito in un nuovo tubo e il DNA è stato fatto precipitare usando due volumi di etanolo freddo al 95%. Il campione è stato incubato a -20°C per almeno un'ora e poi è stato centrifugato a 12000 x g per 3 min a 4°C. Il risultante pellet è stato lavato due volte con etanolo al 70%, asciugato con l'ausilio di una pompa a vuoto e quindi risospeso in acqua nucleasi-free (Promega, Madison, WI, USA). La soluzione di DNA è stata poi conservata a -20°C fino al suo utilizzo.

c) Analisi molecolari attraverso la metodica della PCR

Al fine di effettuare una caratterizzazione molecolare degli isolati di *A. flavus* si è proceduto ad amplificare il DNA genomico con l'ausilio della reazione a catena della polimerasi (PCR) impiegando un primer che amplificasse il DNA a livello dei microsatelliti, corte sequenze di DNA disperse nel genoma e distanziate tra di loro da sequenze di 100-3000 bp. In particolare è stato impiegato il primer M13 che, sulla base di dati presenti in letteratura, mostra un alto grado di polimorfismo. Questo polimorfismo è dato dal numero e dalla lunghezza dei frammenti generati durante la reazione di PCR visualizzabili su gel di elettroforesi.

La reazione di PCR è stata effettuata in un volume di 25 µL in cui erano presenti il primer M13 (5'- GAG GGT GGC GGT TCT -3') a concentrazione 0,2 µM, 12,5 µL di GoTaq® Green Master Mix (Promega, Madison, WI, USA) e 3 mM di magnesio acetato. La reazione è avvenuta per mezzo del termociclatore GeneAmp PCR System 9600 (Perkin-Elmer) con un ciclo iniziale di denaturazione a 95°C per 2 min, seguito da 40 cicli composti da denaturazione a 95°C per 20s, annealing a 50°C per 60s ed estensione a 72°C per 30s. Terminati i 40 cicli, l'estensione finale è avvenuta a 72°C per 6 min. Un controllo negativo, che non conteneva DNA, è stato incluso per escludere la presenza di contaminanti nei reagenti utilizzati. I prodotti di amplificazione sono stati analizzati tramite elettroforesi su gel di

agarosio all'1,5% in TBE 2× (180 mM Tris, 176 mM acido borico, 4 mM EDTA, pH 8,4). Come marker molecolare è stato impiegato il marker 1 kb DNA Ladder (Promega, Madison, WI, USA).

A. flavus AF-X1 come controllo negativo (non tossigeno) e *A. flavus* 10769 come controllo positivo (tossigeno) sono stati usati come controlli interni di ciascun esperimento di PCR.

d) Analisi dei profili elettroforetici

I profili elettroforetici ottenuti con il primer M13 sono stati analizzati con il software GelAnalyzer ed è stata costruita una matrice binaria basata sulla presenza (1) o assenza (0) di ciascuna banda per ciascun isolato saggiato. Le somiglianze genetiche sono state calcolate usando l'indice di somiglianza di Jaccard e l'analisi cluster è stata effettuata utilizzando l'algoritmo UPGMA.

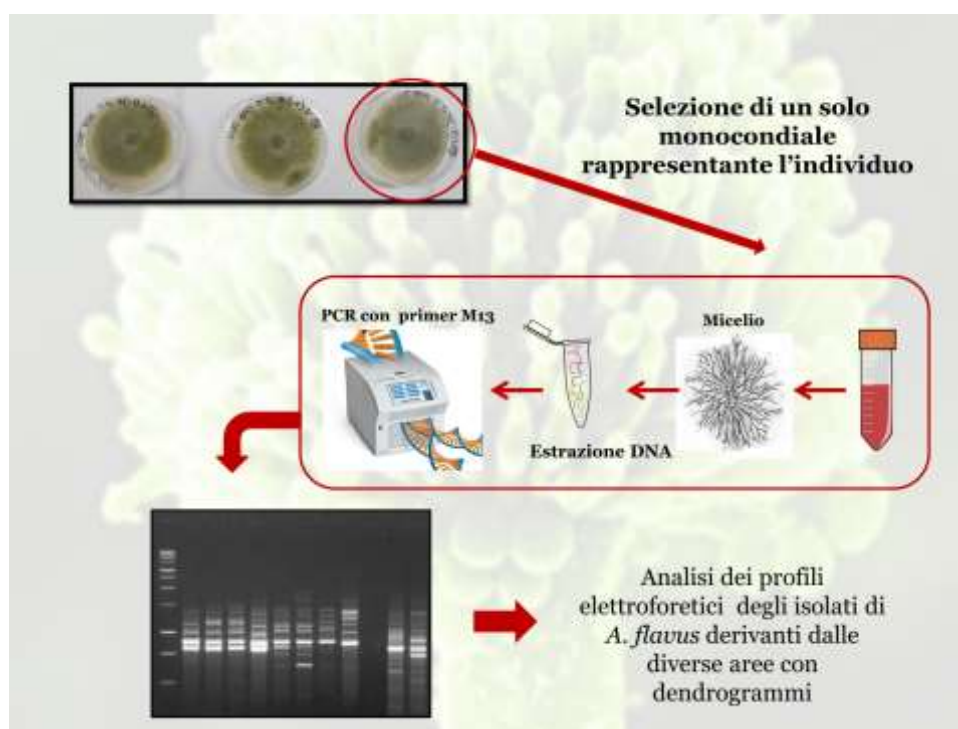


Figura 4 Schema di lavoro adottato per le indagini molecolari

RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE PER L'ANNO 2016

Analisi sui campioni di granella

Quasi la totalità dei semi analizzati dei campi di Fauglia (Pi), Capannori (Lu) e San Piero a Grado (Pi) presentava contaminazione interna.

L'infezione totale interna nel seme è determinata da più specie fungine colonizzanti il mais; questa variabilità potrebbe essere imputabile alla tipologia di campo, irriguo/non irriguo, alla differente classe di mais FAO 400/600 e alla diversa ubicazione geografica.

Le colonie di *Aspergillus* spp. che su PDA presentavano un micelio verde brillante circondate da un alone bianco caratteristico delle specie appartenenti alla sezione *Flavi*, sono state isolate per le successive analisi, (**Fig. 5a**).

Contestualmente possono svilupparsi altre specie fungine appartenenti a generi quali *Penicillium* spp., *Fusarium* spp., *Trichoderma* spp. etc. e funghi appartenenti alle *Mucoraceae* (**Fig. 5 b-f**).

Su AFPA le colonie di *Aspergillus* spp. isolate risultavano quasi perfettamente circolari, con un micelio bianco senza fruttificazioni conidiche e un aspetto corrugato; il margine esterno era di colore arancione, colorazione maggiormente visibile sul retro della piastra (**Fig. 6**). Tutte le colonie saggiate su AFPA mostravano questo aspetto e, pertanto, sono state classificate come *Aspergillus* sezione *Flavi*.

Tutte le colonie saggiate su AFPA sono state trasferite su agar Czapek (CZ) al fine di distinguere gli isolati di *A. flavus*, da quelli di *A. parasiticus* per la colorazione della colonia: giallo-verde brillante (verde edera) in *A. flavus* e verde scuro in *A. parasiticus* (verde crescione) (**Fig. 7**).

Tutte le colonie saggiate mostravano una colorazione della colonia giallo-verde brillante e sono state quindi classificate come *A. flavus*.

Tutti gli isolati di *A. flavus*, sono stati trasferiti su YES, substrato che consente di differenziare gli isolati tossigeni da quelli non tossigeni mediante il test dei vapori di ammoniaca. Le colonie degli isolati tossigeni assumono una colorazione arancio/rossa molto evidente sul retro della piastra mentre le colonie degli isolati non tossigeni restano di un colore giallo paglierino (**Fig. 8**). Come controllo positivo sono stati impiegati due ceppi tossigeni di *A. flavus*, 10768 e 10769, provenienti dalla collezione dell'Istituto di Tossine e Micotossine da Parassiti Vegetali del CNR di Bari. Come controllo negativo è stato utilizzato il ceppo A5 isolato da semi di sorgo del prodotto biologico AFX1.

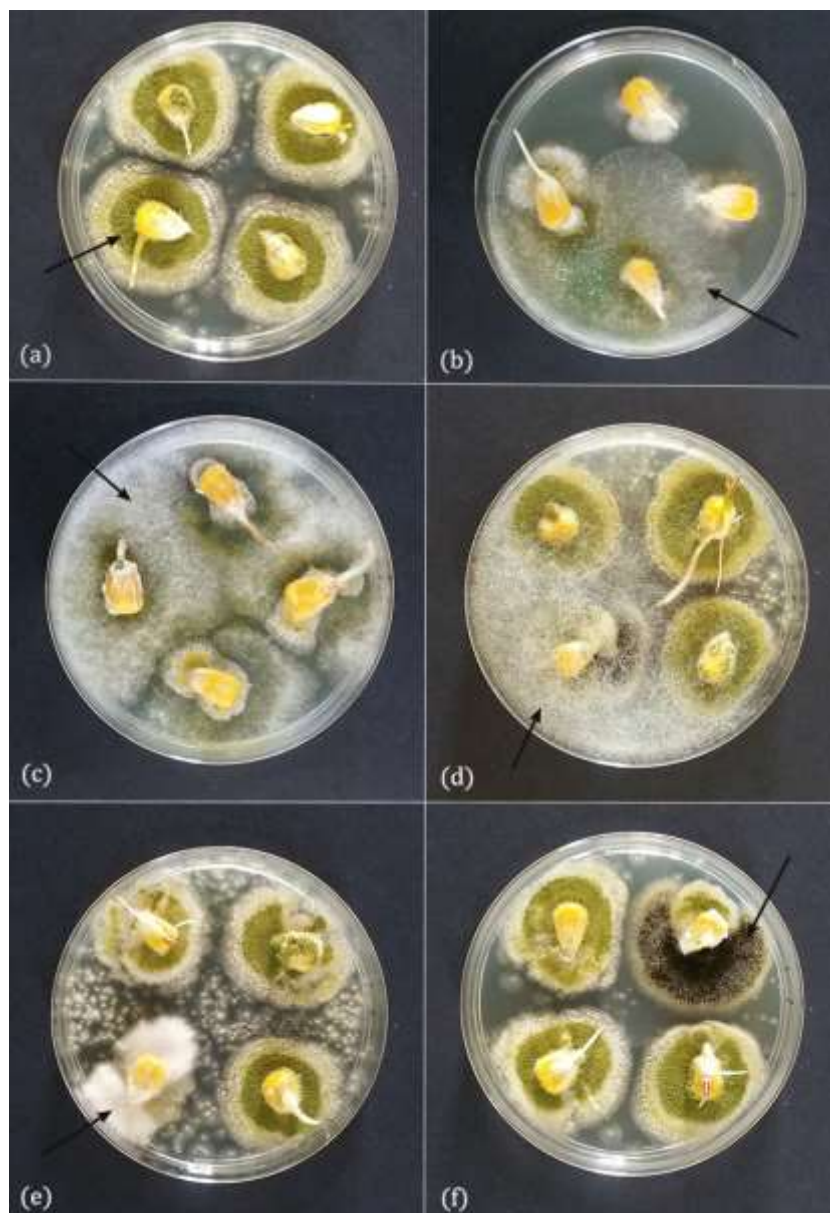


Figura 5 | Micoflora presente all'interno del seme di mais dopo 96h di incubazione a 27°C su PDA + Streptomicina. Le frecce nell'immagine indicano colonie di *Aspergillus* sezione *Flavi* (a), *Trichoderma* sp. (b), *Alternaria* sp. (c), *Mucoraceae* (d), *Fusarium* sp. (e) e *Aspergillus* sezione *Nigri* (f).



Figura 6 | Aspetto delle colonie di *Aspergillus* sezione *Flavi* su AFPA. L'immagine a sinistra mostra il fronte della piastra dove si può notare la colorazione arancione sul margine della colonia. A destra è mostrato il retro della stessa piastra che risulta completamente arancione.

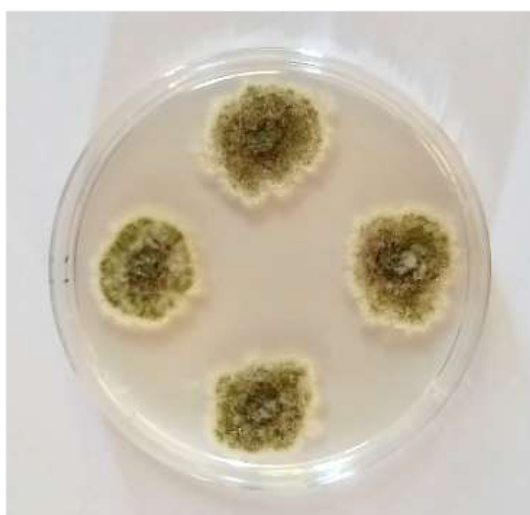


Figura 7 | Aspetto della colonia di *A. flavus* su agar Czapek.

L'incidenza dei ceppi tossigeni sul totale degli *A. flavus*, nei vari campioni e nelle varie località, è risultata piuttosto variabile ma essi sono stati rinvenuti esclusivamente nei campioni derivanti dalle superfici del controllo non trattato. Nei campioni di Fauglia la percentuale variava da 0 a 10%, in quelli di Capannori da 0 a 12,5% e in quelli di S. Piero a Grado da 0 a 11,1%. Quindi è possibile affermare che la restante parte degli *A. flavus* rinvenuti nei campioni di granella è rappresentata da isolati non tossigeni.

Complessivamente *A. flavus* è stato isolato da circa l'80% dei semi analizzati, indipendentemente dal trattamento e più del 99% dei ceppi di *A. flavus* isolati dalla granella proveniente dalle superfici trattate erano non tossigeni.

In totale sono stati identificati e saggiati, secondo le metodiche sopra riportate, 1182 isolati di *A. flavus*.

Nei **Grafici 1, 2 e 3** vengono messi in evidenza i principali generi fungini cresciuti all'interno delle cariossidi di mais su PDA+Streptomicina rispettivamente nelle località di Fauglia, Capannori e S. Piero a Grado.

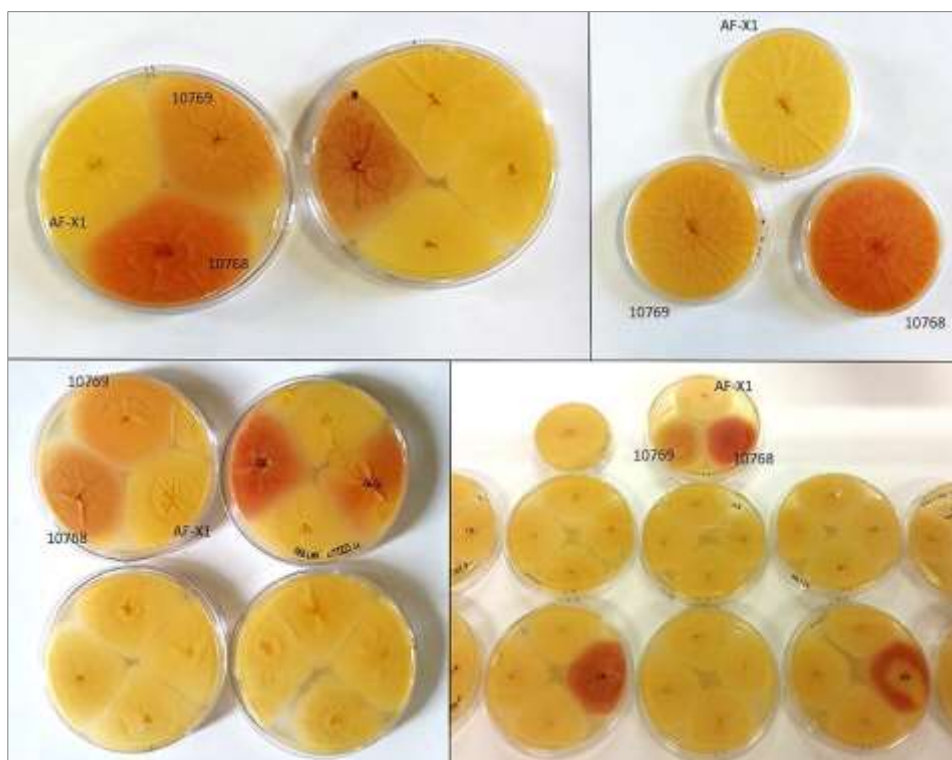


Figura 8 | Colorazione del micelio di *A. flavus* cresciuto su YES dopo aggiunta di ammoniaca. Nella figura è possibile confrontare le diverse tonalità di colore dei campioni positivi al saggio con i ceppi di riferimento (in alto a destra). 10768 e 10769 = ceppi tossigeni di *A. flavus*; AF-X1 = ceppo non tossigeno di *A. flavus* isolato dai semi di sorgo del prodotto biologico AFX1.

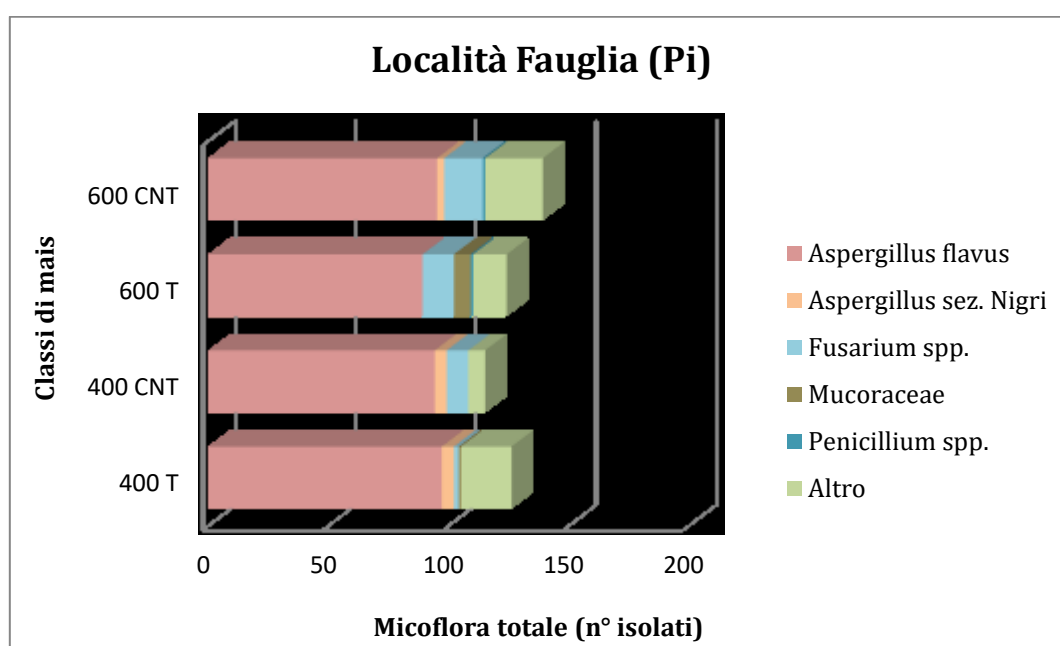


Grafico 1 | Numero degli isolati rinvenuti durante la crescita dei campioni di granella su PDA + Streptomicina in località Fauglia. 600 = classe di mais FAO 600; 400 = classe di mais FAO 400; T = Trattamento con AFX1; CNT = Controllo non trattato.

Nel grafico relativo a Fauglia (Pi) si nota una prevalenza di isolati di *A. flavus* in tutti i campioni; una piccola percentuale riguarda la categoria “Altro”, nella quale sono rappresentati diversi generi fungini, generalmente saprofiti, come *Trichoderma*, *Cladosporium* e *Alternaria*. Isolati del genere *Fusarium* sono stati rinvenuti costantemente con una prevalenza del numero di isolati nella classe di mais FAO 600 (**Grafico 1**).

Anche nella località Capannori (Lu) si può osservare una prevalenza di isolati di *A. flavus* in tutti i campioni. Diversamente da Fauglia, in questa zona il numero degli isolati appartenenti ai generi *Fusarium* e *Penicillium* è nettamente superiore in entrambe le classi di mais indipendentemente dal trattamento. Una piccola frazione riguarda la categoria “Altro” nella quale sono rappresentati diversi generi fungini, generalmente saprofiti, come *Trichoderma*, *Cladosporium* e *Alternaria* (**Grafico 2**).

A San Piero a Grado si è osservata una prevalenza di isolati di *A. flavus* in tutti i campioni indipendentemente dalle classi di mais e dal trattamento. Nel grafico è possibile notare come il controllo non trattato della classe di mais FAO 600 sia caratterizzato da una rilevante presenza dei generi *Fusarium* e *Penicillium*. A differenza delle altre località, San Piero a Grado ha mostrato un costante e significativo numero di colonie di *Aspergillus* sezione *Nigri* (**Grafico 3**).

Sempre a San Piero a Grado, nelle parcelle in cui è stato effettuato il trattamento con acqua elettrolizzata, è possibile notare una prevalenza di isolati di *A. flavus* in tutti i campioni indipendentemente dalle classi di mais e dal trattamento. Inoltre, è stato osservato un considerevole incremento del numero di isolati del genere *Penicillium* nella classe di mais FAO 400 (**Grafico 4**) e una contemporanea riduzione degli isolati di *A. flavus*.

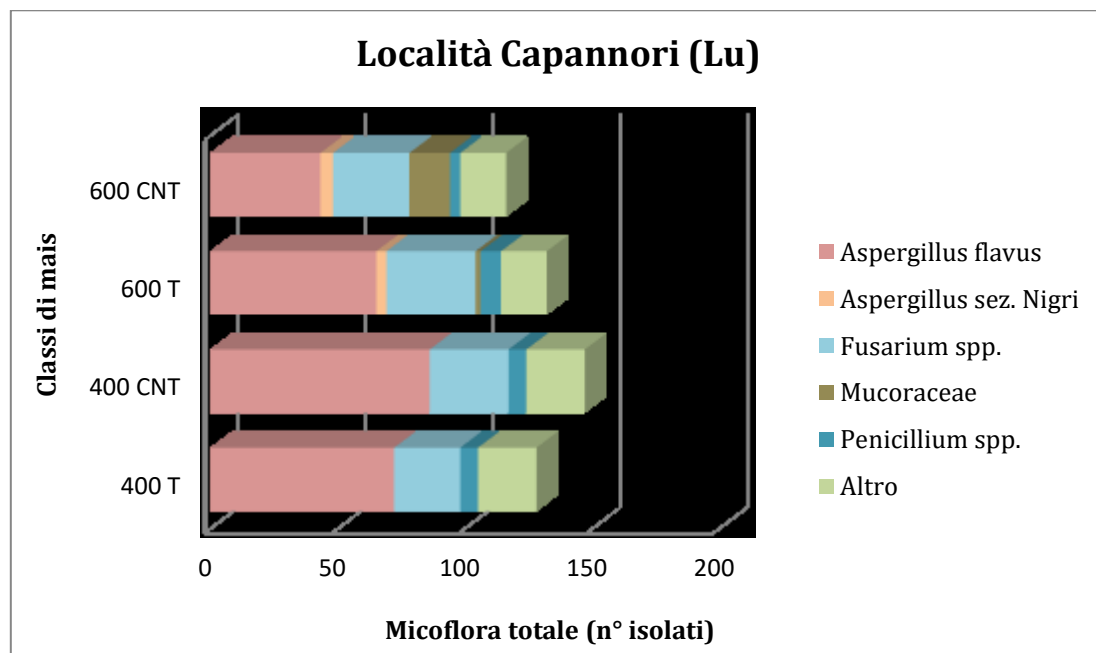


Grafico 2 | Numero degli isolati rinvenuti durante la crescita dei campioni di granella su PDA + Streptomina in località Capannori. 600 = classe di mais FAO 600; 400 = classe di mais FAO 400; T = Trattamento con AFX1; CNT = Controllo non trattato.

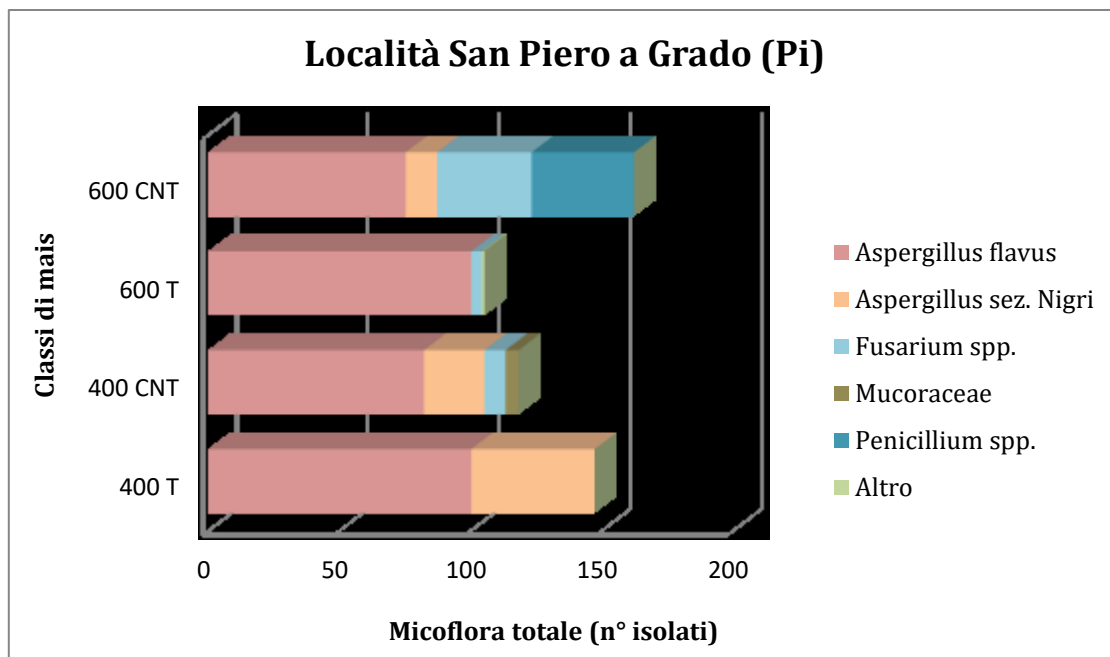


Grafico 3 | Numero degli isolati rinvenuti durante la crescita dei campioni di granella su PDA + Streptomicina in località S. Piero a Grado. 600 = classe di mais FAO 600; 400 = classe di mais FAO 400; T = Trattamento con AFX1; CNT = Controllo non trattato.

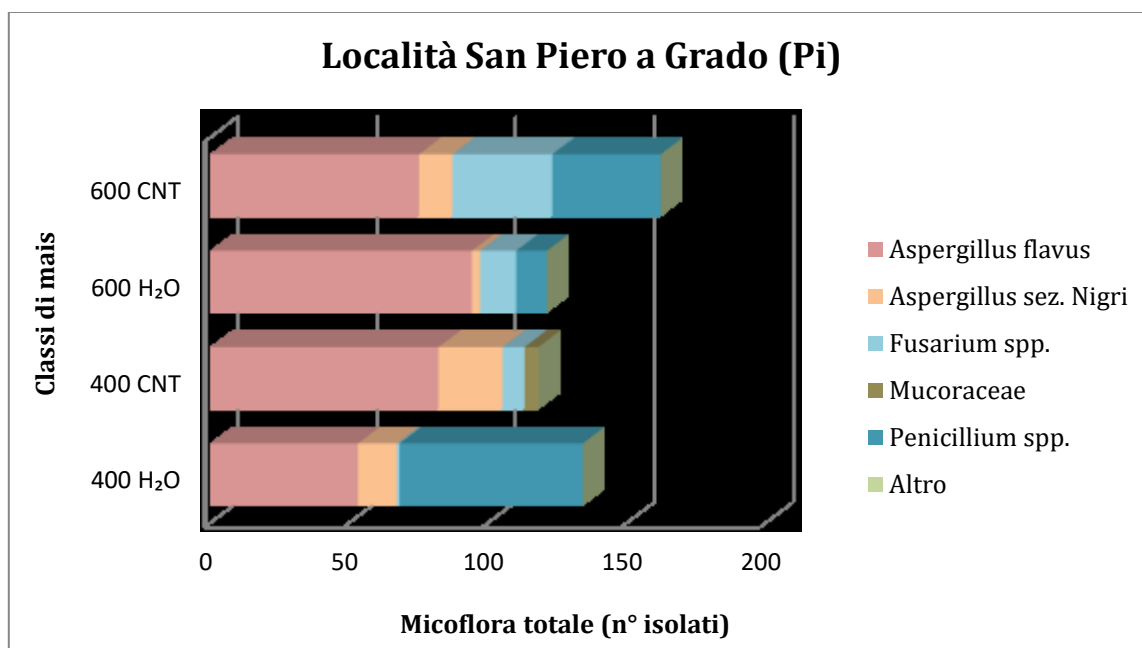


Grafico 4 | Numero degli isolati rinvenuti durante la crescita dei campioni di granella su PDA + Streptomicina in località S. Piero a Grado. 600 = classe di mais FAO 600; 400 = classe di mais FAO 400; H₂O = Trattamento con acqua elettrolizzata; CNT = Controllo non trattato.

I dati sono stati analizzati separatamente per ogni località considerando tutte le variabili. Di seguito si riportano i risultati più significativi ottenuti analizzando i dati cumulati relativi alla granella di Fauglia e Capannori. La diversa superficie dei campi di Fauglia e Capannori rispetto alle parcelle di S. Piero a Grado, non ha permesso di aggiungere all'analisi statistica anche i dati relativi a quest'ultima località. Per valutare l'efficacia del trattamento si è ritenuto di dover comparare le zone dove la distribuzione del prodotto AF-X1 fosse stata la stessa (macchina spandiconcime) e le superfici fossero equiparabili (1 ha circa).

Il dato estremamente interessante è quello relativo alla variabile colonie di *A. flavi* tossigeni poiché avevamo osservato che, presi singolarmente, i dati di questa variabile non erano significativi nelle due località di Fauglia e Capannori sebbene i valori dei ceppi tossigeni fossero sempre superiori nel controllo non trattato. Occorre anche tener presente che il numero di colonie di isolati tossigeni è sempre stato molto basso e, pertanto, i campioni esaminati mostrano una estrema variabilità (repliche con diversi valori pari a 0).

L'ANOVA a due vie (Tukey's HSD test per $p \leq 0,05$) ha evidenziato che la variabile colonie di *A. flavus* tossigeni mostra un valore significativo per il fattore trattamenti (**Grafico 5**). Nei campioni di granella del controllo non trattato il numero di colonie di isolati tossigeni è più elevato rispetto a quello dei campioni di granella derivanti dai campi dove è stato effettuato il trattamento biologico con AF-X1.

Tale risultato ci conferma che il trattamento con questo prodotto diminuisce il numero di isolati tossigeni che colonizzano l'interno delle cariossidi di mais. Anche in questo caso il risultato ottenuto depone a favore di una efficacia del trattamento e della modalità di azione di questo prodotto biologico.

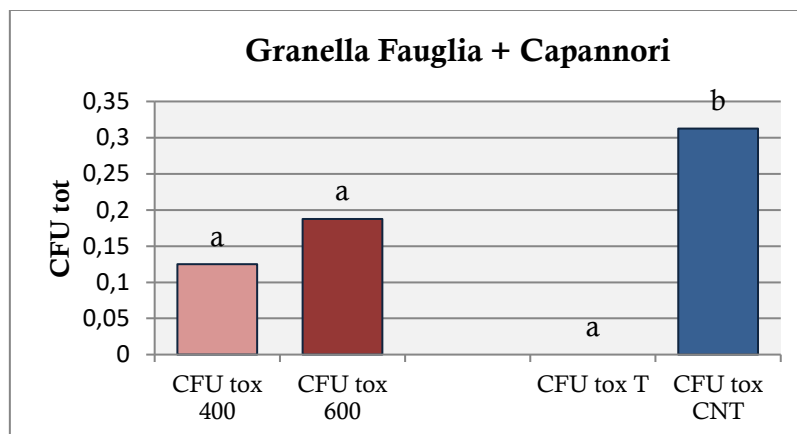


Grafico 5 Valori delle CFU di *A. flavus* tossigeni dei due fattori ANOVA considerati: classi di mais e trattamento nei dati cumulati di Fauglia (Pi) e Capannori (Lu). 600 = classe di mais FAO 600; 400 = classe di mais FAO 400; T = Trattamento con AFX1; CNT = Controllo non trattato. I valori contrassegnati dalla stessa lettera, per ciascun fattore, non sono statisticamente diversi, Tukey's HSD test per $p \leq 0,05$.

Dall'ANOVA dei dati di San Piero a Grado non si evince nessun dato significativo. L'utilizzo di parcelle piuttosto piccole e un inevitabile effetto deriva del trattamento con AF-X1 hanno probabilmente influenzato negativamente questa sperimentazione non consentendo di discutere alcun dato

Analisi sui campioni di terreno

La messa a punto delle analisi sui campioni di terreno ha previsto l'utilizzo di due substrati diversi: MRMB e AFPA +Triton X-100. Come controllo sono stati utilizzati gli isolati di *A. flavus* di riferimento 10768 e 10769, tossigeni, e A5 non tossigeno.

Le colonie di *Aspergillus* su MRMB avrebbero dovuto distinguersi dalla loro colorazione rosa visibile sul retro della piastra, ma ciò accadeva anche per molte altre colonie, dunque il metodo è stato ritenuto poco selettivo.

Poichè il nostro scopo era quello di identificare il numero delle CFU totali che vi erano nel terreno prima e dopo il trattamento, ma soprattutto quanti *A. flavus* ci fossero prima e dopo, abbiamo ritenuto che il substrato ideale fosse l'AFPA con aggiunta del restrittore di colonia Triton X-100. In questo modo le colonie di nostro interesse si sono colorate di arancione, e il restrittore di colonia ci ha permesso di effettuare una conta delle CFU in maniera semplice e veloce (**Figura 9**).

Tutte le colonie che mostravano una colorazione arancione, osservando il retro della piastra, sono state isolate singolarmente e sono state analizzate per identificare le colonie di *A. flavus* e, tra queste, quelle degli isolati tossigeni e non tossigeni. In totale sono stati identificati e saggiati, secondo le metodiche sopra riportate, 445 isolati di *A. flavus*.

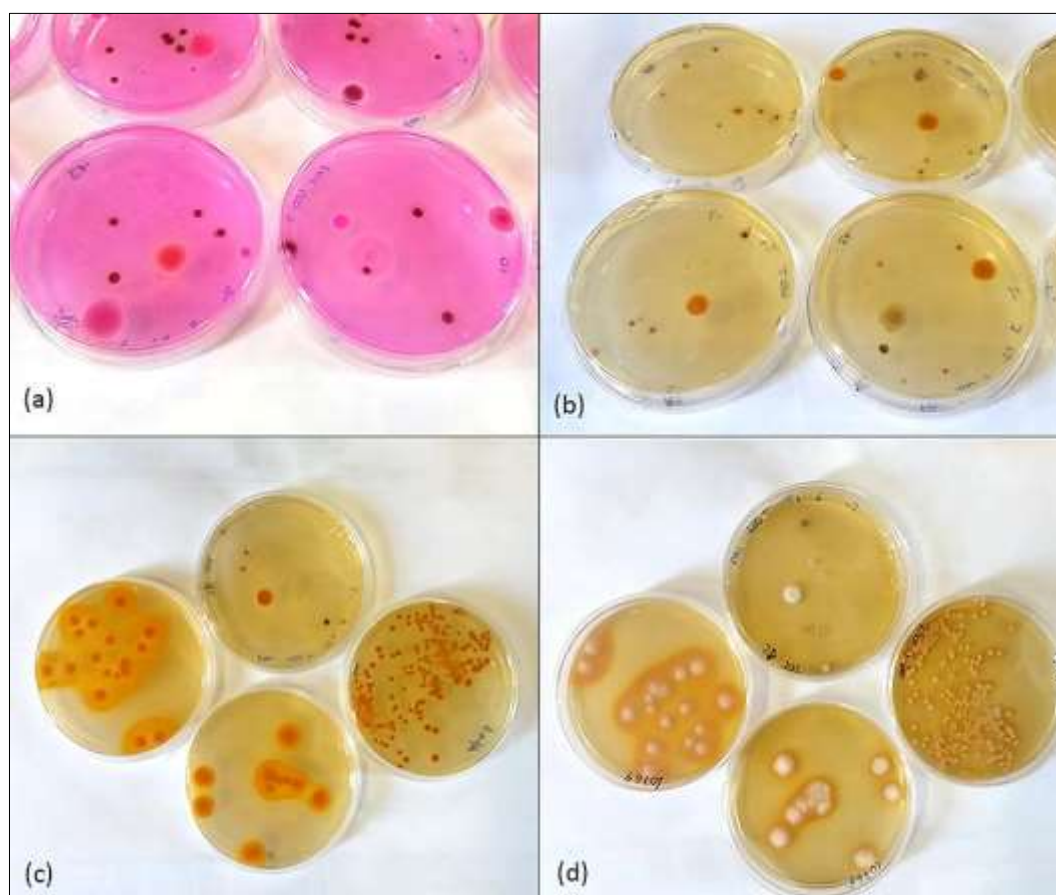


Figura 9 | Confronto tra la crescita delle colonie su MRMB (a) e AFPA + Triton-X100 (b). Gli isolati di *Aspergillus* sezione *Flavi* sono facilmente riconoscibili su AFPA + Triton-X100 per la colorazione arancione del retro della colonia. Le figure (c, retro piastra) e (d fronte piastra) mostrano il confronto di una colonia di *Aspergillus* sezione *Flavi* isolata da terreno (piastra centrale in alto) con i tre isolati di riferimento (A5 a destra, 10768 in basso e 10769 a sinistra)

I risultati dell'ANOVA a 3 vie, nel loro complesso, evidenziano che, in tutte le località, si è verificato un aumento significativo delle CFU di *A. flavus* non tossigeni nei terreni trattati. Si può affermare quindi che la distribuzione del prodotto biologico AF-X1 ha fatto aumentare sensibilmente le CFU di *A. flavus* non tossigeni nel terreno. Il trattamento, quindi, è stato effettuato correttamente e le condizioni ambientali hanno favorito lo sviluppo e la diffusione del fungo non tossigeno nei campi trattati. A titolo di esempio si riportano i risultati della località Capannori (**Grafico 6**).

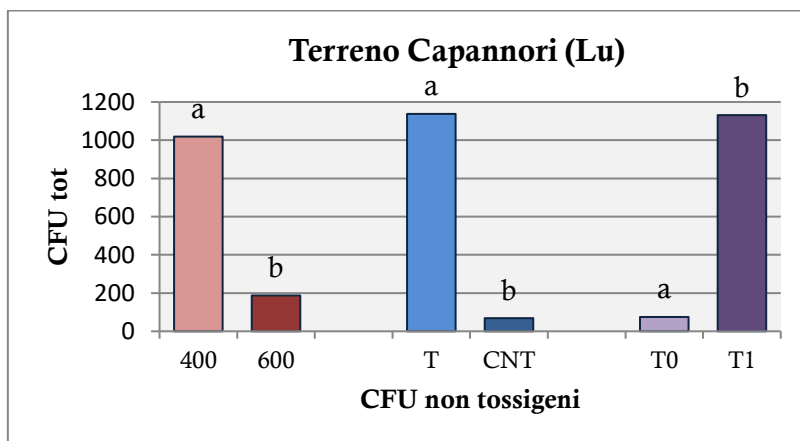


Grafico 6 Effetto dei tre fattori ANOVA considerati: classi di mais, trattamento e tempo, sui valori delle CFU di *A. flavus* non tossigeni nella località Capannori (Lu). 600 = classe di mais FAO 600; 400 = classe di mais FAO 400; T = Trattamento con AFX1; CNT = Controllo non trattato; T0 = Tempo 0; T1 = Tempo 1). I valori contrassegnati dalla stessa lettera, per ciascun fattore, non sono statisticamente diversi, Tukey's HSD test per $p \leq 0,05$.

RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE PER L'ANNO 2017

Analisi sui campioni di granella

Quasi la totalità dei semi analizzati dei campi di Fauglia (PI) e Capannori (LU) presentava contaminazione interna. L'infezione totale interna nel seme è determinata da più specie fungine colonizzanti il mais; questa variabilità potrebbe essere imputabile alla tipologia di campo, irriguo/non irriguo, alla differente classe di mais FAO 400/600 e alla diversa ubicazione geografica.

L'incidenza dei ceppi tossigeni sul totale degli *A. flavus*, nei vari campioni e nelle due località, è risultata piuttosto variabile, maggiore presenza è stata riscontrata nei campioni derivanti dalle superfici del controllo non trattato. Nei campioni di Fauglia la percentuale variava dal 12,9 al 70,0%, in quelli di Capannori da 5,9 al 33,3%.

I risultati evidenziano come *A. flavus* sia stato isolato da circa l'82% dei semi analizzati, indipendentemente dal trattamento ed i ceppi di *A. flavus* non tossigeni isolati dalla granella proveniente dalle superfici trattate si attestino sempre al di sopra del 96% rispetto alla popolazione complessiva di *Aspergillus flavus*, valori ben più elevati rispetto a quelli riscontrati sulle tesi controllo non trattate. In totale sono stati identificati e saggiati, secondo le metodiche sopra riportate, 499 isolati di *A. flavus* su granella.

Nei **Grafici 7 e 8** vengono messi in evidenza i principali generi fungini cresciuti all'interno delle cariossidi di mais su PDA+Streptomycin rispettivamente nelle località di Fauglia e Capannori.

Nel grafico relativo alla località Fauglia (PI) si nota, nelle tesi trattate con AFX1, una prevalenza di isolati di *A. flavus* sulla micoflora totale. La popolazione endogena di *Aspergillus* sez. *Nigri* sembrerebbe confermare i dati 2016, una maggiore presenza sia sulla classe 400, sia un incremento in assenza di trattamento sul classe 400CNT che 600CNT (**Grafico 7**).

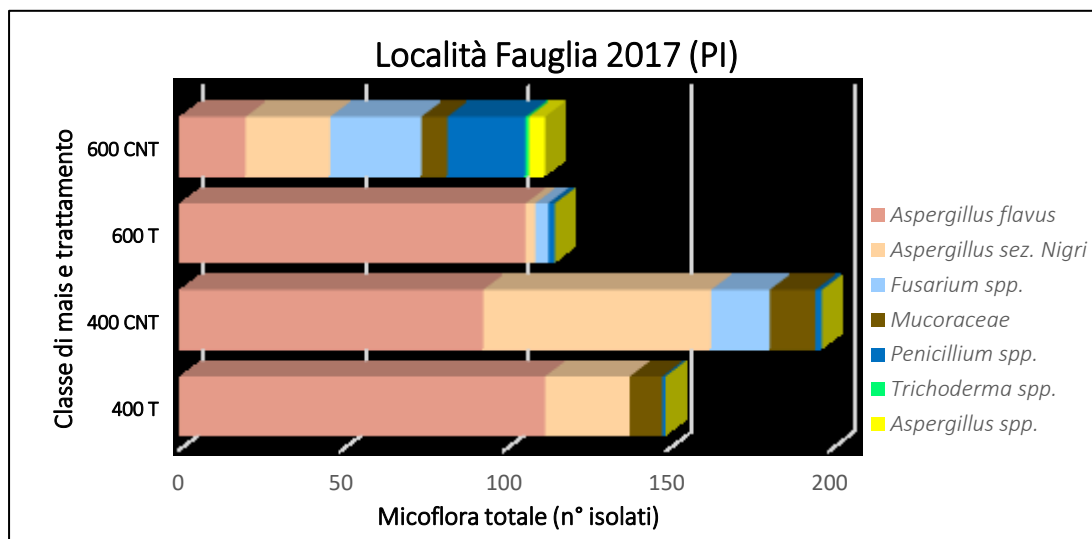


Grafico 7 Numero degli isolati rinvenuti durante la crescita dei campioni di granella su PDA + Streptomicina in località Fauglia. 600 = classe di mais FAO 600; 400 = classe di mais FAO 400; T = Trattamento con AFX1; CNT = Controllo non trattato.

Anche nella località Capannori (LU) si può osservare una prevalenza di isolati di *A. flavus* nelle tesi trattate con AFX1. Diversamente da Fauglia, in questa zona il numero degli isolati appartenenti ai generi *Fusarium* e *Penicillium* è nettamente superiore in entrambe le classi di mais indipendentemente dal trattamento, confermando il risultato delle analisi granella 2016 (**Grafico 7**).

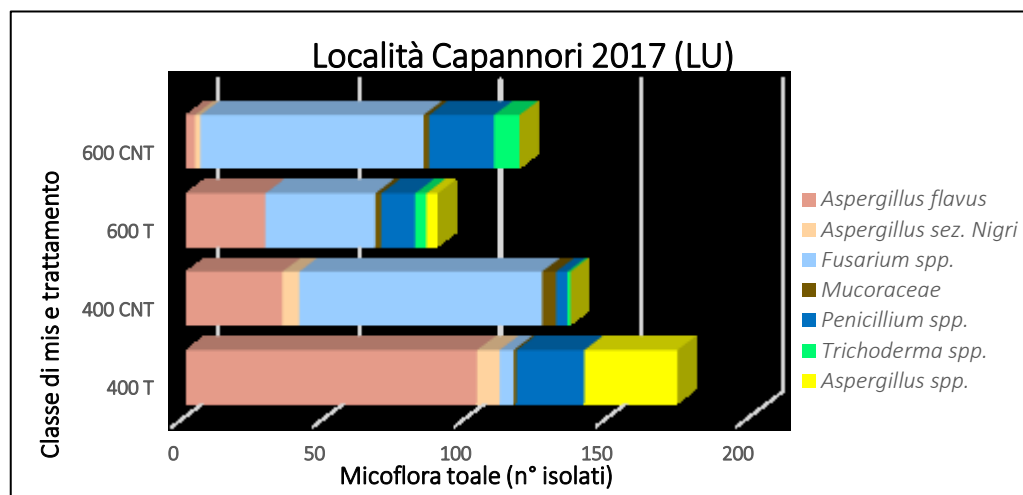


Grafico 8 Numero degli isolati rinvenuti durante la crescita dei campioni di granella su PDA + Streptomicina in località Capannori. 600 = classe di mais FAO 600; 400 = classe di mais FAO 400; T = Trattamento con AFX1; CNT = Controllo non trattato.

Dai dati raccolti attraverso lo screening della granella è possibile osservare come il numero di isolati di *A. flavus* tossigeni individuati sulle tesi trattate con AFX1 sia inferiore rispetto alle tesi controllo (0,35 vs.

1,45) **Grafico 9.** Tale risultato denota un effetto di contenimento da parte del trattamento biologico a spese della popolazione endemica tossigena presente in campo.

Ulteriori osservazioni riguardano l'aumento della popolazione di *A. flavus* non tossigeno nelle tesi trattate con AFX1 rispetto al relativo controllo, indice che il meccanismo d'azione del prodotto biologico, “metodo inondativo” e “competizione per i siti di infezione”, ha risposto positivamente alle specifiche condizioni di campo; altra osservazione riguarda la classe di mais 600 (ibrido tardivo), che nelle località sottoposte a sperimentazione, ha evidenziato una minore colonizzazione della spiga da parte di *A. flavus* se paragonata alla classe FAO 400.

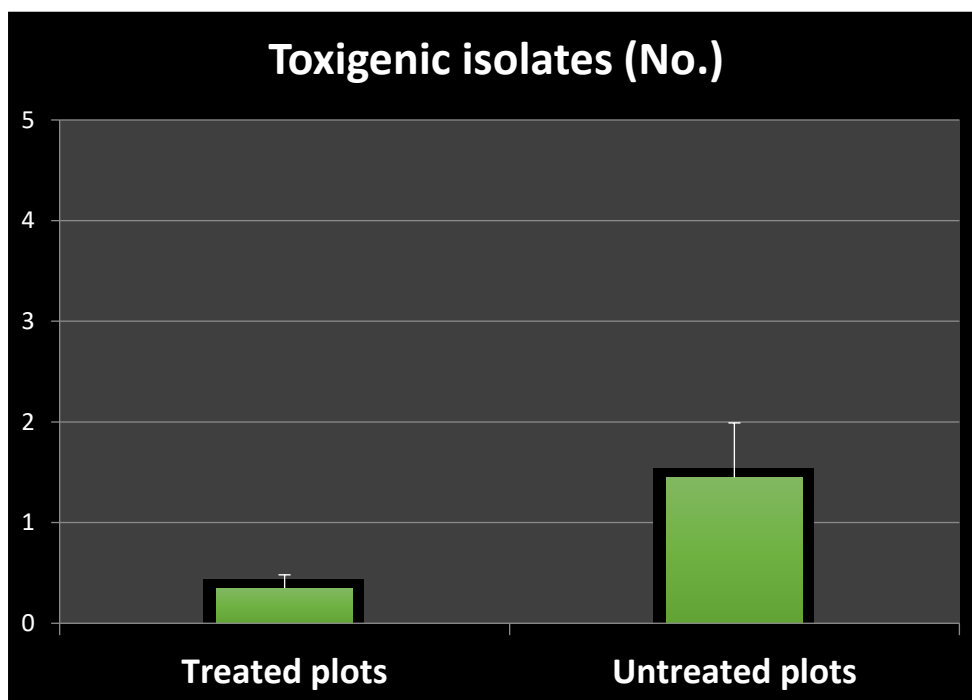


Grafico 9 Numero medio degli isolati tossigeni di *A. flavus* rinvenuti nelle parcelle trattate e non trattate con il prodotto biologico AFX1.

La stima del contenuto di aflatossine, nei campioni di farina di mais, è stata eseguita mediante la tecnica HPLC-FD presso il Laboratorio di Qualità degli Alimenti del Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari e Agroambientali dell'Università di Pisa (Responsabile scientifico Prof. Andrea Serra).

Considerando che il tenore massimo di aflatossina B1 nei mangimi per animali da latte è regolato dall'UE a $5 \mu\text{g kg}^{-1}$, i valori ottenuti dalla farina di mais dei terreni sottoposti a trattamento con AF-X1 sono tutti inferiori al limite di legge (**Grafico 10**).

La media complessiva della concentrazione di aflatossina B1 nelle farine di mais derivanti da parcelle trattate e non trattate è stata rispettivamente di 1,8 e $9,5 \mu\text{g kg}^{-1}$. La riduzione percentuale della concentrazione di aflatossina B1 è risultata compresa tra 67,7% e 99,7%. Questa riduzione è importante da un punto di vista biologico: il trattamento con AFX1 ha evidenziato ottime potenzialità in termini di riduzione dell'aflatossina B1 nei campioni.

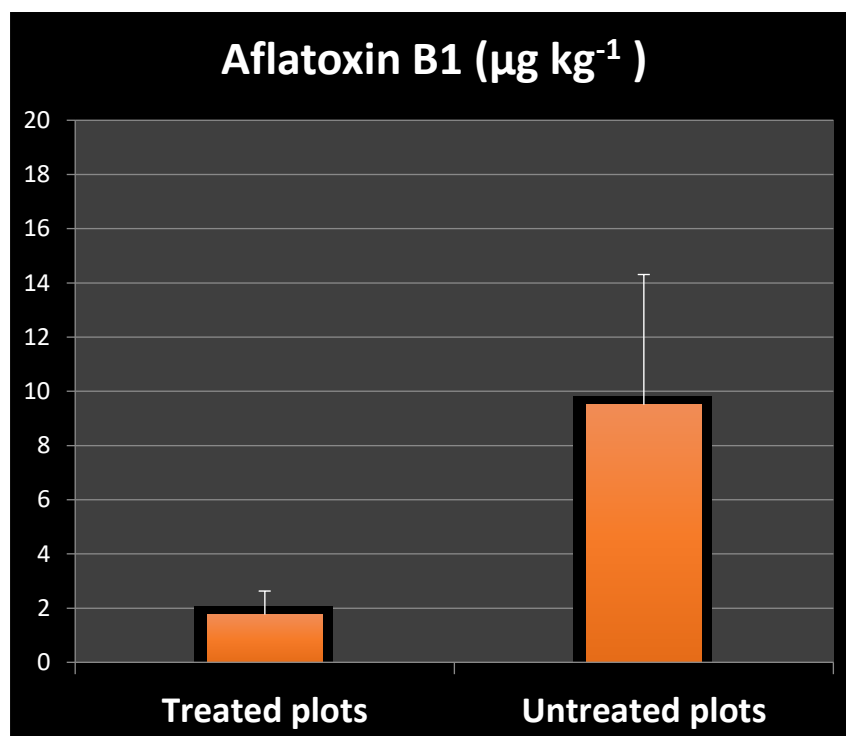


Grafico 10 Concentrazione media di aflatossina B1 rinvenuta nelle farine di mais provenienti da parcelle trattate e non trattate con il prodotto biologico AFX1.

Analisi sui campioni di terreno

I risultati dell'ANOVA a 3 vie, nel loro complesso, evidenziano che, in tutte le località, analogamente a quanto osservato nel 2016, si è verificato un aumento significativo delle CFU di *A. flavus* e di *A. flavus* non tossigeni nei terreni trattati. Anche in questo caso si può affermare che la distribuzione del prodotto biologico AF-X1 ha fatto aumentare sensibilmente le CFU di *A. flavus* non tossigeni nel terreno. Il trattamento, quindi, è stato effettuato correttamente e le condizioni ambientali hanno favorito lo sviluppo e la diffusione del fungo non tossigeno nei campi trattati. A titolo di esempio si riportano i risultati della località Capannori (**Grafico 11**).

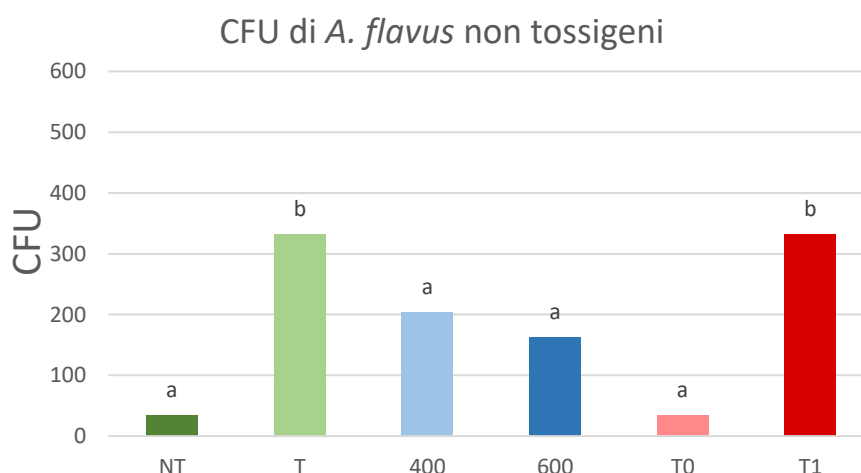


Grafico 11 Valori delle CFU di *A. flavus* non tossigeni dei tre fattori ANOVA considerati: classi di mais, trattamento e tempo nella località Capannori (Lu). 600 = classe di mais FAO 600; 400 = classe di mais FAO 400; T = Trattamento con AFX1; CNT = Controllo non trattato; T0 = Tempo 0; T1 = Tempo 1). I valori contrassegnati dalla stessa lettera, per ciascun fattore, non sono statisticamente diversi, Tukey's HSD test per $p \leq 0,05$.

RISULTATI DELLE INDAGINI MOLECOLARI

Al fine di valutare la variabilità genetica degli isolati di *A. flavus* provenienti da granella di mais e da terreno, un'analisi di popolazione è stata condotta tramite *fingerprinting* con l'ausilio del primer M13.

Il DNA genomico dei 66 isolati provenienti sia da granella che da terreno, precedentemente estratti col metodo CTAB, è stato amplificato tramite PCR, per ottenere profili elettroforetici da analizzare sulla base delle differenze nella presenza/assenza delle bande..

Una prima analisi dei profili elettroforetici è stata effettuata utilizzando 5 isolati di *A. flavus* provenienti da semi di sorgo trattati con l'agente di controllo biologico (*A. flavus* AF-X1, non tossigeno) e, come atteso, i profili sono risultati identici al controllo AF-X1 (**Figura 10**).

La presenza di un profilo caratteristico per *A. flavus* AF-X1 è risultato essere di notevole utilità in quanto ha permesso di monitorare la presenza dell'agente di biocontrollo in tutti i campioni analizzati.

Per quanto concerne gli isolati ottenuti durante questo studio, tutti i profili elettroforetici hanno mostrato bande di lunghezza variabile dalle 410 alle 1950 bp. Inoltre, sia gli isolati tossigeni (**Figura 11**) che quelli non tossigeni (**Figura 12**) presentano una banda monomorfica della lunghezza di 870 bp circa.

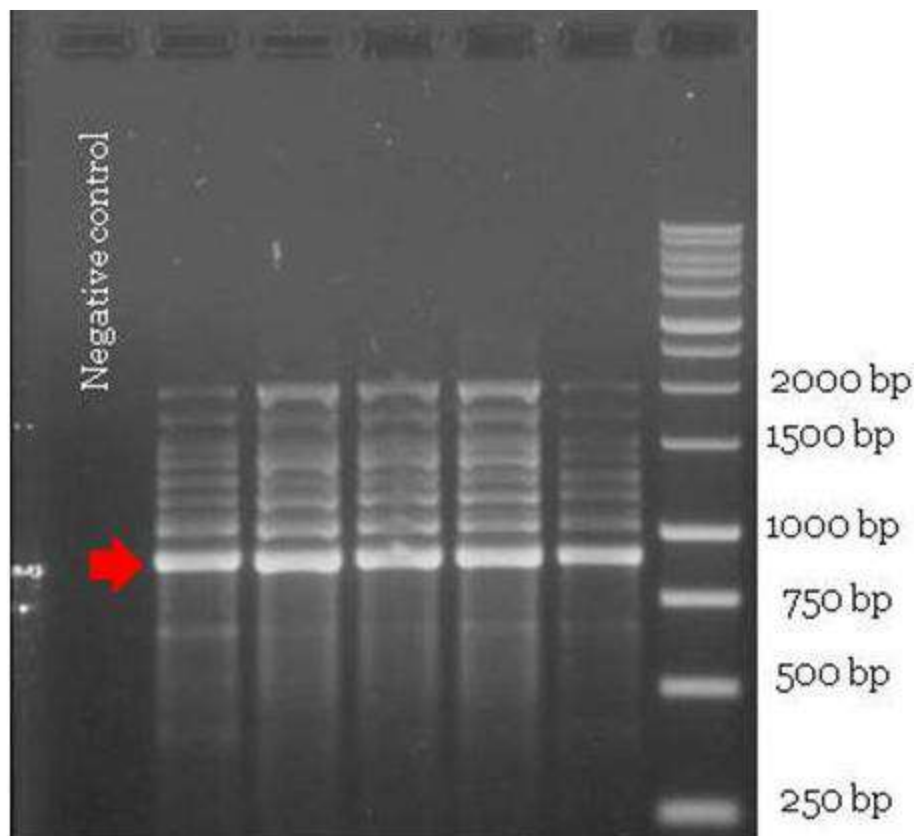


Figura 10 Elettroforesi dei prodotti di PCR ottenuti attraverso il primer M13 su 5 isolati di *A. flavus* provenienti da semi di sorgo trattati con il prodotto biologico AF-X1. La freccia rossa indica la banda monomorfica di 870 bp comune a tutti gli isolati ottenuti in questo lavoro. Come atteso, i profili risultano identici per tutti gli isolati trattati con AF-X1. Marker = 1 kb DNA Ladder (Promega).

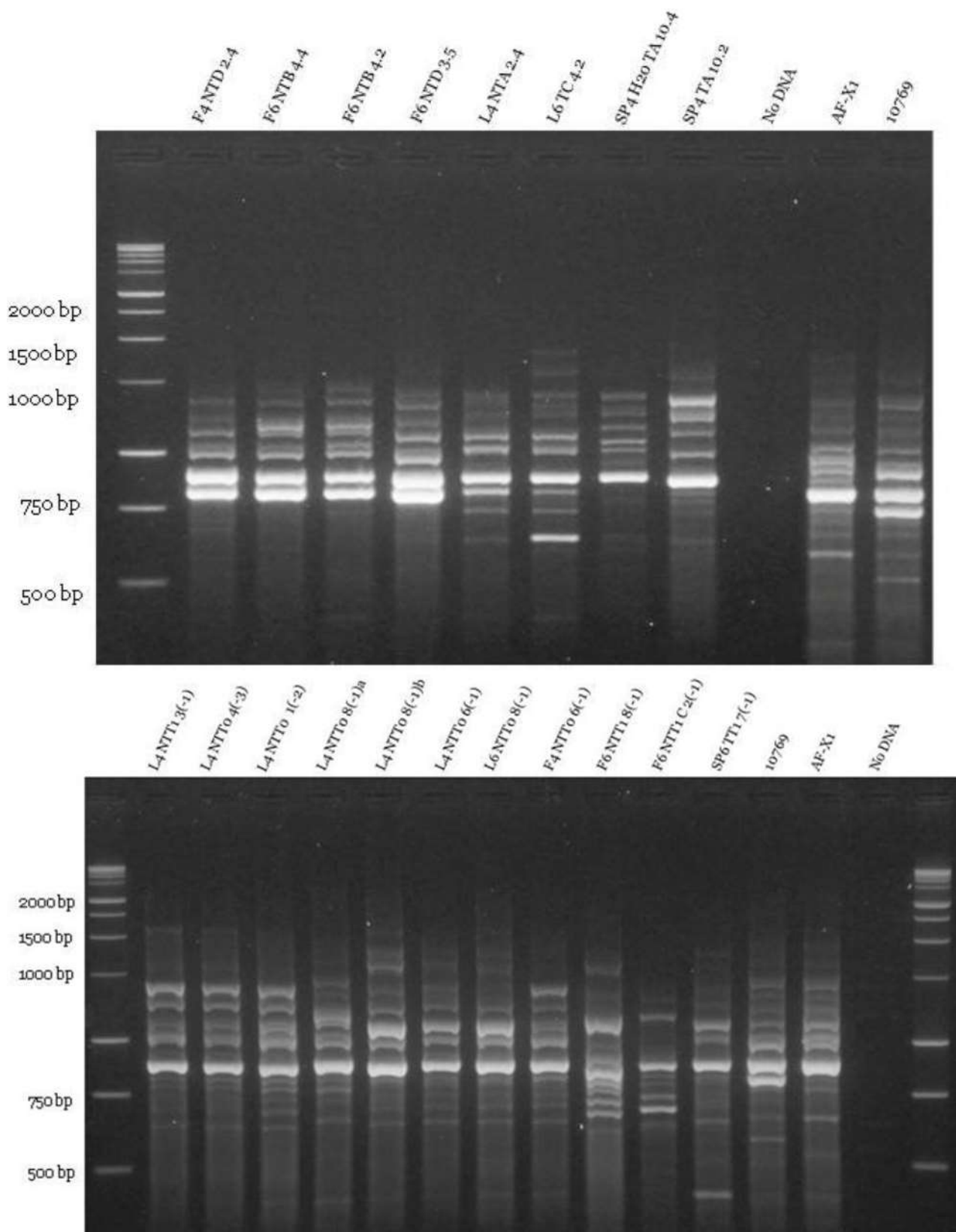


Figura 11 Elettroforesi dei prodotti di PCR ottenuti attraverso il primer M13 sugli isolati di *A. flavus* tossigeni derivanti dalle località di San Piero a Grado (PI), Fauglia (PI) e Capannori (LU). Marker = 1 kb DNA Ladder (Promega).

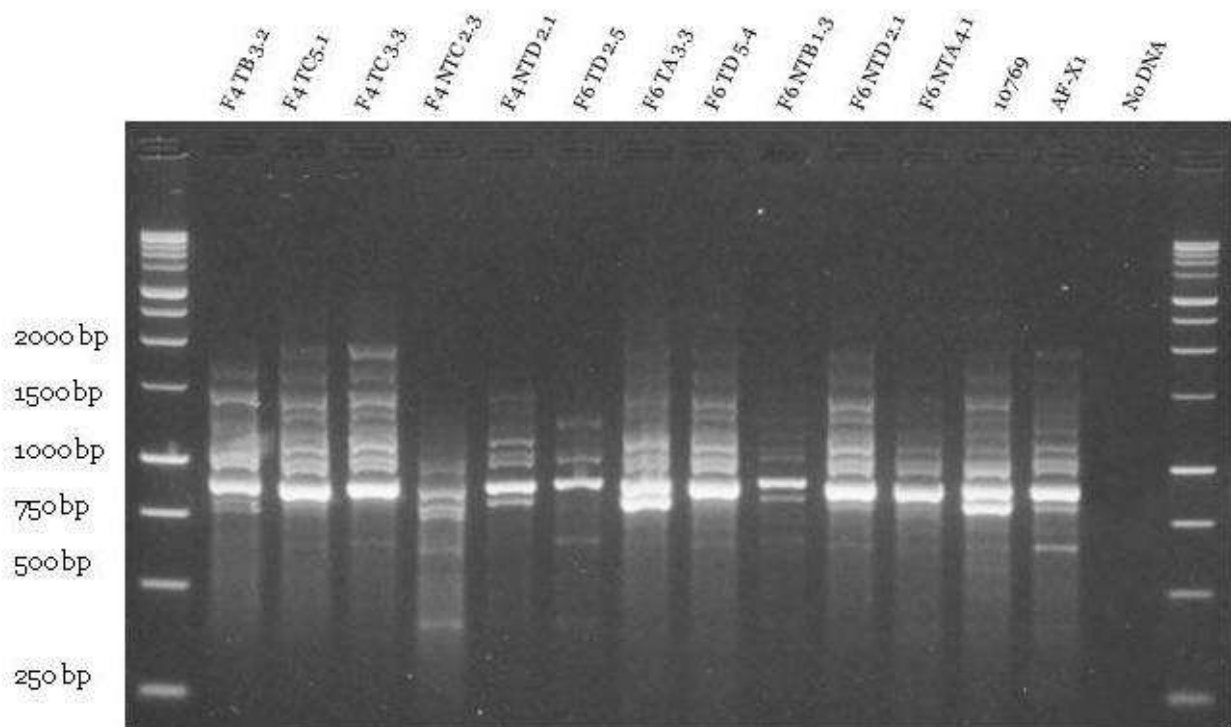


Figura 12 Elettroforesi dei prodotti di PCR ottenuti attraverso il primer M13 su tutti gli isolati di *A. flavus* non tossigeni isolati da granella di mais in località Fauglia (PI). Marker = 1 kb DNA Ladder (Promega).

Dall'analisi cluster dei profili elettroforetici emerge una grande variabilità genetica sia per quanto riguarda gli isolati tossigeni che per quelli non tossigeni, che sono la maggioranza dei campioni analizzati. Inoltre, osservando i profili elettroforetici da terreno, e comparandoli con quelli risultanti da granella di mais, emerge una maggiore variabilità dei primi, in accordo con quanto già riportato in letteratura

È inoltre interessante notare che il profilo tipico dell'agente di biocontrollo AF-X1 (**Figura 13**) si ritrova, con frequenza variabile, in tutte e tre le località analizzate, sia nei campioni di terreno che in quelli da granella di mais. Da questo lavoro è infatti emerso che il primer M13 è in grado di distinguere efficacemente l'agente di biocontrollo dagli altri ceppi di *A. flavus*, permettendo un rapido *screening* della sua presenza e conseguentemente verificandone la competitività in campo.

CONCLUSIONI

Le annate agrarie del 2002 e del 2012, quando una parte importante della produzione maidicola nazionale risultò contaminata da Aflatossine, sono ancora nella memoria di tutti. La presenza, oltre i limiti di legge, di queste micotossine generò sgomento ed obbligò i produttori a trovare, per il mais contaminato, impieghi alternativi che consentissero di limitare i danni. Ma la problematica micotossine, non è limitata solo ad annate particolari, ma si ripresenta ogni anno, anche se con gravità diversa. Le aflatossine sono prodotte da funghi, quali *Aspergillus flavus*, che abitano normalmente nel terreno, ma che solo in presenza di condizioni di stress della pianta, sono in grado di attaccarla.

L' Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, ha classificato l' Aflatossina B1, una delle 5 aflatossine più frequentemente ritrovate nel mais, nel Gruppo 1 "agente cancerogeno per l'uomo". Per questo motivo, e per la loro ricorrente presenza nelle coltivazioni di mais, il Ministero delle Politiche agricole alimentari e forestali ha emanato delle Linee guida per il Controllo delle micotossine nella granella di mais e di frumento, mentre il Ministero della Sanità attua, ogni anno, un Piano nazionale di controllo ufficiale delle micotossine negli alimenti. Le Linee guida sono indicazioni tecniche volte a ridurre la probabilità di incorrere in elevate contaminazioni da micotossine, e, tra le indicazioni è espressamente ricordato che "Non esistono trattamenti fungicidi specifici per il controllo di *A. flavus*. I trattamenti fungicidi per il controllo delle malattie fogliari non esercitano azioni sulle muffe tossigene se applicati entro la fine della fioritura".

Con queste premesse, è stato finanziato il Progetto Integrato di Filiera "G.I.R.A. PER LA PIANA LUCCHESI" la cui sotto-misura 16.2 aveva, come primo obiettivo, quello di "Sviluppare protocolli di Gestione del Rischio Fitosanitario in fase di coltivazione basati sull'adozione di metodi a basso impatto ambientale e compatibili con i sistemi di agricoltura biologica e integrata". L'obiettivo è stato centrato con uno dei due metodi provati, vale a dire l'impiego del prodotto AFX1 ha consentito di ridurre drasticamente la presenza di *Aspergillus* aflatossigeni nella granella di mais, con conseguente riduzione della presenza di aflatossina B1. AFX1 è un prodotto per la difesa del mais il cui principio attivo è un ceppo di *Aspergillus flavus* non micotossigeno isolato in Italia, rispondente, perciò, a due requisiti fondamentali in relazione alla sostenibilità ambientale: è un prodotto naturale (non chimico) ed il microrganismo che costituisce il principio attivo non è un microrganismo "esotico". Questi risultati consentono di suggerire agli agricoltori Toscani l'inserimento dell'impiego dell'AFX1 nella gestione agronomica del mais, anche per colture biologiche, rappresentando uno strumento in più che perfettamente si integra con le linee guida emanate dal Ministero.

Attività legate al progetto

- Poster presentato al XXIII Convegno della Società Italiana di Patologia Vegetale, Piacenza 4-6 Ottobre 2017. Abstract pubblicato sul Journal of Plant Pathology, 99, S56.

TOXIGENIC AND NONTOXIGENIC *ASPERGILLUS FLAVUS* ISOLATES IN MAIZE FIELDS TREATED WITH THE BIOLOGICAL PRODUCT AF-X1: SOIL AND GRAIN COLONIZATION.

S. Pecchia¹, L. De Martino¹, R. Bosco¹, G. Puntoni¹, G. Ragolini², C. Tozzini², G. Vannacci¹

¹Università di Pisa, DISAAA-a, Via del Borghetto 80 - 56124 Pisa, Italy. ²Institute of Life Sciences, Scuola Superiore S. Anna, Via Santa Cecilia 3 - 56127 Pisa, Italy.

- Poster presentato al XXIV Convegno della Società Italiana di Patologia Vegetale, Ancona 4-7 Settembre 2018. Abstract pubblicato su *Journal of Plant Pathology*, 100, 643.

REDUCTION OF MYCOTOXIGENIC *ASPERGILLUS FLAVUS* INFECTION AND AFLATOXIN CONTAMINATION IN MAIZE TREATED WITH THE BIOLOGICAL PRODUCT AF-X1: SECOND YEAR OF FIELD TRIALS

S. Pecchia¹, L. De Martino¹, A. Civello¹, G. Puntoni¹, A. Serra¹, E. Bulleri¹, G. Ragaglini², C. Tozzini², G. Vannacci¹

¹*Università di Pisa, DISAAA-a, Via del Borghetto 80 - 56124 Pisa, Italy.* ²*Institute of Life Sciences, Scuola Superiore S. Anna, Via Santa Cecilia 3 - 56127 Pisa, Italy.*

- Tesi di Laurea Magistrale in Biosicurezza e Qualità degli Alimenti, Anno Accademico 2016/2017, Università di Pisa. Candidato: Roberta Bosco. Relatore: Dott.ssa Susanna Pecchia. Correlatore: Prof. Andrea Serra. Indagini sulla presenza di isolati tossigeni e non tossigeni di *Aspergillus flavus* in colture di mais trattate con il prodotto biologico AF-X1.
- Tesi di Laurea Magistrale in Biotecnologie Vegetali e Microbiche, Anno Accademico 2016/2017, Università di Pisa. Candidato: Roberta Colancecco. Relatore: Dott.ssa Susanna Pecchia. Correlatore: Prof.ssa Lucia Natali. Diversity of *Aspergillus flavus* isolates from corn and soil in three different Tuscany areas treated with the biological product AF-X1.
- Tesi di Laurea Magistrale in Biotecnologie Vegetali e Microbiche, Anno Accademico 2017/2018, Università di Pisa. Candidato: Alessandra Civello. Relatore: Dott.ssa Susanna Pecchia. Correlatore: Prof. Andrea Serra. Reduction of toxigenic *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination in maize treated with the biological product AF-X1.

Allegato 2



Progetto di cooperazione e innovazione in agricoltura
"G.I.R.A. - Gestione Integrata Rischio Aflatossine"
del PIF **"G.I.R.A. per la Piana Lucchese"**

RELAZIONE FINALE

PARTNER Istituto di Scienze della vita Scuola Superiore Sant'Anna (A 18.1)

Responsabile Scientifico: Dott. Giorgio Ragagnini

Gruppo di ricerca: Dott. Cristiano Tozzini, Dott. Fabio Taccini, Dott.ssa Tiziana Sabbatini, Dott. Federico Dragoni, Dott.ssa Nicoletta Nassi o Di Nasso, Dott. Alberto Mantino, Dott. Andrea De Angeli, Dott.ssa Simona Bosco, Dott.ssa Margherita De Peppo

Responsabile Tecnico Amministrativo: Dott.ssa Simona Galeazzi

Pisa, 10/10/2018

Giorgio Ragagnini

Sommario

Azione 3: Gestione agronomica della prova parcellare e analisi dei risultati delle prove agronomiche presso aziende agricole	3
3.1: Prova parcellare 2016	3
3.2: Prove parcellari 2017 e 2018	8
3.3 Gestione delle prove di campo presso le aziende agricole.....	12
Azione 6: Acquisizione di immagini telerilevate per l'implementazione del DSS	18
6.1 Immagini satellitari Landsat.....	18
6.1.1 Cenni sul telerilevamento.....	18
6.1.2 Missione Landsat	21
6.2 Metodo di elaborazione del dato ottico multispettrale.....	22
6.2.1 Pre-processamento	23
6.2.2 Processamento e calcolo dell'indice vegetazionale NDVI	24
6.3 Risultati	26
6.3.1 Andamento del NDVI in relazione alla pratica colturale.....	26
6.3.2 Andamento del NDVI in funzione delle principali variabili meteorologiche.....	29
6.3.3 Andamento del NDVI in rapporto alle rese produttive.....	34
6.4 Considerazioni dell'impiego del drone	38
Azione 7: Uso di O ₃ per la decontaminazione della granella di mais da aflatossine.....	41
7.1 - Installazione e collaudo del dispositivo per il trattamento della granella con ozono	41
7.1.1 – Premesse tecnologiche	41
7.1.2 - Realizzazione e collaudo del sistema pilota	43
7.2 - Prove di decontaminazione con ozono	46
7.2.1 – Prove di decontaminazione di granella di mais a diversi livelli di intensità di trattamento	46
7.2.2 – Trattamento di granella di mais per le prove di alimentazione animale	52

Azione 3: Gestione agronomica della prova parcellare e analisi dei risultati delle prove agronomiche presso aziende agricole

3.1: Prova parcellare 2016

Per supportare la realizzazione dell'*AZIONE 2* che prevede l'attuazione e la verifica dell'efficacia di protocolli tecnici per il contenimento del Rischio di Contaminazione da aflatossine (AF), una prova a scala parcellare è stata realizzata presso il Centro di Ricerche Agro-Ambientali "Enrico Avanzi" dell'Università di Pisa. Tale prova ha previsto la valutazione, su due diversi ibridi di mais (FAO 400 e FAO 600), coltivati in assenza di irrigazione, di due Sistemi di Gestione del Rischio Fitosanitario (SGF) a basso impatto ambientale, basati l'uno sull'impiego di un ceppo atossigeno di *Aspergillus flavus* (SGF_AFX1) e l'altro sull'impiego di acqua elettrolizzata (SGF_EW). Queste due strategie sono a loro volta state confrontate con un sistema di controllo (SC) in cui non era previsto alcun tipo di trattamento (Figura 3.1).

Nel dettaglio, AF-X1 è una soluzione biologica per ridurre il contenuto di aflatossine nel mais ed evitare le problematiche sanitarie e commerciali legate alla presenza di questa tossina.

Il suo principio attivo, l'esclusivo *Aspergillus flavus* MUCL54911, a differenza della maggior parte di quelli presenti nell'ambiente, non produce tossine pur essendo estremamente competitivo e vitale, cioè in grado di svilupparsi più in fretta degli altri *Aspergilli*. Una volta distribuiti e insediati sulla coltura, gli *Aspergilli* di AF-X1 agiscono come antagonisti dei ceppi che producono aflatossina, impedendo loro di colonizzare e contaminare le spighe. In questo modo, il trattamento permette di ridurre il rischio che l'infezione della pianta si traduca nello sviluppo di alti livelli di aflatossina. I tempi e le dosi di somministrazione dei trattamenti SGF_AFX1 e SGF_EW sono riportati in dettaglio in Tabella 3.1.

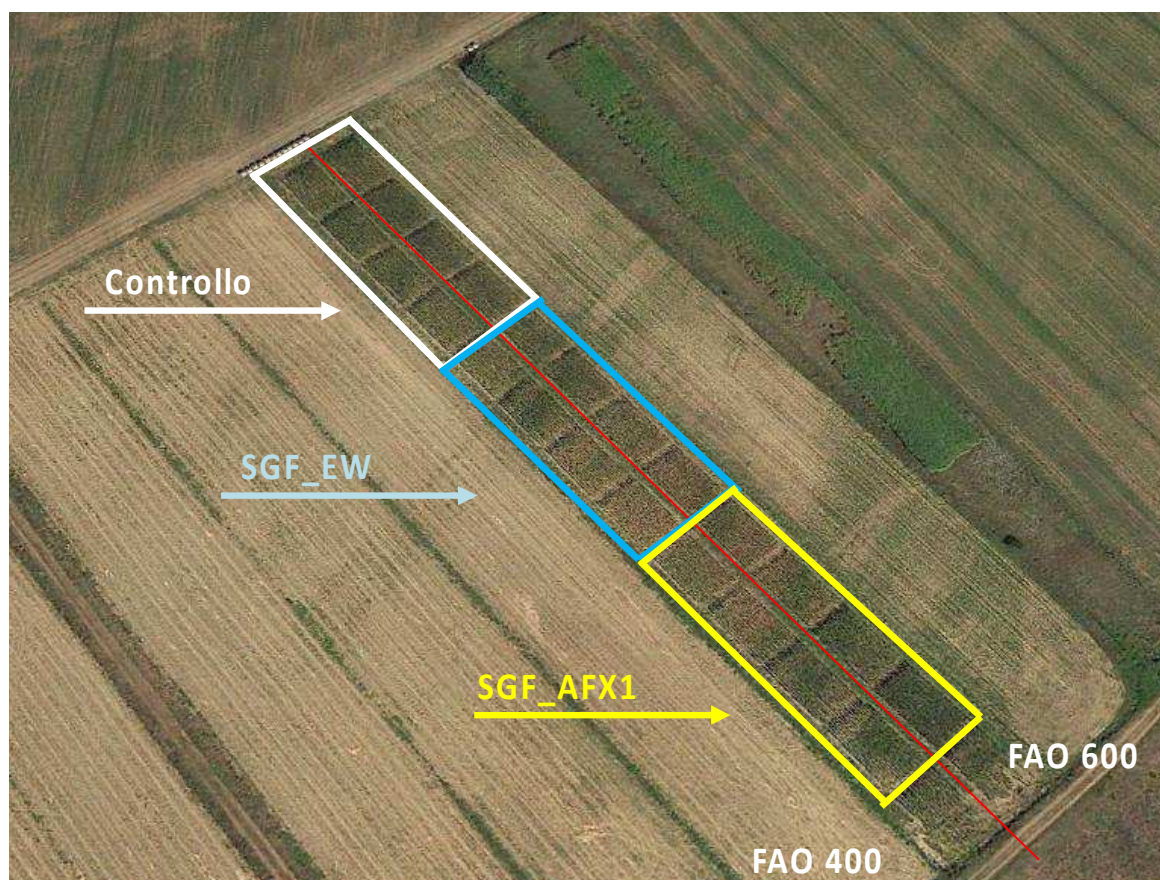


Figura 3.1 - Schema della prova sperimentale realizzata presso CIRAA nella stagione di crescita 2016

Tabella 3.1 - Dosi e tempi di somministrazione per i due trattamenti SGF_AFX1 e SGF_EW.

Trattamento	Tempo	Dose
SGF_AFX1	ca. 30 giorni dalla semina	25 kg di p.a per ettaro
SGF_EW	ca. 30 giorni dalla semina	Acqua elettrolizzata + KCl (ipoclorito di potassio al 4%)
	ca. 50 giorni dalla semina	
	ca. 60 giorni dalla semina	

Invece l'altro trattamento, SGF_EW, ha previsto l'impiego di acque elettrolizzate a base di ipoclorito di potassio che, come già dimostrato dai numerosi studi, si prestano ad impieghi nei settori in cui è sempre più importante la necessità di ottenere prodotti con migliori rese qualitative, a residuo zero, secondo tecniche produttive sostenibili e sicure per produttori e consumatori. In particolare per il mais questa soluzione tecnica può contribuire a ridurre i rischi di contaminazione della granella da

micotossine e aumentare la percentuale di prodotto sano in fase di raccolta e post raccolta, garantendo allo stesso tempo, un impatto sull'ambiente e sulla sanità del prodotto decisamente ridotto.

Figura 3.2 – Immagine e specifiche tecniche del macchinario utilizzato per la produzione di acqua elettrolizzata.



Modello:	EVA 100 mod. 34000087
Capacità Produzione:	circa 100 litri di soluzione in acqua a circa 4 g/l di cloro attivo equivalente, con 2 ore di ciclo operativo
Concentrazione di cloro attivo:	circa 0.4 % (4.000 ppm)
Connessione elettrica:	220-230 VAC, 50-60 Hz, singola fase, terra, 16A
Temperatura ambiente:	min 5°C, max 40°C
Umidità relative ambiente:	max 95% (senza condensa)
Altitudine:	0-2000 m sopra livello del mare
Consumo di sale:	1,5 kg di KCl per ciclo
Consumo di acqua:	Circa 100 l per ciclo
Temperatura acqua di processo:	< 30°C
Potenza impiegata	circa 3 kWh
Ingombri:	82 cm x 55 cm x 150 cm (LxPxH)
Peso:	circa 93 Kg (vuota), circa 193 Kg (piena)
Livello di pressione sonora:	< 72 dB(A) a 1 m di distanza
Vibrazioni:	Praticamente assenti
L'unità è predisposta per un utilizzo stazionario; non è utilizzabile in movimento.	

La prova è stata condotta su un terreno limo-sabbioso le cui principali caratteristiche chimico fisiche sono riportate in Tabella 3.2.

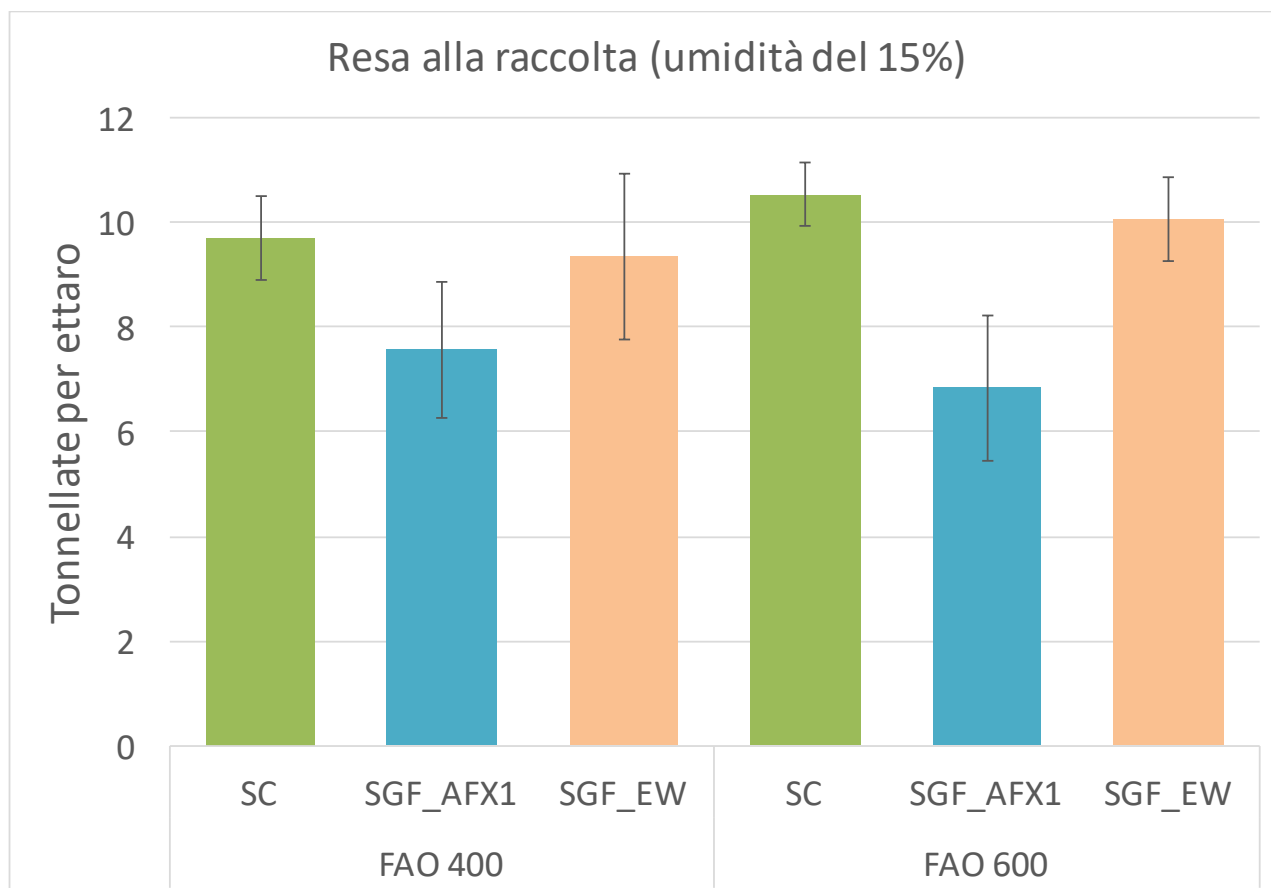
Tabella 3.2 – Caratteristiche chimico fisiche del suolo della prova parcellare 2016

Sabbia (2 - 0.05 mm; %)	44,1
Limo (0.05 - 0.002 mm; %)	29,3
Argilla (< 0.002 mm; %)	26,6
pH	8,3
Sostanza organica (%)	1,2
Azoto totale (g kg ⁻¹)	1,2
Fosforo assimilabile (mg kg ⁻¹)	13,0

La coltura è stata gestita, seguendo l'itinerario tecnico riportato in Tabella 3.3; la Figura 3.3 riporta, invece, i principali risultati relativi alla resa granellare alla raccolta per la stagione 2016.

Tabella 3.3 - operazioni colturali e mezzi tecnici impiegati per la realizzazione della prova parcellare di mais condotta presso il CIRAA (località San Piero a Grado, PI; 43°40'6.7'' N, 10°18'33.5''E) durante la stagione 2016.

		2016
Operazione colturale	Mezzi tecnici	Data di esecuzione
Aratura	-	15/01/16
Diserbo pre semina	3 kg ha ⁻¹ di Roundup (glifosate)	16/01/16
Erpicatura	-	18/01/16
Concimazione di fondo	500 kg ha ⁻¹ 8-24-24 e 200 kg ha ⁻¹ urea	20/05/16
Semina+trattamento insetticida	sesto d'impianto 19 cm x 75, 10 kg ha ⁻¹ di Trika Expert (lambda-cialotrina)	09/06/16
Diserbo Pre-Emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Bismark (clomazone + pendimetalin)	10/06/16
Distribuzione AFX 1	25 kg ha ⁻¹	05/07/16
Diserbo post-Emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Adengo (thiencarbazone-methyl+isoxaflutolo+cyprosulfamide)	09/07/16
Sarchiatura concimazione	con 350 kg ha ⁻¹ urea	16/07/16
Raccolta	-	16/09/16



*Figura 3.3 – Resa granellare (ad umidità del 15%) alla raccolta nella prova parcellare 2016 per i tre diversi Sistemi di Gestione del Rischio Fitosanitario: (i) sistema di controllo (SC), (ii) impiego di un ceppo atossigeno di *Aspergillus flavus* (SGF_AFX1), (iii) impiego di acqua elettrolizzata (SGF_EW).*

La resa granellare media in condizioni di asciutta è stata pari a $7,8 \text{ t ha}^{-1}$. Per entrambi gli ibridi la resa più elevata è stata osservata in SC con valori intorno alle 10 tonnellate. In più, si è verificata una diminuzione rispetto al controllo pari al 25% nel sistema SGF_AFX1 e solo del 4% nel SCF_EW. Tuttavia è importante sottolineare due aspetti che i risultati qui riportati sono puramente agronomici e non tengono in considerazione dei livelli di infezione registrati e valutati nell'*AZIONE 2*. Questi risultati non consentono di escludere con certezza che i trattamenti in questione abbiano degli effetti sulla resa produttiva, che tuttavia i) non sono stati documentati in precedenti studi in materia e ii) non sono stati riscontrati effetti simili di AFX1 nelle prove aziendali in pieno campo (vedi *AZIONE 4*).

3.2: Prove parcellari 2017 e 2018

Purtroppo, nella stagione 2017 non è stato possibile portare avanti questa attività per via delle condizioni di siccità estrema verificatesi nella primavera-estate (vedi Tabella 4), che hanno compromesso il regolare svolgimento della prova (coordinate 43°39'59.3'' N, 10°18'33.6'' E). Infatti, la percentuale di piante emerse a tre settimane dalla semina era inferiore al 35%, il che ha portato ad interrompere la prova. Per questo motivo, al fine di ottenere conferma o smentita dei risultati produttivi osservati nel 2016, una nuova prova parcellare è stata allestita e monitorata presso CIRAA nel corso dell'anno 2018 (coordinate 43°41'7.3'' N, 10°20'32.6'' E; Tabelle 5 e 6).

Tabella 3.4 – Dati meteo (precipitazioni e temperature massime, minime e medie in °C) registrati presso il CIRAA (località San Piero a Grado, PI) nel periodo gennaio-settembre degli anni 2016-2017 e gennaio-agosto del 2018., confrontati con dati registrati nel lungo periodo (1986-2013).

mese	2016				2017				2018				P lungo periodo	Giorni $T_{max} > 30^{\circ}C$ l. per.
	P	T_{max}	T_{min}	T_{med}	P	T_{max}	T_{min}	T_{med}	P	T_{max}	T_{min}	T_{med}		
gen	144.4	12.2	2.0	7.1	35.8	10.4	0.3	5.3	62.8	13.9	5.4	9.7	70.9	0
feb	218.0	14.1	6.3	10.2	88.6	14.3	3.7	9.0	87.6	10.2	2.2	6.2	51.8	0
mar	47.6	15.8	5.6	10.7	46.6	17.3	6.5	11.9	232.0	13.6	4.6	9.1	52.4	0
apr	61.0	20.4	9.2	14.8	20.0	19.1	7.7	13.4	69.0	21.2	9.1	15.2	81.5	0
mag	69.2	21.9	12.3	17.1	23.2	23.3	12.2	17.8	107.6	23.1	13.5	18.3	59.4	1
giu	124.6	25.6	16.4	21.0	25.6	28.7	17.1	22.9	16.2	27.1	16.0	21.6	47.3	7
lug	2.8	29.8	18.0	23.9	0.2	30.0	17.3	23.6	65.0	29.5	18.6	24.1	24	15
ago	3.2	29.5	17.2	23.3	3.6	31.8	16.9	24.4	4.4	31.7	18.6	25.2	34	15
set	104.8	26.9	15.3	21.1	258.8	23.6	13.4	18.5	-	-	-	-	99.9	2

pp.p Precipitazioni mensili < 70% delle precipitazioni medie di lungo periodo

Da 0 a 5 giorni con temperatura massima > 30°C

Da 5 a 10 giorni con temperatura massima > 30°C

Da 10 a 15 giorni con temperatura massima > 30°C

Da 15 a 20 giorni con temperatura massima > 30°C

Oltre 20 giorni con temperatura massima > 30°C

Tabella 3.5 – Caratteristiche chimico fisiche del suolo delle prove parcellari 2017 e 2018

	2017	2018
Sabbia (2 - 0.05 mm; %)	34,9	38,4
Limo (0.05 - 0.002 mm; %)	37,8	42,2
Argilla (< 0.002 mm; %)	27,3	19,4
pH	8,0	8,1
Sostanza organica (%)	2,2	2,5
Azoto totale (g kg ⁻¹)	1,6	1,8
Fosforo assimilabile (mg kg ⁻¹)	8,7	8,3

Tabella 3.6 - Operazioni colturali e mezzi tecnici impiegati per la realizzazione della prova parcellare di mais condotta presso il CIRAA durante la stagione 2018 (=solo campionamento).*

		2018
Operazione colturale	Mezzi tecnici	Data di esecuzione
Aratura (30 cm)	-	02/05/18
Concimazione di fondo	400 kg ha ⁻¹ 8-24-24 e 200 kg ha ⁻¹ urea	24/05/18
Semina	sesto d'impianto 19 cm x 75	28/05/18
Diserbo post-Emergenza	Nifuron (nicosulfuron) 1.5 l ha ⁻¹ +Aric 480 LS (dicamba) 0.5 l ha ⁻¹	28/06/18
Sarchiatura con concimazione	300 kg ha ⁻¹ urea	02/07/18
Distribuzione AFX 1	25 kg ha ⁻¹	17/07/18
Raccolta	-	05/09/18*

I risultati della prova parcellare del 2018 (Figura 3.4) mostrano come le due varietà abbiano rese medie leggermente diverse (come da attese, la varietà a ciclo più lungo supera di poco quella a ciclo più breve), rispettivamente di 7.6 e 8.9 t ha⁻¹ di granella al 15% di umidità. Tuttavia, le differenze tra

i diversi trattamenti non consentono di indicare con chiarezza degli effetti di AFX e dell'acqua elettrolizzata sulle rese in granella, che non appaiono significativamente variate rispetto ai due controlli. La produttività non appare significativamente influenzata dalla strategia di controllo delle aflatossine

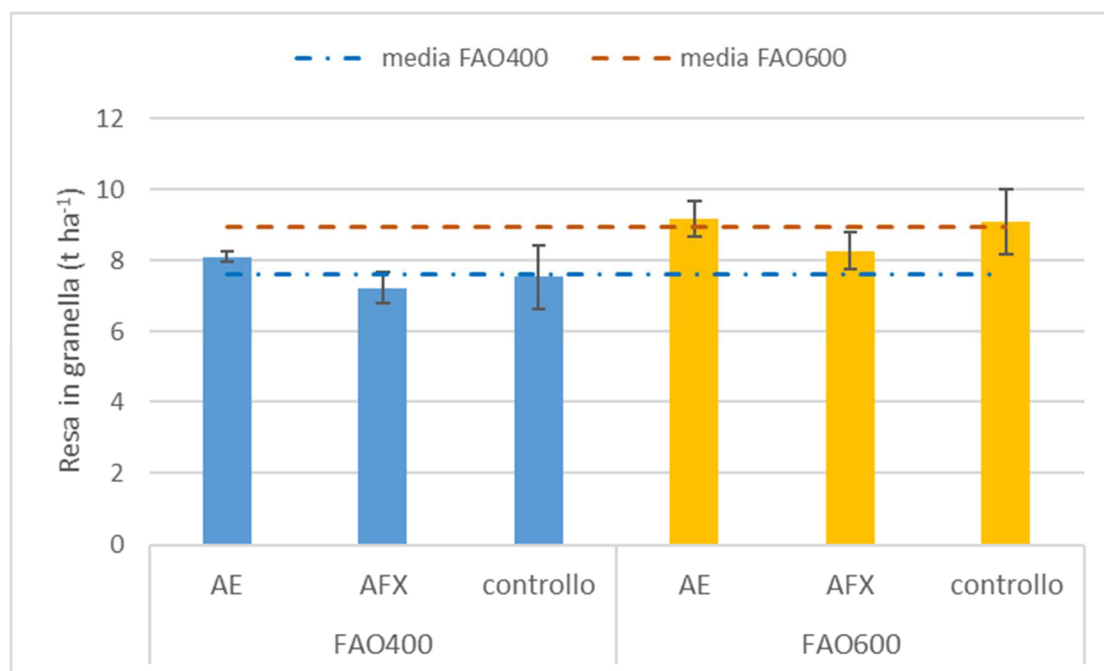


Figura 3.4 – Resa granellare alla raccolta (ad umidità del 15%) nella prova parcellare 2018 per i tre diversi Sistemi di Gestione del Rischio Fitosanitario: (i) sistema di controllo, (ii) impiego di un ceppo atossigeno di *Aspergillus flavus* (AFX), (iii) impiego di acqua elettrolizzata (AE).



Figura 3.5 – Localizzazione delle prove parcellari presso CIRAA negli anni 2016, 2017 e 2018.

I suoli impegnati nella realizzazione delle prove nei tre anni hanno caratteristiche tessiturali simili, tra il franco ed il franco-argilloso negli anni 2016 e 2017 e spiccatamente franco nel 2018, con dotazione di azoto totale compresa tra 1.2 e 1.8‰ e di fosforo assimilabile attorno a 10 ppm (vedi Tabelle 3.2 e 3.5). La localizzazione delle prove parcellari presso CIRAA nei tre anni di progetto è riportata in Figura 3.5.

3.3 Gestione delle prove di campo presso le aziende agricole

Come previsto dall'AZIONE 4, per le annate 2016 e 2017 sono stati allestiti e monitorati dei campi prova presso 2 aziende agricole, incluse nella misura 16.2, dislocate nelle province di Pisa e Lucca:

1. L'Azienda Agricola Martello Nadia (Partner 7.1) con una superficie complessiva di circa ha 330, sita nei Comuni di Fauglia, Crespina, Lorenzana, Rosignano Marittimo.
2. Azienda Agricola Cassettari Alessandro (Partner 10.1), con sede a Capannori, ad indirizzo produttivo prevalentemente cerealicolo, con una superficie di circa 70 ettari.

Nei due anni, in ogni località sono state confrontate due varietà di mais (precoce, Pioneer P0837, FAO 400; tardiva, Pioneer F73, FAO 600) per una superficie complessiva di circa 2 ettari.

In ogni località e su entrambe le varietà è stato adottato, come nell'AZIONE 3, il Sistema di Gestione del rischio Fitosanitario SGF_AFX1, basato per l'appunto sull'uso di AFX1, confrontato con un controllo. Nell'AZIONE 4 non è stato invece applicato il trattamento con acqua elettrolizzata, in quanto la strumentazione per la sua produzione è ancora in fase prototipale e quindi non in grado di soddisfare i fabbisogni per trattamenti su superfici ampie come quelle aziendali.

La gestione degli appezzamenti è sintetizzata nelle Tabelle 3.7-3.10. Nelle stagioni 2016 e 2017 le prove sono state realizzate presso le due aziende sopra menzionate come mostrato rispettivamente nelle Figure 3.6 e 3.7.

Tabella 3.7 - Itinerario tecnico e date di esecuzione per la coltivazione di mais presso l'Azienda Agricola Martello Nadia nel 2016.

Operazione colturale	Note/Mezzi tecnici	Data di esecuzione	
		FAO 400	FAO 600
Aratura (30 cm)	-	20/09/15	20/09/15
Erpicatura 1	Vibrocoltivatore	15/01/16	15/01/16
Diserbo pre-semenza	3 kg ha ⁻¹ Roundup (glifosate)	25/03/16	25/03/16
Concimazione di fondo	500 kg ha ⁻¹ 8-24-24 e 200 kg ha ⁻¹ urea	15/04/16	28/04/16
Erpicatura 2	erpice rotante	16/04/16	29/04/16
Semina+trattamento insetticida	sesto d'impianto 19 cm x 75, 10 kg ha ⁻¹ di Trika Expert (lambda-cialotrina)	16/04/16	30/04/16
Diserbo pre-emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Bismark (clomazone+pendimetalin)	16/04/16	30/04/16
Diserbo post-Emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Adengo (thiencarbazone+methyl+isoxaflutolo+cyprosulfamide)	25/05/16	15/06/16
Sarchiatura+concimazione	350 kg ha ⁻¹ urea	01/06/16	20/06/16
Distribuzione AFX 1	25 kg ha ⁻¹	13/06/16	28/06/16
Raccolta	-	05/09/16	15/09/16

Tabella 3.8 - Itinerario tecnico e date di esecuzione per la coltivazione di mais presso l'Azienda Agricola Cassettari nel 2016.

Operazione colturale	Note/Mezzi tecnici	Data di esecuzione	
		FAO 400	FAO 600
Aratura (30 cm)	-	25/04/16	25/04/16
Concimazione di fondo	500 kg ha ⁻¹ 8-24-24 e 200 kg ha ⁻¹ urea	27/04/16	27/04/16
Erpicatura	erpice rotante	28/04/16	28/04/16
Semina+trattamento insetticida	sesto d'impianto 19 cm x 75, 10 kg ha ⁻¹ di Trika Expert (lambda-cialotrina)	03/05/16	10/05/16
Diserbo pre-Emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Bismark (clomazone+pendimetalin)	03/05/16	10/05/16
Diserbo post-Emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Adengo (thiencarbazonemethyl+isoxaflutolo+cyprosulfamide)	10/06/16	17/06/16
Sarchiatura con concimazione	350 kg ha ⁻¹ urea	15/06/16	23/06/16
Distribuzione AFX 1	25 kg ha ⁻¹	25/06/16	01/07/16
Irrigazione 1	Per scorrimento	05/07/16	05/07/16
Irrigazione 2	Per scorrimento	20/07/16	20/07/16
Irrigazione 3	Per scorrimento	10/08/16	10/08/16
Raccolta	-	30/09/16	30/09/16

Tabella 3.9 - Itinerario tecnico e date di esecuzione per la coltivazione di mais presso l'Azienda Agricola Martello Nadia nel 2017.

Operazione colturale	Note/Mezzi tecnici	Data di esecuzione	
		FAO 400	FAO 600
Aratura (30 cm)	-	28/03/17	28/03/17
Concimazione di fondo	500 kg ha ⁻¹ 8-24-24 e 200 kg ha ⁻¹ urea	29/03/17	29/03/17
Erpicatura	erpice rotante	30/03/17	30/03/17
Semina+trattamento insetticida	sesto d'impianto 19 cm x 75, 10 kg ha ⁻¹ di Trika Expert (lambda-cialotrina)	03/04/17	03/04/17
Diserbo pre-Emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Bismark (clomazone+pendimetalin)	03/04/17	03/04/17
Diserbo post-Emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Adengo (thiencarbazonemethyl+isoxaflutolo+cyprosulfamide)	15/05/17	15/05/17
Sarchiatura con concimazione	350 kg ha ⁻¹ urea	10/06/17	10/06/17
Distribuzione AFX 1	25 kg ha ⁻¹	12/06/17	12/06/17

Tabella 3.10 - Itinerario tecnico e date di esecuzione per la coltivazione di mais presso l'Azienda Agricola Cassettari nel 2017.

Operazione colturale	Note/Mezzi tecnici	Data di esecuzione	
		FAO 400	FAO 600
Aratura (30 cm)	-	20/03/17	20/03/17
Concimazione di fondo	500 kg ha ⁻¹ 8-24-24 e 200 kg ha ⁻¹ urea	21/03/17	21/03/17
Erpicatura	erpice rotante	22/03/17	22/03/17
Semina+trattamento insetticida	sesto d'impianto 19 cm x 75, 10 kg ha ⁻¹ di Trika Expert (lambda-cialotrina)	23/03/17	23/03/17
Diserbo pre-Emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Bismark (clomazone+pendimetalin)	23/03/17	23/03/17
Diserbo post-Emergenza	1.5 litri ha ⁻¹ di Adengo (thiencarbazonomethyl+isoxaflutolo+cyprosulfamide)	15/04/17	15/04/17
Sarchiatura con concimazione	350 kg ha ⁻¹ urea	25/05/17	25/05/17
Distribuzione AFX 1	25 kg ha ⁻¹	01/06/17	01/06/17
Irrigazione 1	Per scorrimento	01/07/17	01/07/17
Irrigazione 2	Per scorrimento	20/07/17	20/07/17
Irrigazione 3	Per scorrimento	28/07/17	28/07/17
Irrigazione 4	Per scorrimento	15/08/17	15/08/17
Raccolta	-	22/09/17	22/09/17

La raccolta dei dati relativi alla produttività del mais ha messo in evidenza come i due areali scelti, ovvero quello di Crespina (PI) e quello di Capannori (LU), nonostante lo stesso tipo di gestione, siano caratterizzati da livelli produttivi alquanto diversi. In particolare, l'utilizzo dell'irrigazione nell'azienda di Capannori ha determinato produzioni alquanto soddisfacenti tra le 12 e le 16 t per ettaro, mentre nell'azienda di Crespina l'assenza di irrigazione e la localizzazione su terreni sciolti, quindi particolarmente drenanti, ha comportato il raggiungimento di livelli produttivi piuttosto modesti (5 t ha⁻¹) (Figura 3.8). Per quanto riguarda invece l'impiego dell'AFX1 questo non ha determinato alcuna variazione della resa rispetto al controllo. Durante la fase di raccolta, sono stati effettuati i campionamenti di granella da sottoporre ad analisi per verificare la presenza di tossine e degli aspergilli (AZIONE 2).

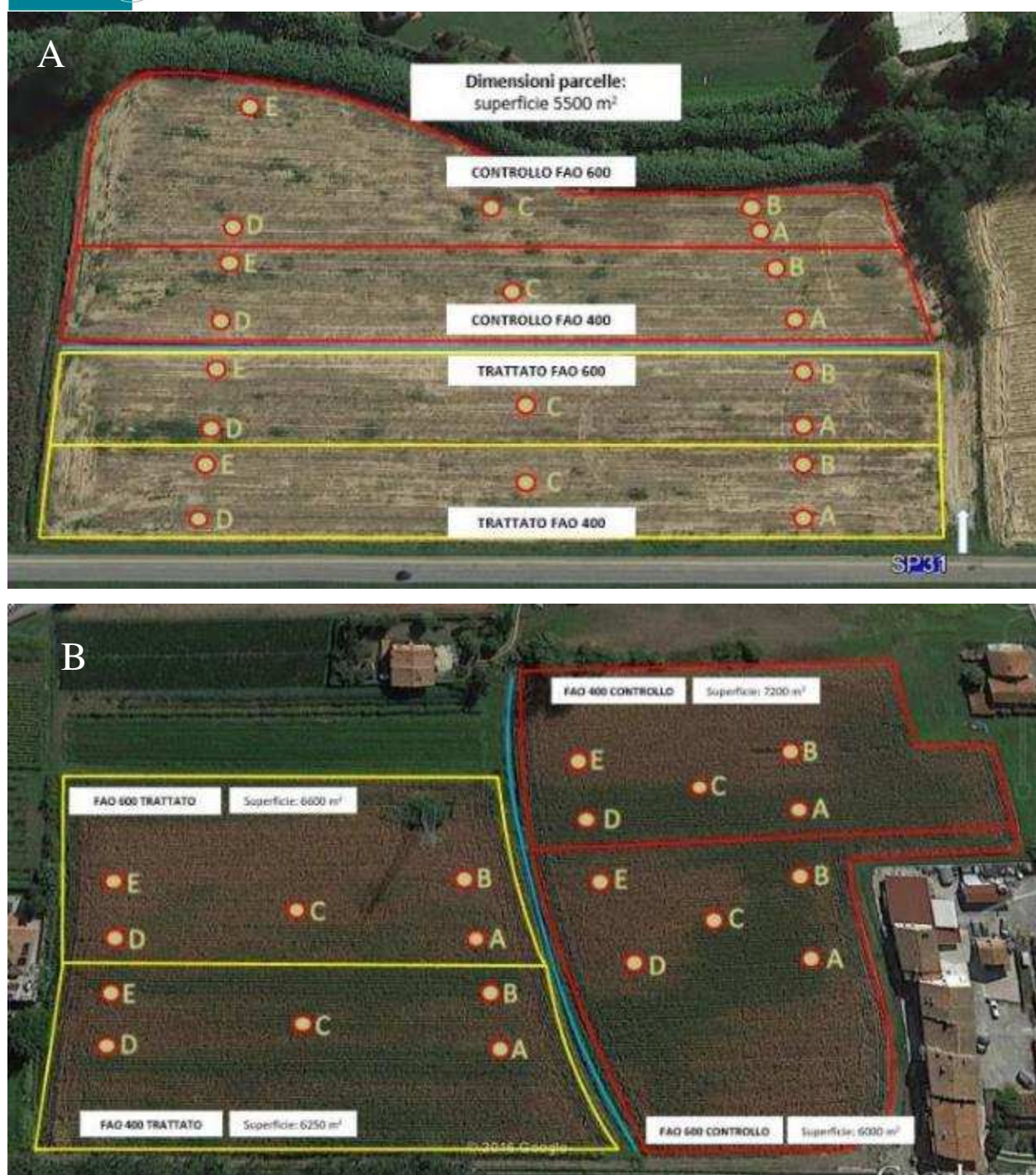


Figura 3.6 – Immagini satellitari degli appezzamenti in cui sono state realizzate le attività nel 2016, con evidenziate le superfici destinate a ciascun trattamento. A) Az. Agr. Martello Nadia ($43^{\circ}34'31.69''N$, $10^{\circ}32'6.33''E$); B) Az. Agr. Cassettari Alessandro ($43^{\circ}52'34.78''N$, $10^{\circ}33'33.19''E$).

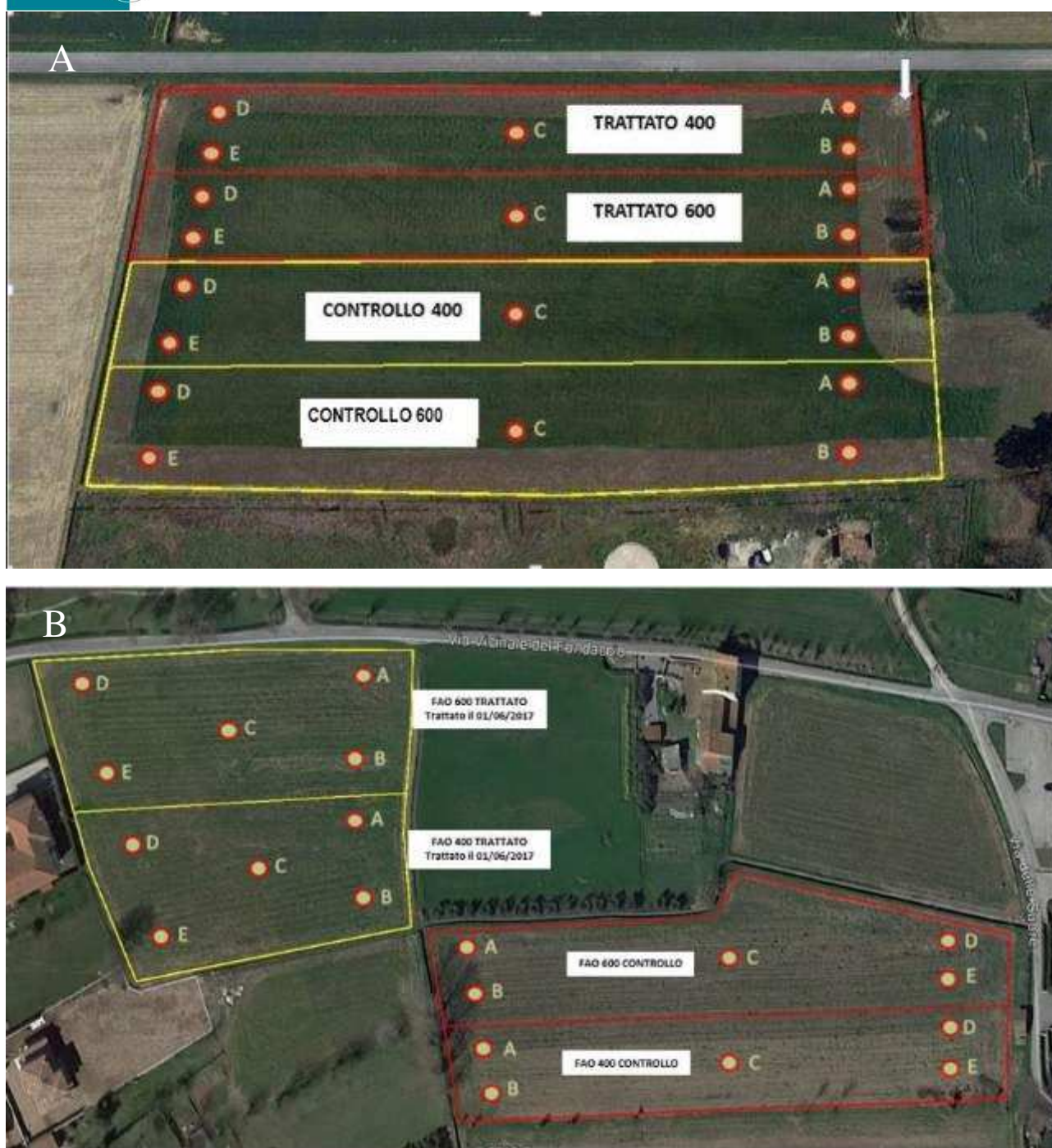


Figura 3.7 – Immagini satellitari degli appezzamenti in cui sono state realizzate le attività nel 2017, con evidenziate le superfici destinate a ciascun trattamento. A) Az. Agr. Martello Nadia ($43^{\circ}34'29.97''N$, $10^{\circ}32'1.11''E$); B) Az. Agr. Cassettari Alessandro ($43^{\circ}51'55.36''N$, $10^{\circ}33'22.32''E$).

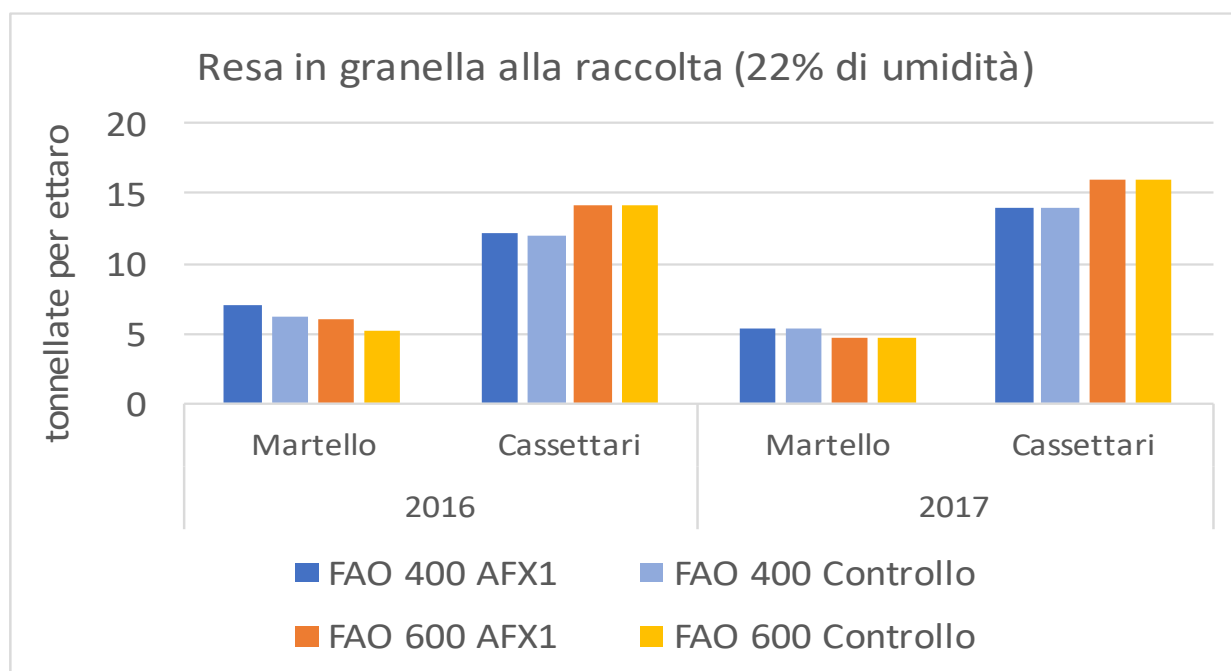


Figura 3.8 – Resa granellare ($t\ ha^{-1}$) di due ibridi di mais (FAO 400 e FAO 600) sottoposti a trattamento con AFX1 e in assenza di trattamento (controllo), nelle due aziende coinvolte nelle stagioni 2016 e 2017.

Azione 6: Acquisizione di immagini telerilevate per l'implementazione del DSS

Questa azione ha previsto l'impiego di immagini telerilevate mediante drone e piattaforma satellitare Landsat 8 per identificare le aree a rischio infezione da *Apergillus flavus*.

L'obiettivo principale di questa azione era la mappatura delle aree coltivate a mais a diversa densità vegetativa, in relazione alle scelte di gestione e alle condizioni metereologiche, poiché considerate fasi rappresentative per l'identificazione di potenziali stadi di vulnerabilità patologica a cui la coltura era soggetta. Quindi, in questo studio, l'utilizzo dell'indice vegetazionale NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) rappresenta un **proxy** per il monitoraggio e la gestione del mais in quanto indicativo di potenziali stati di stress legati a fattori connessi alla vulnerabilità della coltura.

6.1 Immagini satellitari Landsat

La procedura di studio, per l'elaborazione delle serie temporali delle varietà colturali FAO 400 e 600, ha previsto l'utilizzo di quattro tipologie di dati:

1. Le immagini multispettrali a media risoluzione Landsat 8 OLI
2. Le immagini multispettrali ad alta risoluzione acquisite da drone
3. Le informazioni relative alle pratiche di gestione
4. I dati metereologici

6.1.1 Cenni sul telerilevamento

Con il termine telerilevamento si intende il complesso di operazioni volte alla raccolta di informazioni qualitative e quantitative mediante misure elettromagnetiche effettuate sulla superficie terrestre e sui fenomeni ambientali ad essa correlate. La raccolta delle informazioni può avvenire per mezzo di **sensori passivi** e **attivi** (Fig.6.1), questi sono installati su piattaforme satellitari capaci di ottenere misure di tipo indiretto sulle caratteristiche elettromagnetiche della superficie in esame.

Queste due tipologie di sensori offrono l'opportunità di misurare la **radiazione emessa** (sensori attivi) e **riflessa** (sensori passivi) da oggetti attraverso le loro lunghezze d'onda λ .

Nello specifico in questo studio sono stati utilizzati prodotti provenienti da sensori passivi, ovvero strumenti in grado di ricevere e misurare l'intensità con cui è riflessa l'energia elettromagnetica proveniente dal Sole.

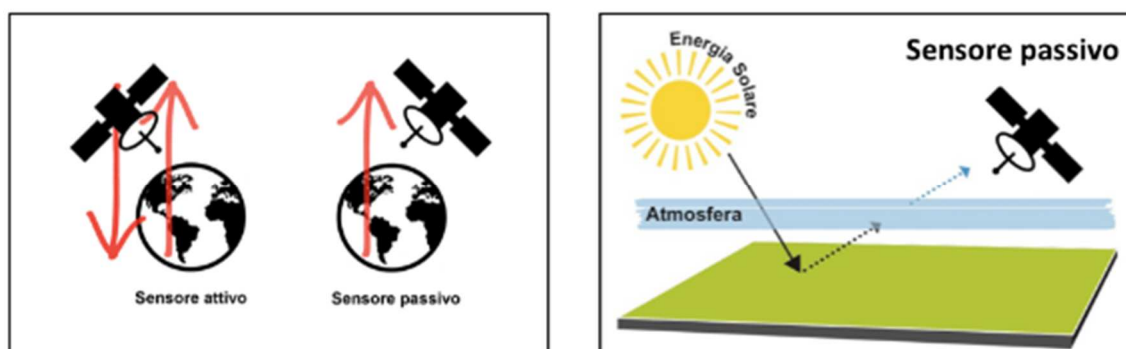


Fig.6.1 Sensori attivi e passivi

Il processo di riflessione avviene nel momento in cui un raggio luminoso cade su una certa superficie e viene diretto in un'altra direzione (Fig.6.1). In un primo momento la radiazione solare attraversa l'atmosfera: della radiazione incidente totale, parte viene riflessa verso l'alto, parte viene assorbita e riemessa, ed una parte viene diffusa. Quello che fanno i sensori passivi è registrare la porzione di radiazione riflessa (**Riflettanza**) dalle superfici rispetto alla radiazione totale incidente.

L'insieme delle radiazioni elettromagnetiche costituisce lo spettro elettromagnetico, in cui le radiazioni sono onde elettromagnetiche caratterizzate da una lunghezza d'onda λ e da una frequenza come da figura 6.2.

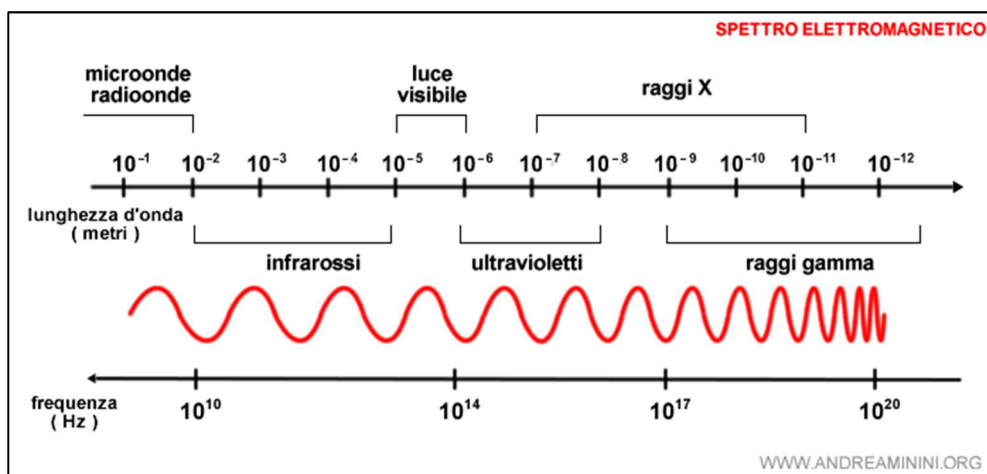


Fig.6.2 Regioni dello spettro elettromagnetico

Di conseguenza, un aspetto fondamentale del telerilevamento passivo è la capacità di analizzare il maggior numero possibile di superfici (suolo, vegetazione, acqua ecc.) presenti su un dato territorio. In questo senso, per ogni corpo sulla superficie terrestre può essere stabilita la firma spettrale, che mostra la frazione della radiazione incidente riflessa come funzione della lunghezza d'onda. Pertanto,

è possibile ottenere informazioni sulle caratteristiche delle superfici analizzate, distinguendo determinati oggetti in base alle loro proprietà spettrali.

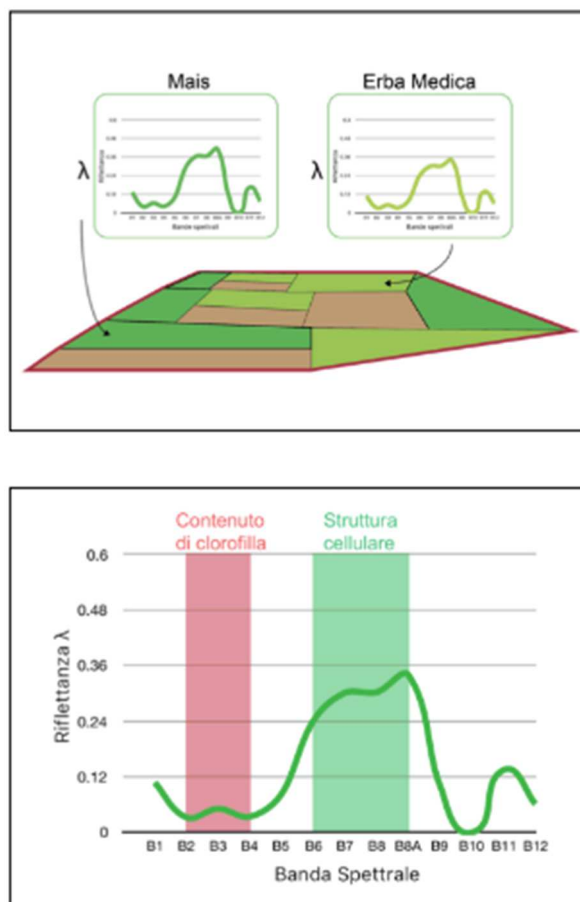


Fig.6.3 Esempio di due firme spettrali e la loro composizione in relazione allo stato della vegetazione

Tali misurazioni sono restituite sotto forma di immagini *raster* (matrici numeriche dove l'elemento fondamentale è il **pixel**), contenenti il valore dell'intensità di energia riflessa. Il dato ottenuto è definito multispettrale poiché è il prodotto di differenti sensori che acquisiscono simultaneamente i valori di riflettanza nelle differenti lunghezze d'onda. Quindi, le immagini *raster* si compongono di differenti bande (lunghezze d'onda) per cui, nella stessa posizione, ogni pixel avrà un proprio valore (Digital Number, DN) a seconda della banda di acquisizione del corrispondente sensore.

6.1.2 Missione Landsat

La missione Landsat, ed è un programma satellitare di osservazione della Terra che ha previsto la realizzazione di un importante dataset di dati ottici multispettrali della superficie terrestre. Il progetto nacque nel 1972 dalla collaborazione sinergica tra la USGS (United States Geological Survey) e la NASA (National Aeronautics and Space Administration), con l'intento iniziale di supportare le pianificazioni strategiche governative e militari.



Fig.6.4 Linea del tempo delle missioni Landsat (USGS)

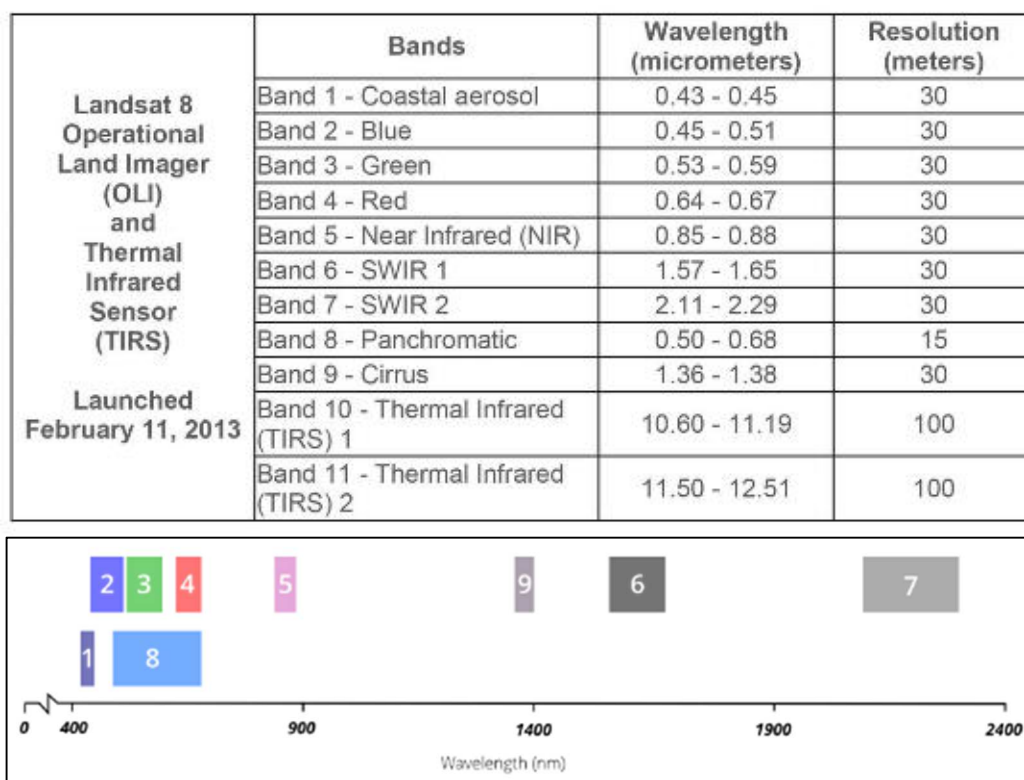


Fig.6.5 Caratteristiche tecniche delle immagini satellitari Landsat 8 (USGS)

I satelliti che hanno fatto parte di tale missione sono molteplici (Fig.6.4), l'ultimo dei quali, attualmente in orbita, è la piattaforma Landsat-8. Le traiettorie seguite sono polari, con un piano circa perpendicolare a quello equatoriale terrestre (orbita eliosincrona, osservazione della Terra quando questa è illuminata dal Sole), un'inclinazione di 98.2° rispetto al piano equatoriale, un'altitudine di 705 km, una velocità di 7.5 km/s e un periodo dell'orbita di circa 99 minuti. Il loro tempo di rivisitazione nella stessa porzione di territorio è di 16 giorni

Il satellite L8 è composto da due tipologie di sensori, il sensore OLI e il TIRS (Thermal Infrared Sensor; USGS, 2015), ma per il nostro studio sono state utilizzate solo le informazioni prodotte dal primo strumento (Fig.6.5).

6.2 Metodo di elaborazione del dato ottico multispettrale

Nel presente studio, per definire l'abbondanza della vegetazione e quindi la dinamica di crescita, sono stati utilizzati dati ottici multispettrali della missione Landsat 8 OLI.

I dati utilizzati per l'analisi multitemporale, sono stati acquisiti dal portale Earth Explorer dell'USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) e sono relativi agli anni 2016 e 2017. Il processo di selezione delle immagini si è basato su due aspetti fondamentali: (i) assenza di copertura nuvolosa e (ii) significatività della data di acquisizione delle immagini in relazione agli interventi di gestione delle due aziende (Tabella. 6.1).

In totale le immagini acquisite sono 14 per il 2016 e 9 per il 2017 e sono state ritenute sufficienti a ricostruire la dinamica di crescita delle varietà di mais FAO 400 e 600, in diverse condizioni ambientali e di gestione (AZIONE 4).

La metodologia di elaborazione si è divisa in due fasi principali:

- Il pre-processamento
- Il processamento

La prima fase è stata necessaria per correggere eventuali distorsioni recate dalla fase di acquisizione dell'immagini mentre nella seconda, i dati sono stati elaborati per la stima della densità di vegetazione.

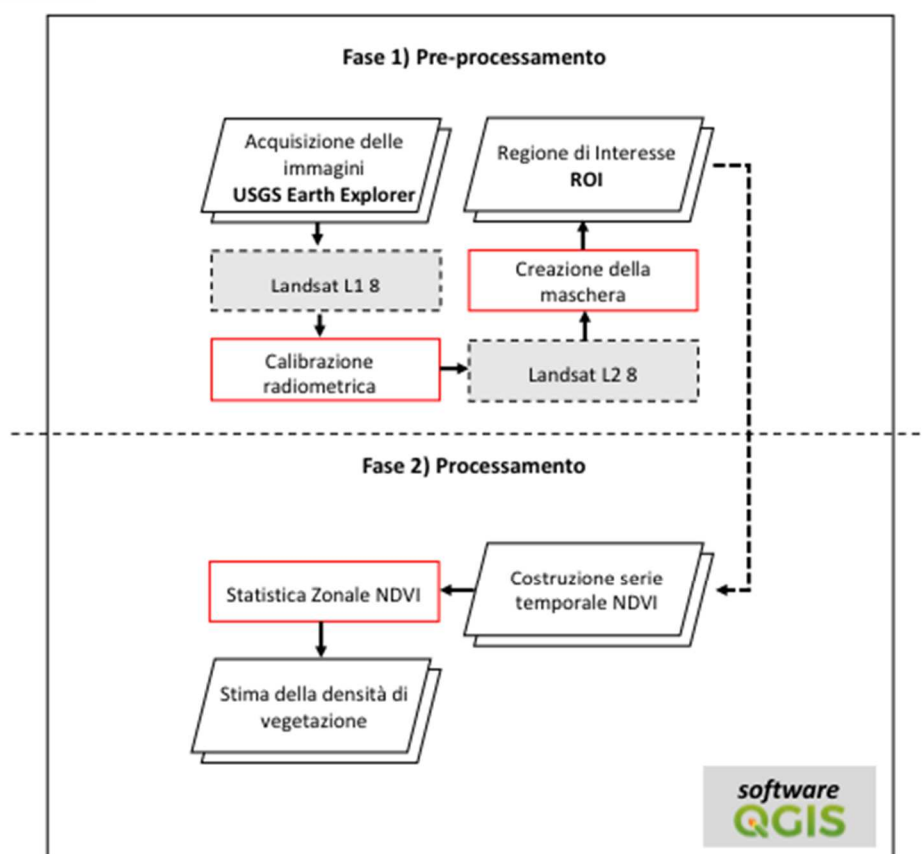


Fig.6.6 Processo di lavoro per l'elaborazione delle immagini L8

6.2.1 Pre-processamento

Il pre-processamento è una fase fondamentale nell'elaborazione delle immagini satellitari, poiché al momento del rilevamento, possono verificarsi distorsioni geometriche e radiometriche dovute al sistema di acquisizione (piattaforma e sensore), al mezzo di propagazione del segnale (atmosfera), all'angolo di ripresa e all'effetto della curvatura terrestre.

Quindi, tutte le metodologie che vengono applicate in questa fase, hanno come scopo la produzione di un'immagine che sia più vicina possibile, in senso radiometrico e geometrico, alle caratteristiche di radianza/riflettanza della scena originale. Tali elaborazioni, si ritengono fondamentali e necessarie per permettere all'utente l'utilizzo delle informazioni al massimo della loro potenzialità e del loro contenuto. Tutte le immagini Landsat sono state scaricate con livello di processamento L1T (Level 1 standard Terrain correction), che corrisponde ad un prodotto corretto radiometricamente per le distorsioni legate al sensore, corretto geometricamente per gli errori sistematici (curvatura e rotazione terrestre ed effetti panoramici) e casuali presenti nell'immagine. Tali correzioni sono state apportate direttamente dal fornitore delle scene (USGS, 2007; USGS, 2015), su immagini L1T georiferite nella proiezione cartografica UTM 32N – WGS 84.

Per poter procedere al calcolo dell'NDVI sulla serie temporale è stata necessaria una calibrazione radiometrica. Tale fase prevede la conversione dei pixel da una grandezza adimensionale, il DN, a una grandezza fisica che rappresenti la risposta dell'oggetto telerilevato, come la riflettanza esotmosferica (Top Of Atmosphere – TOA).

La calibrazione radiometrica TOA prevede il calcolo del valore di riflettanza al top dell'atmosfera, normalizzando le diverse condizioni di illuminazione solare a diversi tempi di acquisizione.

Questa fase di pre-processamento ha previsto l'utilizzo del plugin “Semi- Automatic Classification” in QGis (QuantumGis, Gnu General Public License). Una volta effettuata la calibrazione in riflettanza, è stato possibile procedere con l'elaborazione delle immagini contenenti le informazioni in riflettanza.

Per ottenere risultati significativi è stata quindi costruita una maschera con lo scopo di restringere l'analisi alle sole coperture delle varietà FAO delle aziende Martello e Cassettari, escludendo, quindi, tutto il resto. Per fare ciò, si è creato un GeoTIFF sulla base dei confini dell'area di studio (Region Of Interest – ROI).

6.2.2 Processamento e calcolo dell'indice vegetazionale NDVI

Una volta ottenute le immagini corrette si è provveduto all'elaborazione alla valutazione della densità vegetale mediante l'utilizzo di un indice di vegetazione. L'indice utilizzato in questo studio è l'NDVI, il quale sfrutta la differenza di riflettanza della vegetazione nel visibile (in particolare nel blu e nel rosso) e nel vicino infrarosso (Formula 6.1).

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{RED}) / (\rho_{NIR} + \rho_{RED})$$

L'NDVI mette in relazione l'assorbimento spettrale della clorofilla nel rosso con la tipica riflessione nel vicino infrarosso dove è fortemente influenzata dal tipo di struttura fogliare.

Il risultato dell'applicazione dell'indice NDVI alle bande 4 e 5 del dato Landsat 8 di livello L2 è un prodotto in gradazioni di grigio in cui i pixel più scuri rappresentano i valori maggiori di NDVI. Mediante una tecnica disponibile nel software Qgis che consente di suddividere in intervalli la scala continua e di assegnare a ciascuno di essi un colore predefinito (density slicing), è stato possibile visualizzare l'immagine in modo che fosse più agevole apprezzare la distribuzione sulla scena delle zone a diversa densità vegetale.

Per la stima del NDVI sono state quindi utilizzate immagini Landsat 8 acquisite per le stagioni di crescita 2016 e 2017 sulle due aziende incluse nell'AZIONE 3: Az. Agr. Cassettari, presso Capannori, Lucca, e Az. Agr. Nadia Martello, presso Fauglia Pisa (Fig. .7).

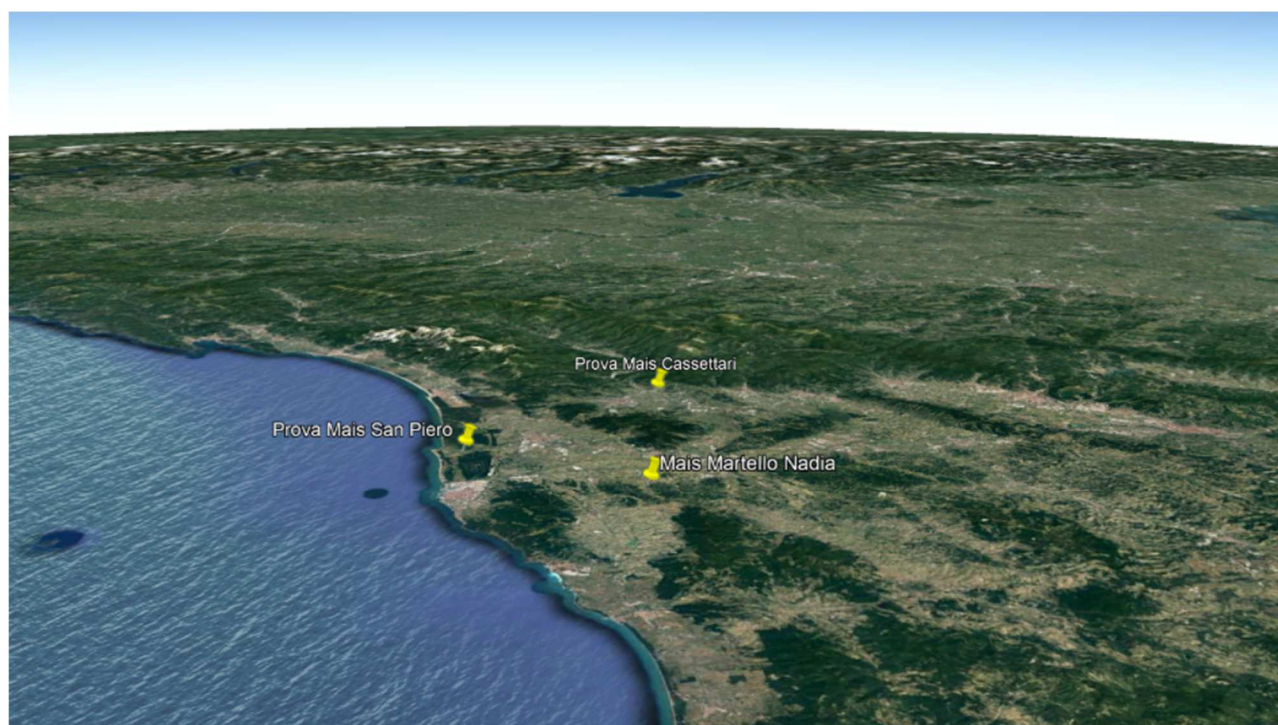


Fig. 6.7: visione aeree dei siti dimostrativi inclusi nella Azioni 3 e 4 del progetto.

6.3 Risultati

6.3.1 Andamento del NDVI in relazione alla pratica colturale

Nel corso del 2016 sono state collezionate e processate 11 immagini a partire dal 21 aprile fino al 28 settembre.

La media del NDVI per singolo campo è stata messa in relazione con il calendario delle pratiche agricole effettuate nelle prove colturali di AZIONE3, in modo da provare ad interpretare l'andamento e lo stato della vegetazione durante tutta la stagione di crescita. Lo scopo infatti è stato quello di verificare, se poche informazioni reperibili direttamente dall'agricoltore, possono consentirci di monitorare ed analizzare la risposta della coltura alla pratica agricola e alle condizioni climatiche ambientali.

Come premesso l'NDVI è un indice che permette di avere un'indicazione quantitativa circa lo stato della vegetazione in un determinato momento, considerando sia il livello della copertura che il livello della clorofilla e quindi dell'attività fotosintetica delle piante. I valori di NDVI osservati in successione consentono quindi di osservare una dinamica dello stato della vegetazione dall'emergenza alla raccolta. Tuttavia, per poter interpretare i dati, è necessario avere alcuni riferimenti temporali determinati in-situ, che possono riguardare la fenologia della coltura, ma anche semplicemente, come dimostrato dai grafici delle figure da 6.8 a 6.11, il calendario delle principali operazioni agricole.

Osservando i grafici delle figure da 6.8 a 6.11 si può osservare infatti che l'andamento del NDVI è conseguenza del diverso approccio delle due aziende agricole. L'applicazione dell'irrigazione presso Cassettari in entrambe le annate agrarie ha infatti permesso uno sviluppo massimo della vegetazione più elevato rispetto a quello osservato presso Martello, che ha invece condotto le prove in asciutta.

I valori massimi di NDVI osservati presso Cassettari sono stati di poco inferiori a 0.8 nel 2016 e di poco superiori a 0.7 nel 2017 (Fig. 6.8 e 6.10). Al contrario presso Martello i valori massimi osservati su mais non irriguo sono stati di poco superiori a 0.6 nel 2016 e a 0.5 nel 2017 (Fig. 6.9 e 6.11). Addirittura nel 2017, annata decisamente siccitosa, come descriveremo nel dettaglio nel paragrafo successivo, presso Martello i valori di NDVI su mais, non hanno mai superato quelli osservati nell'immagine anteriore alle operazioni di preparatorie del letto di semina, relative cioè ad un campo coperto dalle infestanti, a testimonianza di una condizione di stress che non ha consentito uno sviluppo della coltura vigoroso ed omogeneo (Fig. 6.11).

Possiamo osservare inoltre, che i tre interventi irrigui effettuati presso Cassettari, sia nel 2016 che nel 2017, non solo hanno consentito il raggiungimento di picchi di NDVI più elevati, ma anche il

mantenimento di livelli elevati dell'indice per un periodo più lungo. Infatti sono stati osservati valori di NDVI > 0.6 da inizio luglio e per tutto agosto sia nel 2016 che nel 2017, fino settembre inoltrato, e nel 2016. Al contrario presso Martello già nella prima metà di agosto 2016 l'indice è sceso significativamente sotto il valore di 0.6. La differenza osservata tra le due aziende nel 2016, nel caso del FAO 400, può essere stata determinata in parte dalla diversa data di semina, che da Martello è avvenuta con circa 20 giorni di anticipo. Tuttavia, nel caso del FAO 600, che è stato seminato esattamente lo stesso giorno, si può assumere un decisivo ruolo da parte dell'irrigazione nel mantenere lo stato della vegetazione migliore per un periodo più lungo, consentendo presumibilmente un ritardo della senescenza fogliare, con effetti positivi sullo sviluppo ed il riempimento della granello.

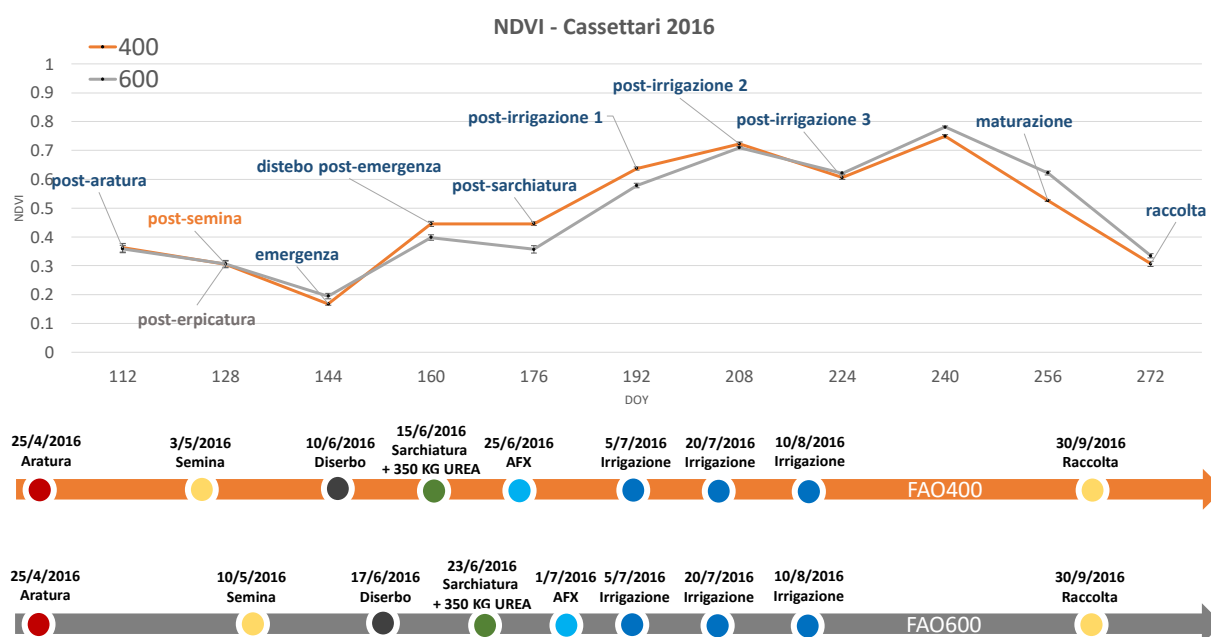


Fig. 6.8: Andamento del NDVI in relazione alla pratica colturale su due classi varietali di mais (FAO 400 e FAO 600 in arancione e grigio rispettivamente) coltivate presso l'Az. Agr. Cassettari nel 2016. DOY significa Day Of the Year, ovvero il giorno dell'anno a partire dal primo gennaio.

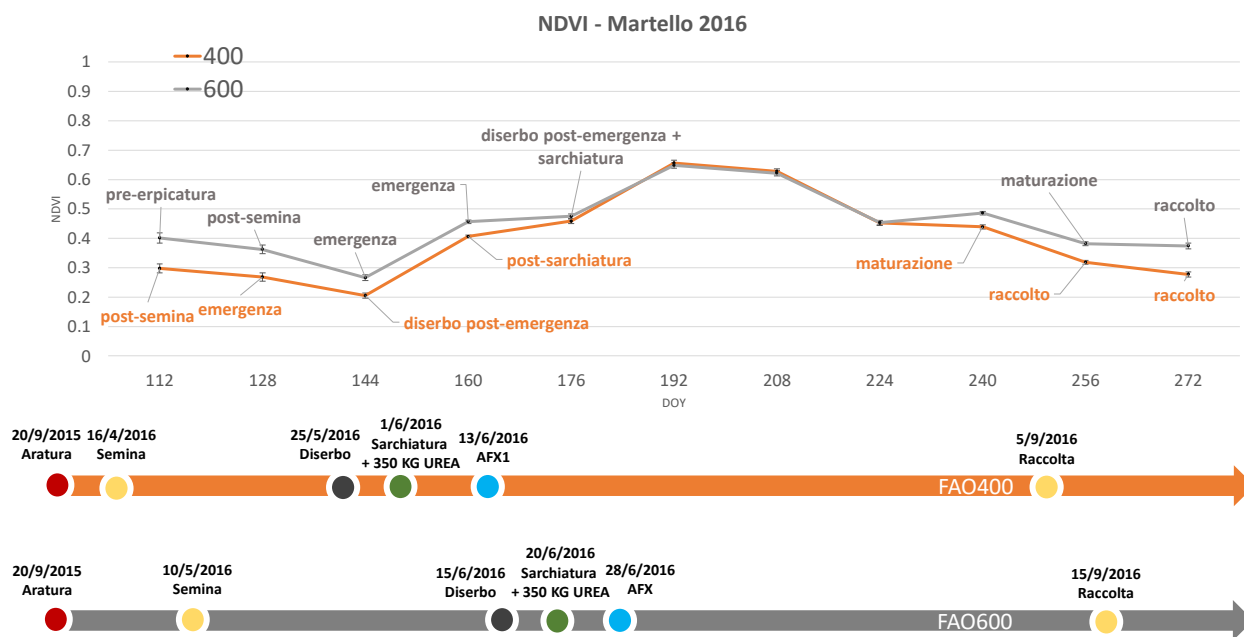


Fig. 6.9: Andamento del NDVI in relazione alla pratica colturale su due classi varietali di mais (FAO 400 e FAO 600 in arancione e grigio rispettivamente) coltivate presso l'Az.Agr. Martello nel 2016. DOY significa Day Of the Year, ovvero il giorno dell'anno a partire dal primo gennaio.

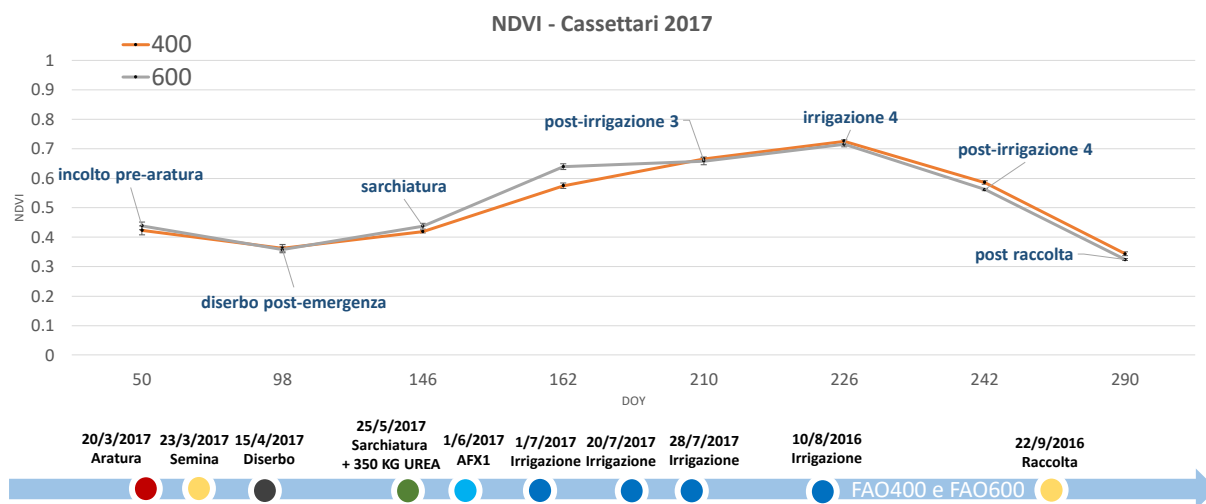


Fig. 6.10: Andamento del NDVI in relazione alla pratica colturale su due classi varietali di mais (FAO 400 e FAO 600 in arancione e grigio rispettivamente) coltivate presso l'Az.Agr. Cassettari nel 2017. DOY significa Day Of the Year, ovvero il giorno dell'anno a partire dal primo gennaio.

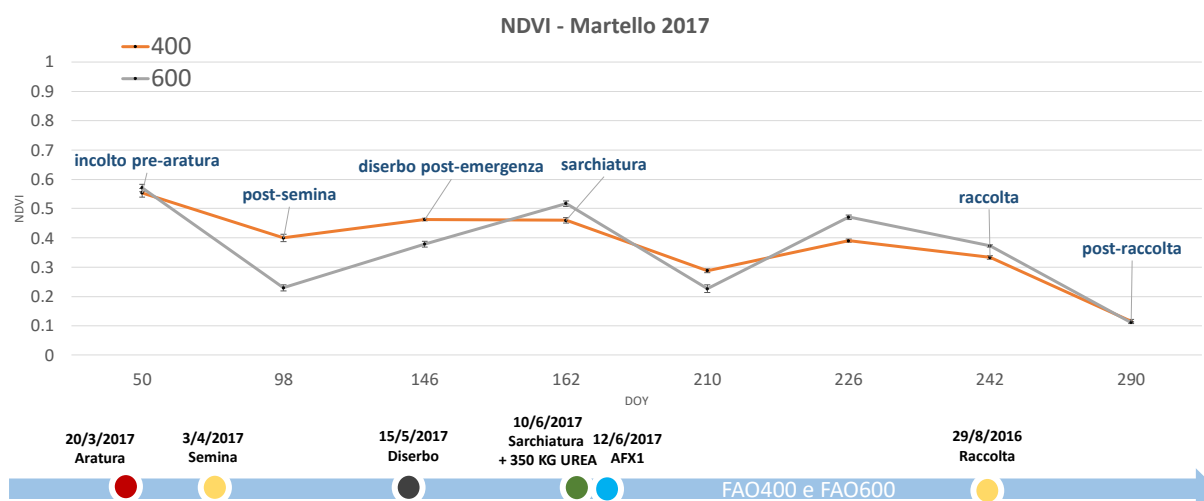


Fig. 6.11: Andamento del NDVI in relazione alla pratica colturale su due classi varietali di mais (FAO 400 e FAO 600 in arancione e grigio rispettivamente) coltivate presso l'Az.Agr. Martello nel 2017. DOY significa Day Of the Year, ovvero il giorno dell'anno a partire dal primo gennaio.

Dall'osservazione del grafico di figura 6.8, relativo al mai coltivato presso Cassetari, è possibile osservare in maniera emblematica, le differenze di sviluppo tra le due classi di mais. Infatti la coltura in assenza di stress idrici evidenti è in grado di esprimere meglio il suo potenziale genetico, e si osservano quindi valori di NDVI più alti prima del raggiungimento del picco di agosto, e successivamente più bassi in FAO 400, a testimonianza di uno sviluppo più veloce, nonostante una differenza della data di semini rispetto a FAO 600 di appena 7 giorni. Tuttavia è bene precisare che la risoluzione delle immagini Landsat non permette di apprezzare con assoluta certezza differenze di gestione così fini, come appunto il differente livello di sviluppo di varietà diverse coltivate in condizioni molto simili, come si può osservare nelle altre circostanze trattate nel progetto (Fig. 6.9-6.11), mentre è facilmente deducibile e dimostrabile l'effetto dell'irrigazione, e di contro le negative conseguenze determinate dalla carenza di acqua in annate siccitose.

6.3.2 Andamento del NDVI in funzione delle principali variabili meteorologiche

Al fine di dimostrare quanto ipotizzato nel paragrafo precedente, le curve dell'andamento del NDVI sono state analizzate alla luce dei principali parametri meteorologici. Per i due siti sono stati utilizzati i dati delle stazioni meteorologiche di Pieve di Compito (Capannori) per l'Az.Agr. Cassetari e di Siberia (Crespina-Lorenzana) per l'Az. Agricola Nadia Martello).

Abbiamo quindi considerato l'andamento delle temperature, in particolare quelle massime, per evidenziare i periodi in cui la coltura potesse essere sottoposta a rischio di stress termico, qualora T_{max} fosse maggiore di 35 °C, temperatura alla quale l'efficienza fotosintetica cala drasticamente. Per evidenziare invece il rischio di stress idrico è stato utilizzato l'indice di deficit idrico stagionale iD , calcolato come riportato nella formula sottostante.

$$iD_j = \frac{(CUM_RAIN_j - CUM_ET0_j)}{CUM_ET0_j}$$

Dove

$$CUM_RAIN_j = \sum_{j=0}^{j=n} P$$

$$CUM_ET0_j = \sum_{j=0}^{j=n} ET0$$

Dove

CUM_RAIN_j e CUM_ET0_j sono rispettivamente le piogge (P) e l'evapotraspirazione di riferimento (ET0) giornalieri accumulate dal giorno della semina ($j=0$) al giorno $j=n$ successivo alla semina.

ET0 è stato stimato a partire dai valori di giornalieri di temperatura e radiazione solare secondo la formula di Hargreaves.

Sono stati considerati come periodi a rischio di stress idrico le successioni di giorni con $iD < 0$.

Nel corso del 2016, in entrambi i siti non sono stati osservati giorni con temperature massime superiori a 35 °C (Fig. 6.12), mentre valori di $iD < 0$ sono stati osservati nel sito di Martello a partire da luglio (Fig. 6.13). Dai grafici di figura 6.13, si osserva infatti quanto evidenziato precedentemente: le abbondanti piogge registrate presso Capannori hanno consentito uno sviluppo della vegetazione ottimale, testimoniando valori di NDVI elevati fino a ridosso della maturazione della coltura. Infatti nel sito di Cassettari, a prescindere dal ricorso all'irrigazione, non è stato evidenziato alcun rischio di deficit idrico. Al contrario presso Martello, l'inizio del periodo di rischio di stress idrico è coiciso con un abbassamento anticipato dei valori di NDVI.

Nel 2017 presso Cassettari il periodo di stress idrico è iniziato già agli inizi di giugno, ma i tre interventi irrigui effettuati a partire da fine giugno fino alla terza decade di luglio, hanno coinciso con valori di NDVI comunque alti, evidenziando il positivo effetto dell'irrigazione sullo stato della vegetazione. L'annata straordinariamente siccitosa è stata confermata in particolare nel sito di

Martello, dove iD era inferiore a 0 già a partire dagli inizi di aprile. Infatti in queste condizioni la scelta di coltivazione in asciutta è stata penalizzante, nonostante il tentativo dell'agricoltore di anticipare le semine ad inizio aprile. In queste condizioni i valori di NDVI sono sempre stati bassi, al punto di non poter nemmeno osservare una dinamica di sviluppo della vegetazione (Fig. 6.15), visto le condizioni di deficit idrico sono perdurate fino alla raccolta.

Nel 2017 oltre agli effetti del deficit idrico sui valori di NDVI, è stato possibile osservare anche l'impatto derivante dalle alte temperature sullo stato della vegetazione. Sono stati calcolati 17 e 11 giorni con $T_{max} < 35^{\circ}\text{C}$ presso Cassettari e Martello rispettivamente. Dai grafici di figura 16.4 si osserva come le sequenze più lunghe di giorni consecutivi con $T_{max} > 35^{\circ}\text{C}$, registrate nella prima metà di agosto, abbiano coinciso con abbassamenti repentini del NDVI. Tale fenomeno è stato meno evidente presso Cassettari dove l'irrigazione ha consenti alla coltura di rispondere in maniera più efficiente ai valori estremi di caldo.

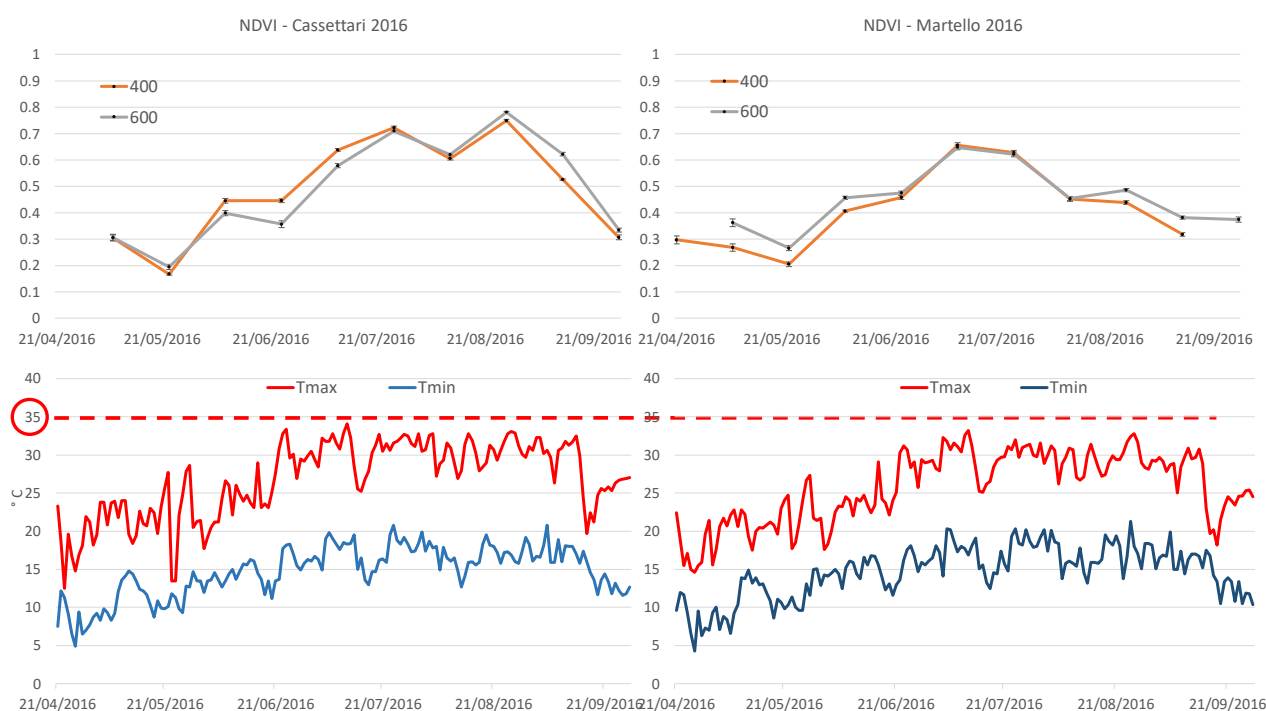


Fig. 6.12: Andamento del NDVI in relazione alle temperature minime e massime su due classi varietali di mais (FAO 400 e FAO 600 in arancione e grigio rispettivamente) coltivate presso l'Az.Agr. Cassettari (sx) e l'Az.Agr. Martello (dx) nel 2016.

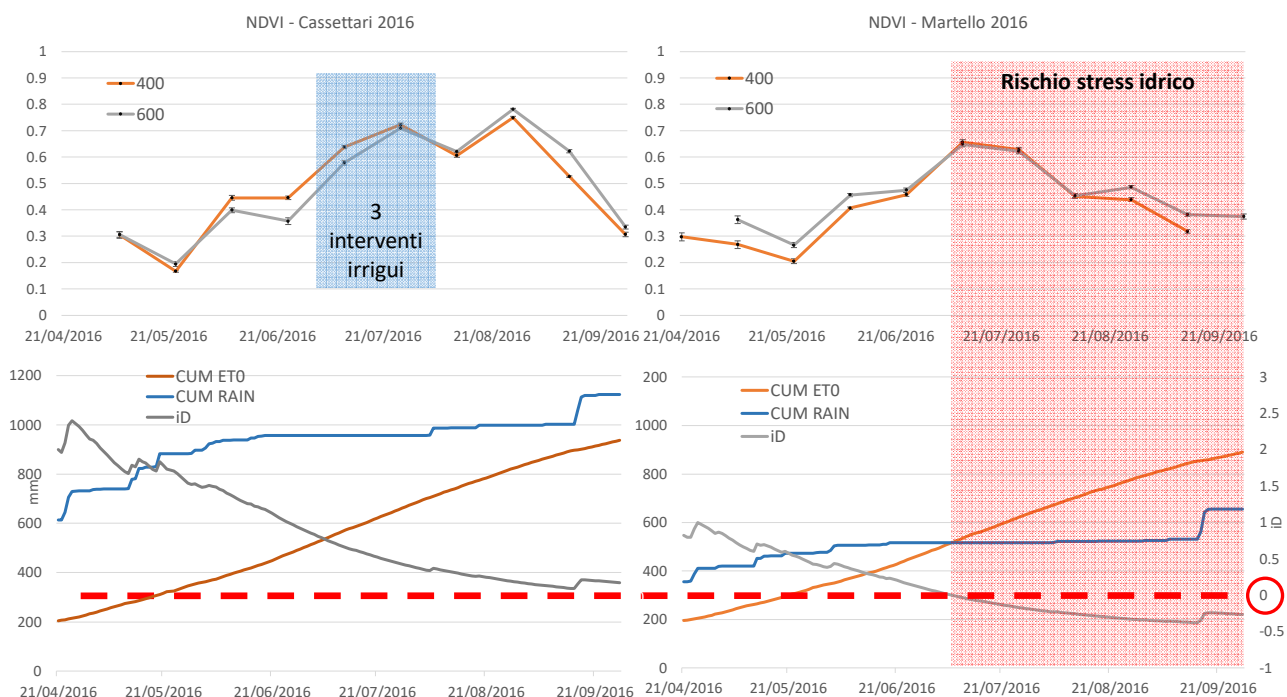


Fig. 6.13: Andamento del NDVI in relazione alle cumulate di pioggia (CUM_RAIN) ed evapotraspirazione potenziale (CUM_ET0) e all'indice di deficit idrico stagionale (iD) su due classi varietali di mais (FAO 400 e FAO 600 in arancione e grigio rispettivamente) coltivate presso l'Az.Agr. Cassettari (sx) e l'Az.Agr. Martello (dx) nel 2016.

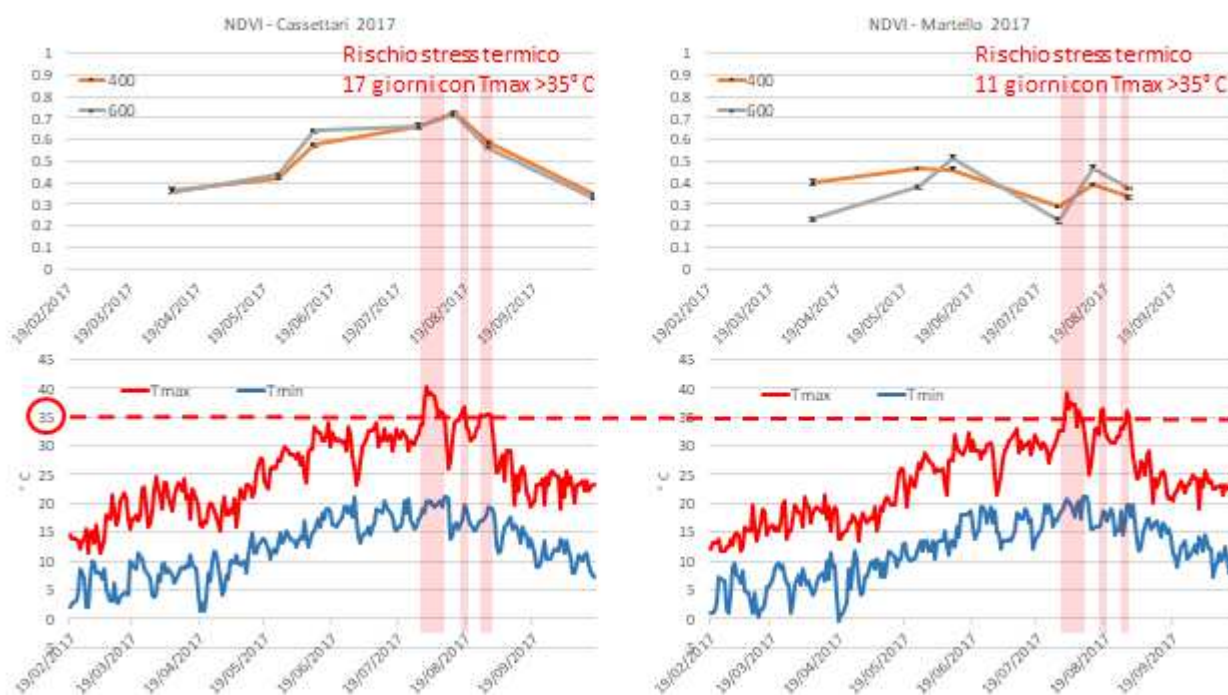


Fig. 6.14: Andamento del NDVI in relazione alle temperature minime e massime su due classi varietali di mais (FAO 400 e FAO 600 in arancione e grigio rispettivamente) coltivate presso l'Az.Agr. Cassettari (sx) e l'Az.Agr. Martello (dx) nel 2017.

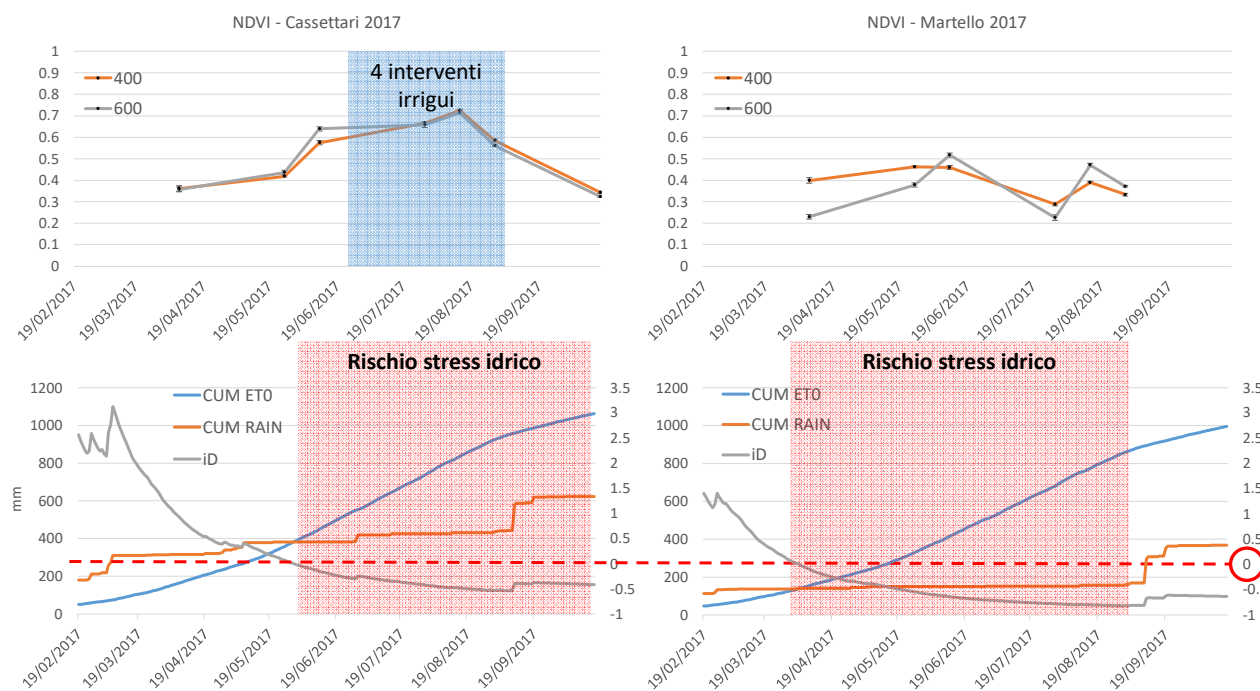


Fig. 6.15: Andamento del NDVI in relazione alle cumulate di pioggia (CUM_RAIN) ed evapotraspirazione potenziale (CUM_ET0) e all'indice di deficit idrico stagionale (iD) su due classi varietali di mais (FAO 400 e FAO 600 in arancione e grigio rispettivamente) coltivate presso l'Az.Agr. Cassettari (sx) e l'Az.Agr. Martello (dx) nel 2017.

6.3.3 Andamento del NDVI in rapporto alle rese produttive

Come ultima analisi, è stato effettuato un tentativo di mettere in relazione l'NDVI con le rese di campo misurate nei due siti nei due anni di prove. In particolare i valori massimi di NDVI osservati durante i periodi coltivazione sono stati correlati con le rese in granella misurate al momento della raccolta. Le figure 6.16 e 6.17 permettono di apprezzare i valori di NDVI, e la variabilità di campo dell'indice nei due siti e nei due anni, nel momento in cui sono stati osservati i valori massi.

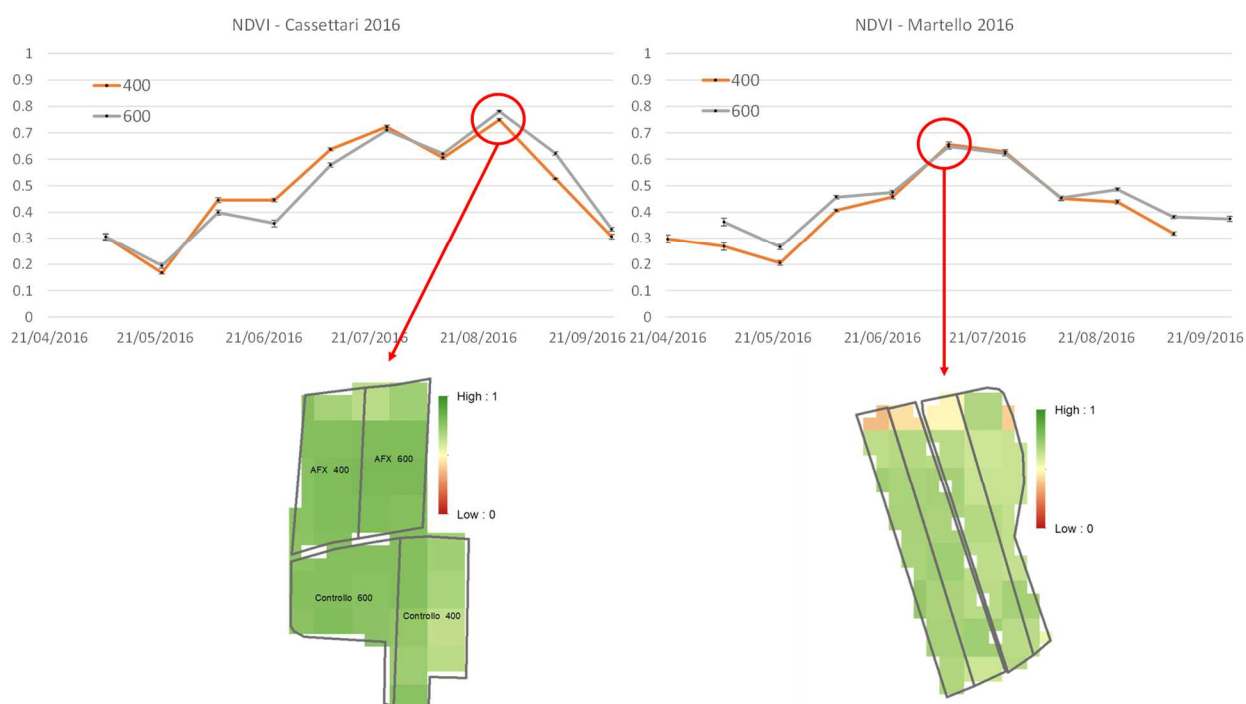


Fig. 6.16: rappresentazione dei valori di NDVI a scala di campo nei momenti di massima copertura vegetale nel 2016, presso i siti l'Az. Agr. Cassettari (sx) e l'Az. Agr. Nadia Martello (dx).

Nel 2016 il picco di NDVI presso Martello è stato osservato il 10 luglio, 85 e 71 giorni dopo la semina per FAO 400 e FAO 600 rispettivamente. Presso Cassettari, il massimo NDVI è stato osservato il 27 di agosto, a 116 gironi dalla semina di FAO 400 e a 109 giorni dalla semina di FAO 600. Nel 2017 l'NDVI massimo presso Cassettari è stato misurato il 14 agosto, a 144 giorni dalla semina di entrambe le varietà, mentre presso Martello il valore più alto di NDVI è stato osservato l'11 di giugno, ad appena 69 giorni dalla semina.



Fig. 6.17: rappresentazione dei valori di NDVI a scala di campo nei momenti di massima copertura vegetale nel 2017, presso i siti l'Az. Agr. Cassettari (sx) e l'Az. Agr. Nadia Martello (dx).

In tabella 6.1, sono riportati in coincidenza dei picchi di NDVI osservati, i valori medi, minimi e massimi di NDVI dei pixel compresi nelle aree dei campi prova, suddivisi per anno, azienda agricola, classe varietale e trattamento per la gestione del rischio aflatossinico (Controllo vs AFX).

Nelle condizioni irrigue (Cassettari) si osservano in entrambi gli anni valori di NDVI medi, massimi e minimi più elevati rispetto alle condizioni in asciutta (Martello). Non solo anche il range dei valori dell'indice è più contenuto in condizioni irrigue, a dimostrazione di uno sviluppo più omogeneo nell'area del campo della coltura.

I valori medi di NDVI stimati nelle date dei picchi sono stati quindi messi in relazione con le rese di granella misurate al momento della raccolta. Il grafico di figura 6.18 mostra l'ottima correlazione delle rese in granella ad ettaro con i valori di NDVI medi di campo misurati al momento del massimo sviluppo della vegetazione, con valori di R^2 pari a 0.93 nel 2016 e a 0.90 nel 2017. Valori di NDVI pari 0.7 possono essere presi a riferimento come soglia per discriminare tra le rese ottimali ottenute in condizioni irrigue e subottimali ottenute in condizioni non irrigue.

L'indice NDVI, stimato da satellite, può essere considerato quindi un indice soddisfacente per il riconoscimento di condizioni di stress nella coltura del mais, ed essere utilizzato come proxy per l'identificazione a livello territoriale di possibili condizioni di rischio da contaminazione da aflatossine, o di infestazione di aspergillus, come confermato dai risultati ottenuti nell'AZIONE 2.

	data	doy	drs	fao	tratt	ndvi_avg	ndvi_min	ndvi_max	resa (q.li)
Martello	10/07/2016	192	85	400	AFX	0.67	0.36	0.74	70
					Controllo	0.64	0.48	0.72	62
			71	600	AFX	0.66	0.44	0.72	60
					Controllo	0.63	0.41	0.71	52
Cassettari	27/08/2016	240	116	400	AFX	0.78	0.66	0.81	122
					Controllo	0.72	0.64	0.79	120
			109	600	AFX	0.78	0.66	0.81	142
					Controllo	0.78	0.77	0.80	142
Martello	11/06/2016	162	69	400	Controllo	0.49	0.41	0.56	53
					AFX	0.43	0.40	0.53	53
			69	600	Controllo	0.52	0.46	0.56	47
					AFX	0.51	0.44	0.56	47
Cassettari	14/08/2017	226	144	400	AFX	0.72	0.41	0.77	140
					Controllo	0.74	0.61	0.80	140
			144	600	AFX	0.69	0.41	0.77	160
					Controllo	0.74	0.63	0.79	160

Tab. 6.1: valori medi, minimi e massimi di NDVI misurati nei momenti di massima copertura vegetale nel 2016 e nel 2017 presso i campi di mais delle Az. Agr. Cassettari e Nadia Martello, suddivisi per classe variatale di mais (FAO 400 e 600) e per tipologia di trattamento sperimentale per la gestione del rischio aflatossinico: non trattato (controllo) e AFX.

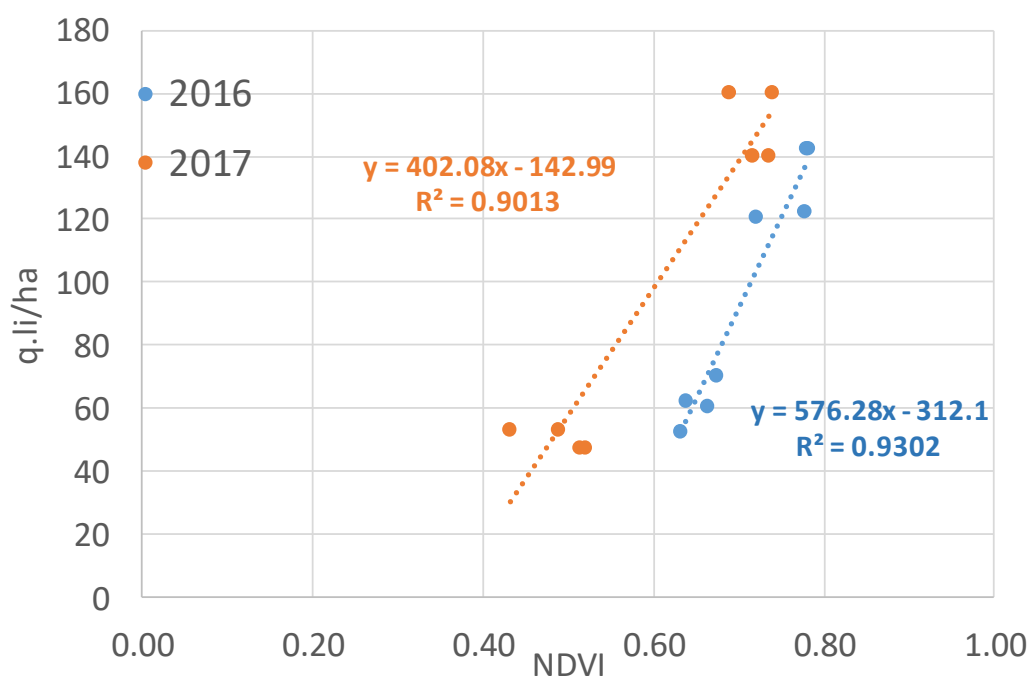


Fig. 6.18: Correlazione tra rese di granella ad ettaro, misurate sull'intero raccolto, l'NDVI medio di campo misurato al momento di massima copertura vegetale.



6.4 Considerazioni dell'impiego del drone

Nell'azione 6 è stato, come previsto inizialmente nella proposta progettuale, valutato anche l'impiego del drone associato a camera multi spettrale (Fig. 6.19 e 6.20) per il rilievo delle riflettanze sulla coltura.

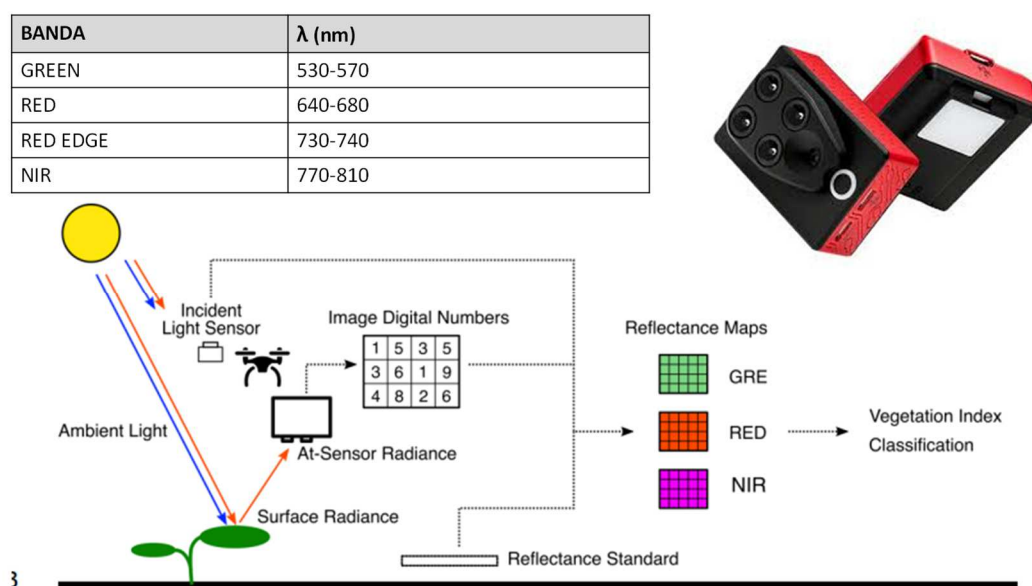


Figura 6.18: il rilievo dei valori di riflettanza da drone è stato effettuato tramite camera multispettrale Parrot Sequoia ad alta risoluzione, lo schema riporta le 4 bande misurate dal sensore e i rispettivi range delle lunghezze d'onda (λ).



Figura 6.19: immagine del drone in volo su mais presso San Piero a Grado (PI).

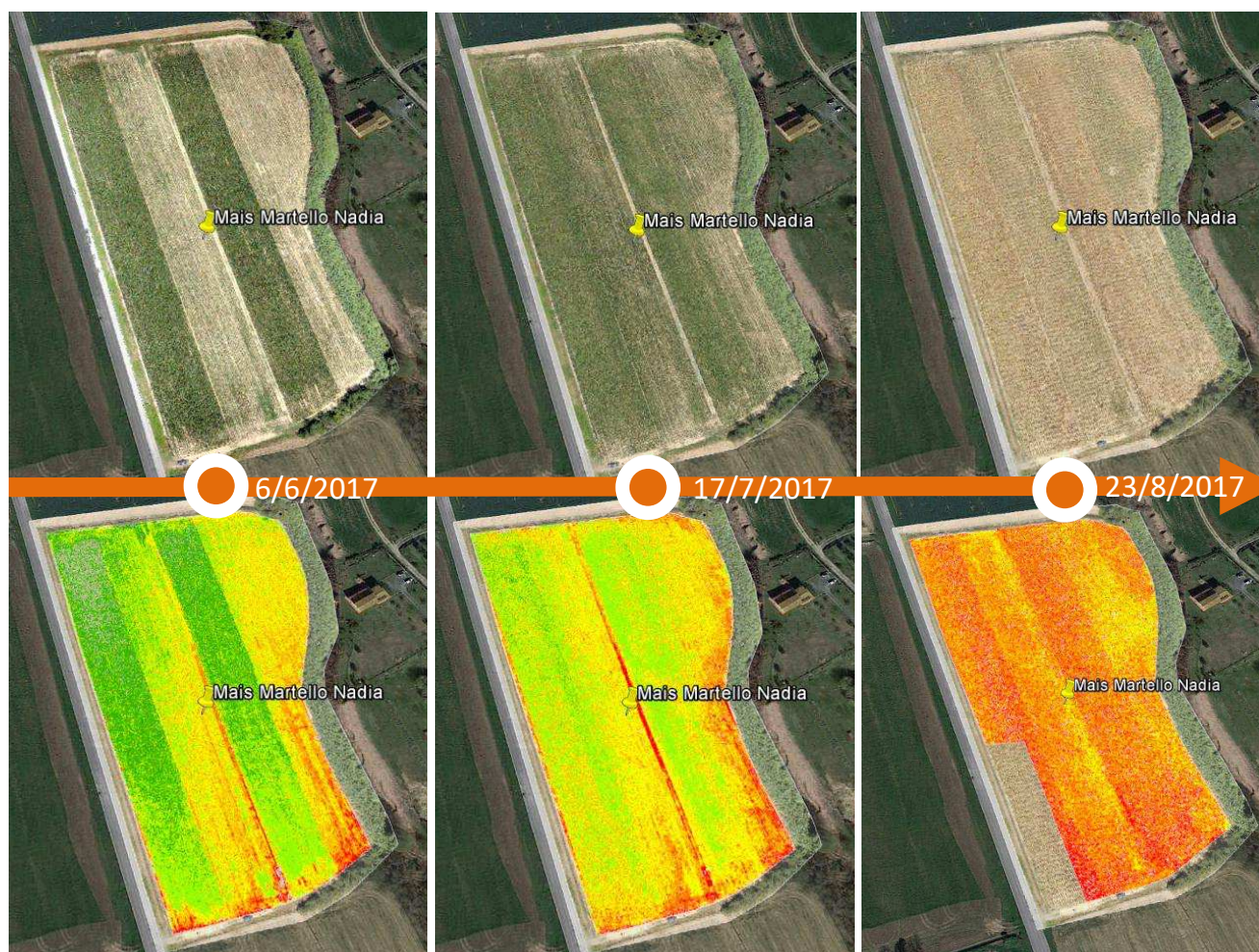


Figura 6.19: immagine rilevate da drone presso l'Az Agr. Martello Nadia nel 2017, in tre momenti della stagione di crescita di mais non irriguo. Sopra sono riportate le immagini RGB, mentre sotto è riportato l'NDVI nei tre momenti del rilievo in gradazioni dal rosso (basso) al verde (alto).

L'utilizzo del drone mostra dei vantaggi a livello di risoluzione dell'immagine, 1 cm ogni 10 m di quota di volo, che permette di evidenziare in maniera chiara variazioni tra gli ibridi e all'interno dei singoli campi (Fig. 6.19 e 6.20). Tuttavia il metodo per il monitoraggio in continuo su vaste aree risulta poco conveniente, poiché non consente il rilievo in contemporanea dell'immagine nelle stesse condizioni ambientali ed operative. Inoltre l'utilizzo del drone non consente di operare con la dovuta frequenza di rilievo dati gli elevati costi di acquisizione dell'immagine. Inoltre in molte aree non è consentito il volo con droni, come nel caso dei campi di Cassetari, nei quali non è stato possibile effettuare i rilievi programmati.

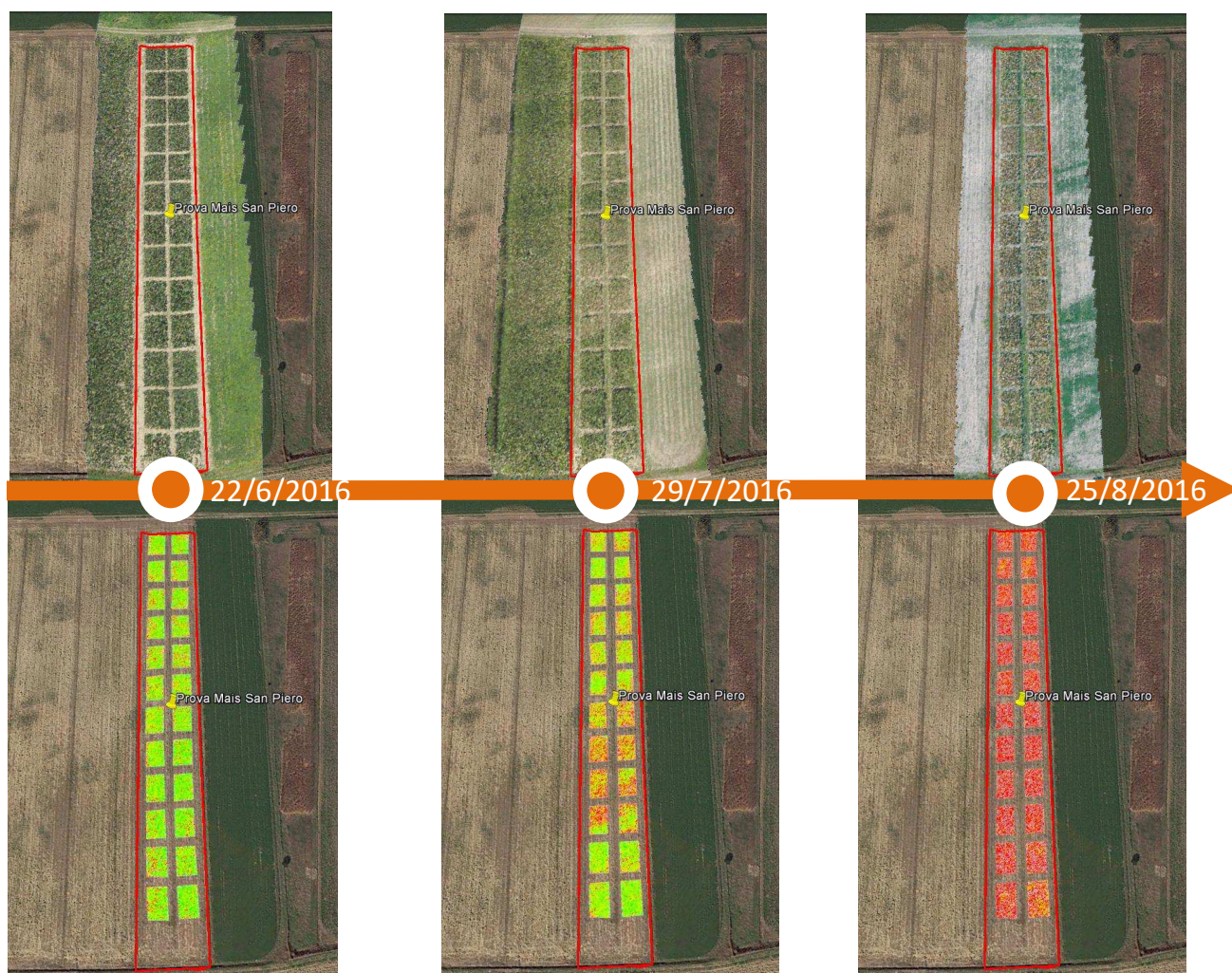


Figura 6.20: immagine rilevate da drone presso la prova parcellare di San Piero a Grado nel 2016, in tre momenti della stagione di crescita di mais non irriguo. Sopra sono riportate le immagini RGB, mentre sotto è riportato l'NDVI nei tre momenti del rilievo in gradazioni dal rosso (basso) al verde (alto).

Azione 7: Uso di O₃ per la decontaminazione della granella di mais da aflatossine

L'obiettivo della **AZIONE 7** è stato quello di valutare, a scala di pilota, l'efficacia del trattamento con ozono di granella di mais contaminata da aflatossine.

L'effetto positivo dell'ozono sulla degradazione delle micotossine, e in particolare delle aflatossine, oltre che sul rischio di infezione da patogeni è noto da tempo, tuttavia i costi eccessivi hanno reso proibitiva l'applicazione del metodo a livello industriale. Lo sviluppo di nuove tecnologie per la generazione di ozono consente di effettuare trattamenti in atmosfera controllata anche in ambito agroalimentare. Infatti, questa tecnologia si sta diffondendo, ad esempio a livello dello stoccaggio di prodotti vegetali e frutta da consumo fresco. Nella misura 16.2 G.I.R.A. si è quindi proceduto a valutare la potenziale efficacia dell'applicazione di queste tecnologie alla decontaminazione di granelle di mais.

7.1 - Installazione e collaudo del dispositivo per il trattamento della granella con ozono

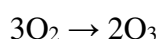
7.1.1 – Premesse tecnologiche

L'ozono è un gas instabile di colore debolmente azzurro, dall'odore acre e pungente già percepibile alla concentrazione di 0.02 ppmv (parti per milione in volume), con densità relativa di 2,144 g/L (quella dell'aria è 1,225 g/L) e peso molecolare di 48. L'ozono può essere utilizzato come agente per migliorare la qualità dell'aria, e quindi per sanificare gli ambienti, applicazione per cui viene impiegato in diverse applicazioni quali processi industriali, agroindustriali e civili. L'impiego dell'O₃ garantisce il controllo, se non il completo abbattimento, della maggioranza degli inquinanti biologici presenti nell'aria (es. virus, batteri, muffe, spore). Il suo elevato potere ossidante, inferiore solamente al fluoro, consente di neutralizzare velocemente i patogeni, ma anche di degradare molecole organiche complesse attaccandole a livello delle strutture più sensibili all'ossidazione, quali ad esempio i doppi/tripoli legami (Figura 7.1). Inoltre, l'ozono ha la peculiarità di riconvertirsi in breve tempo in ossigeno senza lasciare residui, facendone un disinfettante/decontaminante ideale, generalmente riconosciuto come sicuro (GRAS, *Generally Recognized As Safe*) in ambito alimentare.

L'ozono può essere impiegato direttamente in forma gassosa o in soluzione acquosa come disinfettante/disinfestante per il trattamento di superfici. La bassa umidità richiesta per lo stoccaggio delle granelle richiede, nella fattispecie, che l'applicazione di ozono sia da effettuare in forma gassosa

attraverso la tecnica del *gas flooding*, il che comporta la diffusione per caduta dell'ozono tramite generatore installato in locazione separata, dal quale dipartono una serie di tubi di distribuzione che terminano negli ambienti da trattare, posizionati in diverse locazioni opportunamente selezionate. Infatti, l'ozono si diffonde negli ambienti come se questi venissero allagati, per via della sua densità notevolmente superiore a quella dell'aria, da cui il termine “*flooding*”. Questo consente, tra l'altro, la penetrazione del gas in punti altrimenti difficilmente raggiungibili, penetrando ad esempio negli interstizi tra le granelle. Affinché le condizioni di trattamento siano controllate, è necessario che la concentrazione di ozono dell'atmosfera interna agli ambienti da trattare sia monitorata.

La produzione di ozono nei moderni generatori avviene comunemente per “effetto corona”, fenomeno per cui una corrente elettrica fluisce tra un conduttore a potenziale elettrico elevato ed un fluido neutro circostante. Generalmente, il fluido nelle macchine generatrici di ozono -non esclusa quella adottata nel progetto- è un'atmosfera modificata arricchita di ossigeno, ottenuta utilizzando setacci molecolari alimentati da aria, al fine di rendere la produzione di O_3 più efficiente (vedi reazione sottostante):



L'imperfetta tenuta delle condutture di erogazione e dei volumi necessari al trattamento comporta la dispersione di ozono nell'area di lavoro, con rischi ingenti per le persone esposte e per i macchinari non idonei, ed è quindi condizione da evitare. La realizzazione del sistema pilota ha dunque tenuto conto della necessità di tenuta chimica e fisica nei confronti del gas ozono, attraverso la scelta di materiali appropriati all'adduzione del gas e alla sua tenuta, riducendone al minimo le perdite incontrollate, verificando e testando così potenziali criticità dell'applicazione di ozono in condizioni operative negli stoccaggi di cereali.

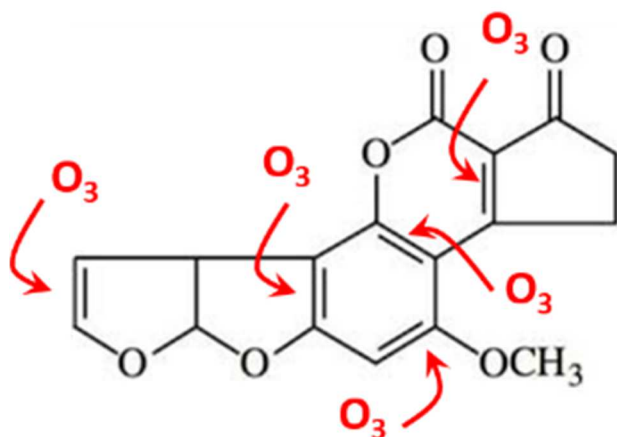


Figura 7.1: Aflatossina B1 (AFB1) e suoi siti sensibili all'attacco dell'ozono (ozonolisi).

7.1.2 - Realizzazione e collaudo del sistema pilota

In virtù dei requisiti tecnici imposti dalle caratteristiche particolari del gas ozono, il sistema pilota per il trattamento di granelle di mais è stato costruito interamente con materiali di buona o eccellente compatibilità chimica con il suddetto gas (Tabella 7.1), comprese le linee di adduzione e scarico del gas, recuperato e abbattuto dalla stessa macchina tramite catalizzatore. Il sistema pilota, incluso il suo collegamento con la macchina generatrice di ozono, è schematizzato in Figura 7.2.

Nel sistema, l'unità di trattamento della granella in HDPE (*batch reactor*) è preceduta e seguita da uscite per il campionamento del gas, necessarie per il monitoraggio del processo. L'unità è stata realizzata in modo tale da consentire la propria rotazione, ad azionamento manuale, su un asse portante longitudinale inserito in cuscinetti a sfera, in modo da consentire il rimescolamento della massa da trattare, riducendo al minimo la "percolazione" dell'ozono attraverso canali preferenziali. Allo stesso scopo, sia l'adduzione di gas nell'unità che lo scarico dall'unità sono stati realizzati entro l'asse portante del reattore, realizzato in alluminio+PVC, in modo da realizzare una circolazione forzata nel reattore che ne saturi l'intero volume (60 litri) (Figura 7.3).

Materiale	Valutazione
Alluminio	B – Good
HDPE	A- Excellent
Polyurethane	A – Excellent
PVC	B – Good
Silicone	A – Excellent
Stainless steel	A – Excellent
Tygon®	B – Good

Tabella 7.1: Valutazione dei materiali impiegati nella realizzazione del sistema pilota di trattamento della granella di mais con O₃ (Fonte: Cole-Palmer Chemical Compatibility Database)

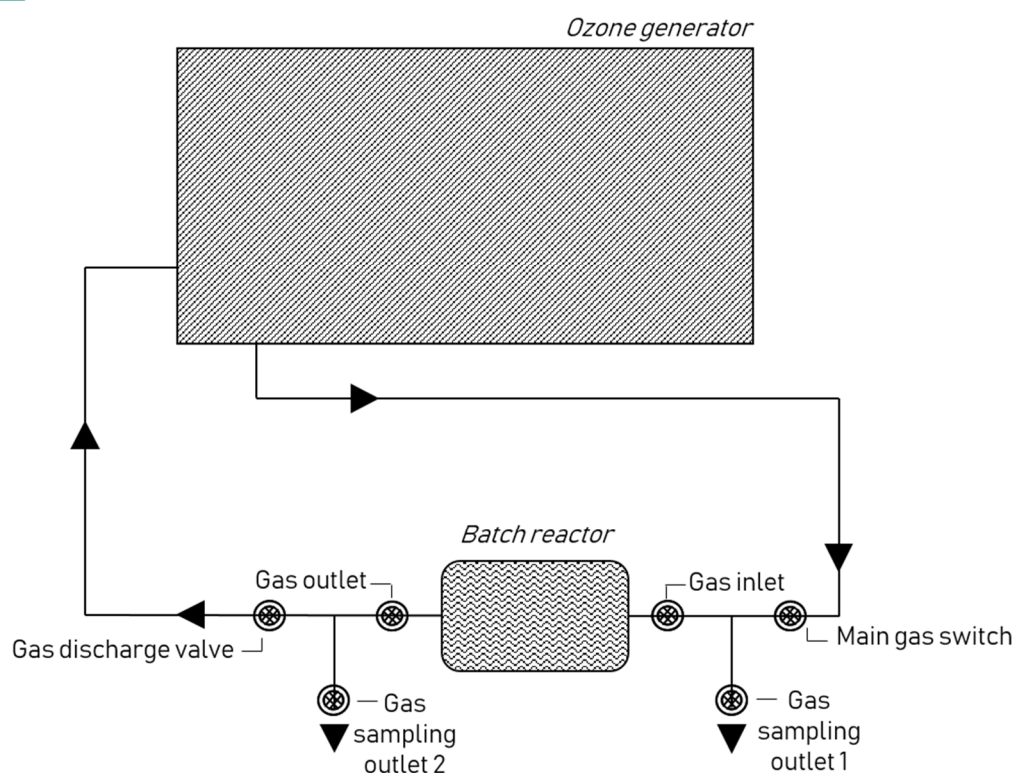
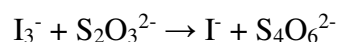
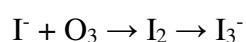


Figura 7.2: Schema del sistema pilota di trattamento della granella di mais con O_3 .



Figura 7.3: Particolari dell'unità di trattamento: a sinistra, plancia di apertura con cuscinetto a sfera; a destra, interno dell'unità di trattamento con asse portante, adduzione e scarico gas in alluminio+PVC.

Grazie alla collaborazione con le industrie Denora, è stato impiegato un generatore di ozono dalla capacità produttiva di 100 g O₃/h, che eroga una miscela di gas ozonizzato (O₂/O₃) in bassa pressione (10 L/min). Per la messa a punto del sistema, ma anche nel corso dei trattamenti sperimentali, la concentrazione di ozono nel sistema pilota è stata rilevata con metodo iodometrico: il gas, fatto gorgogliare in volume controllato attraverso un flussimetro, promuove l'ossidazione dello ioduro a iodio molecolare e triioduro (I₃⁻), in misura determinata poi attraverso titolazione con tiosolfato che, ossidandosi a tetrationato, riduce le specie ossidate dello iodio di nuovo a ioduro (vedi reazione sottostante)(Figura 7.4).



Mentre lo ioduro ed il tetrationato sono incolori, una soluzione in cui si forma iodio molecolare è colorata di rosso-bruno, tanto più intenso e tendente al violaceo quanto più iodio è presente (=quanto più ozono ha reagito con la soluzione) (Figura 7.5). Il punto di viraggio esatto nella reazione opposta, da iodio a ioduro, viene evidenziato ricorrendo all'uso di amido come indicatore, che si colora molto intensamente di blu-viola finché I₂/I₃⁻ sono presenti nel sistema, e torna incolore quando è presente solo ioduro, con una sensibilità molto elevata.



Figura 7.4: Apparecchiatura per la determinazione della concentrazione di O₃ nella miscela gassosa: flussimetro, bottiglie di flussaggio, reagenti e dispositivi di laboratorio per la iodometria.

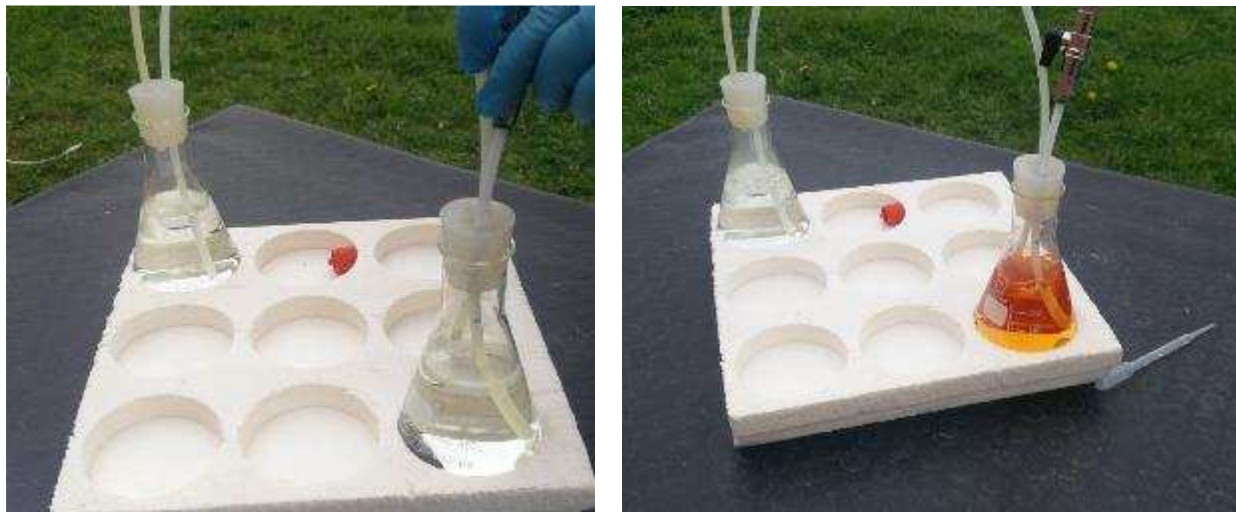


Figura 7.5: Soluzione di ioduro incolore prima del flusso del gas contenente O₃ (a sinistra) e soluzione colorata in rosso-arancio durante il flusso con gas ossidante (a destra).

Il sistema pilota di trattamento della granella di mais è stato dimensionato per consentire cicli diretti di trattamento con gas ozonizzato a concentrazioni di molte migliaia di ppmv, fino al massimo consentito dalla macchina produttrice di ozono, in un serbatoio chiuso e a tenuta di gas contenente fino a 10 kg di mais per ogni prova, occupando circa metà del volume disponibile nel reattore batch.

7.2 - Prove di decontaminazione con ozono

7.2.1 – Prove di decontaminazione di granella di mais a diversi livelli di intensità di trattamento

I diversi utilizzi dell'ozono (disinfezione, disinfestazione, detossificazione) richiedono condizioni di applicazione diverse. Nella lavorazione dei cereali e di altre derrate alimentari con basso contenuto di umidità, i primi esempi di trattamenti sperimentali con ozono hanno riguardato la sua applicazione nello stoccaggio, accoppiando quindi la conservazione con il trattamento per il miglioramento della conservabilità stessa (es. contro funghi, insetti) e/o delle caratteristiche intrinseche del prodotto (es. contro funghi, micotossine). Se è vero che questo va idealmente a realizzarsi in strutture di stoccaggio già esistenti nelle filiere cerealicole, vanno considerati altri due aspetti: 1) le concentrazioni di ozono da applicare per una efficace detossificazione sono piuttosto alte; 2) tempi di trattamento lunghi non compensano il mancato effetto di concentrazioni più basse, come quelle che potrebbero essere

mantenute in uno stoccaggio per tempi prolungati, sia per ragioni di sicurezza che di costo. Infatti, mentre trattamenti prolungati, a concentrazioni basse, contestuali allo stoccaggio sono apparsi idonei per la sanitizzazione da funghi e insetti, si ha una efficace detossificazione da micotossine –e in particolare da aflatossine- se le concentrazioni di ozono sono elevate. Piuttosto, è ipotizzabile pensare di trattare le granelle prima dello stoccaggio. La sperimentazione è passata quindi negli anni dal testare concentrazioni nell'ordine di decine/centinaia di ppmv applicate per tempi nell'ordine di grandezza di giorni/settimane, a testare concentrazioni di migliaia di ppmv applicate per tempi più brevi, nell'ordine di grandezza delle ore. Applicazioni siffatte richiederebbero però una dotazione impiantistica dedicata specificatamente all'applicazione del trattamento prima dell'immissione delle granelle nei silos, volumi idonei dal punto di vista dei materiali e sufficientemente capienti da trattare masse cospicue di prodotto per ore prima dello stoccaggio, macchine produttrici di ozono sufficientemente grandi e potenti da produrre l'ozono richiesto per trattare i suddetti volumi.

Alla luce di questo, non esistono ancora impianti dedicati all'applicazione di O_3 per la detossificazione da micotossine, mentre la sperimentazione è volta a mettere a punto combinazioni di tecnologie di produzione, concentrazioni e tempi di applicazione sempre più vantaggiose in termini economici e di efficacia. L'obiettivo tecnologico è consentire trattamenti di pochi minuti, quindi tali da far ipotizzare un "attraversamento" dell'impianto di trattamento da parte della granella in ingresso, che preceda lo stoccaggio o la trasformazione; per raggiungere questo però ulteriori progressi nella produzione di ozono -economica, sicura ed efficiente- sono attesi.

Ai fini di testare l'efficacia nella detossificazione da aflatossine (AF), la granella di mais è stata addizionata artificialmente di aflatossina B1 (AFB1), in modo da raggiungere un livello di contaminazione uniforme, noto e abbastanza alto da consentire di: 1) operare a partire da granelle che superino i limiti di concentrazione consentiti per legge anche nelle categorie più permissive (es. 20 ppb, granella di mais ad uso zootecnico) e non solo in quelle più restrittive (es. 5 ppb, mais da sottoporre a cernita o ad altri trattamenti fisici prima del consumo umano); 2) ridurre il potenziale errore di campionamento, grazie all'aspersione uniforme della massa di una soluzione di AFB1 disciolto in etanolo assoluto; 3) apprezzare decrementi della concentrazione di AF sufficientemente ampi da non potersi attribuire all'errore analitico, né all'errore di campionamento.

In seguito, batch di 3 kg ciascuno sono stati trattati nel sistema pilota, applicando concentrazioni diverse di O_3 per tempi diversi, secondo indicazioni tratte dalla letteratura scientifica in materia (riferita soprattutto all'ozonolisi del deossinivalenolo –DON– su diversi tipi di frumento) (vedi Tabella 7.2). I trattamenti sono stati tutti effettuati in 3 repliche.

Concentrazione O ₃ (v/v)	= mg/L	Tempo (min)
12.000 ppm = 1,2%	28,8	0 (controllo non trattato)
		30
		60
		120
		180
24.000 ppm = 2,4%	57,6	0 (controllo non trattato)
		30
		60
		120
		180

Tabella 7.2: Livelli di trattamento con ozono testati nel sistema pilota del progetto G.I.R.A.

Le analisi hanno riguardato i contenuti di AFB₁, ma anche delle aflatossine B₂, G₁, G₂. I principali risultati del trattamento con ozono sull'abbattimento della concentrazione di AF sono riportati nelle Figure 7.6 e 7.7.

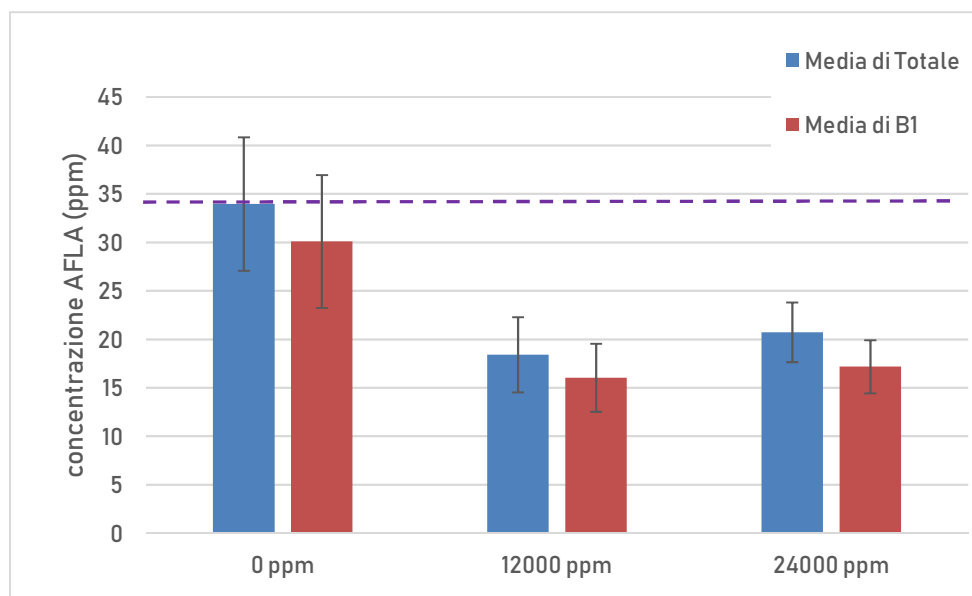


Figura 7.6: Risultati delle prove di decontaminazione da aflatossine (AFLA) con ozono: effetto della concentrazione di O_3 applicata sul totale delle aflatossine e sulla singola AFB1. Le barre di errore sono riferite agli errori standard.

Analizzando i risultati per il fattore “concentrazione”, si è evidenziato come il trattamento alla concentrazione più bassa tra quelle testate (12.000 ppm) abbia conseguito risultati in termini di abbattimento delle aflatossine del tutto comparabili a quelli della concentrazione più alta (24.000 ppm). Anzi, la concentrazione sia di AFB1 che delle aflatossine totali risulta essere leggermente, ma non significativamente, più alta nel trattamento più intensivo.

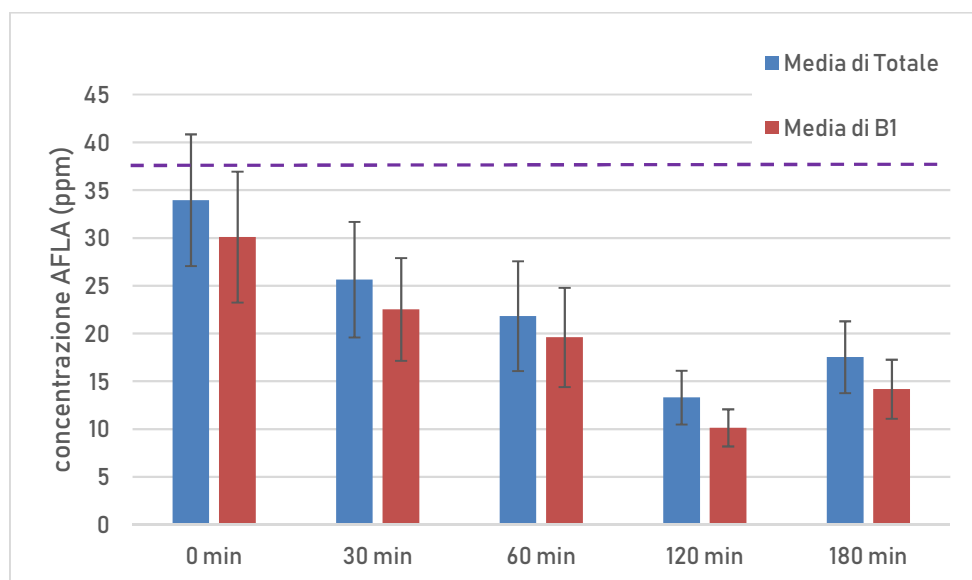


Figura 7.7: Risultati delle prove di decontaminazione da aflatossine (AFLA) con ozono: effetto del tempo di applicazione di O_3 sul totale delle aflatossine e sulla singola AFB1. Le barre di errore sono riferite agli errori standard.

Per quanto riguarda il fattore “tempo”, applicazioni via via più prolungate del gas ozono favoriscono una maggiore degradazione, almeno incrementando l’esposizione delle granelle fino a due ore. Oltre le due ore, non sembra verificarsi un maggiore abbattimento della concentrazione di AFB1, né di altre tossine. La variabilità delle concentrazioni, molto alta nel campione di partenza com’è tipico per le contaminazioni da micotossine, pare ridursi all’aumentare del tempo di applicazione, portando progressivamente le concentrazioni delle diverse repliche ad avvicinarsi ai valori medi. Anche questo effetto però pare sensibile non oltre i 120 minuti di trattamento. Il trattamento di due ore, a concentrazioni di almeno 12.000 ppm, appare essere anche l’unico trattamento consistentemente in

grado di abbattere la concentrazione di aflatossine al di sotto dei limiti di legge per l'uso zootecnico (<20 ppb).

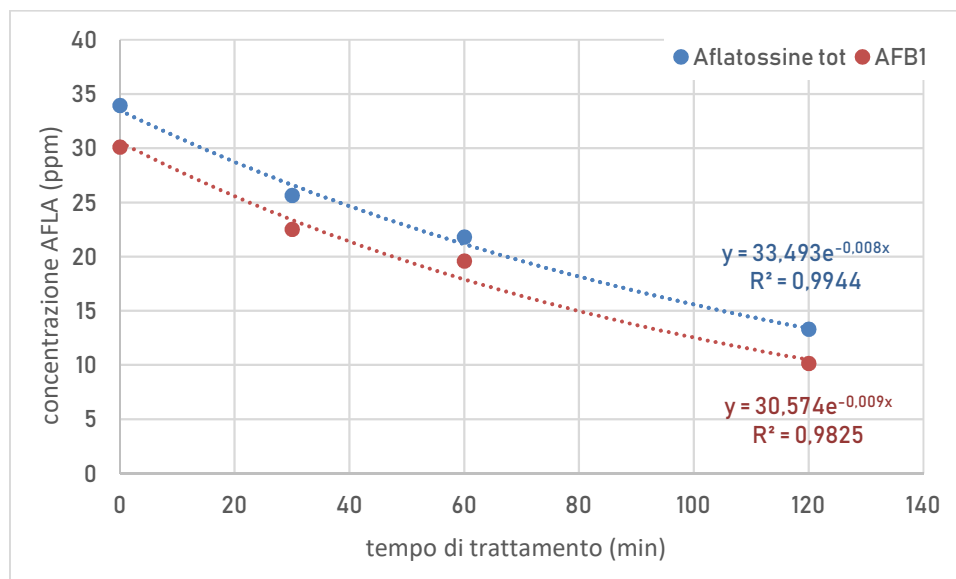


Figura 7.8: Decadimento esponenziale della concentrazione di aflatossine totali e di AFB1 in funzione del tempo di trattamento nell'intervallo 0-120 minuti.

Osservando la dinamica della concentrazione di aflatossine nei trattamenti di durata uguale o inferiore a 120 minuti (Figura 7.8), si nota come la degradazione sia facilmente rappresentata da modelli di decadimento esponenziale, in cui per definizione la diminuzione della concentrazione è proporzionale al valore della stessa. Il calo dunque non è sembra essere esattamente lineare, proporzionale solamente al tempo di trattamento. In media, si osserva come il contenuto di aflatossine totali e di AFB1 sia calato in due ore rispettivamente del 61% e del 66%, contro il 35-36% di degradazione ottenuto in un'ora.

Nel corso delle prove sono stati rilevati i costi energetici dei trattamenti attraverso un misuratore di consumi elettrici (MKC-77586), individuando così delle relazioni tra consumo elettrico e durata del trattamento, diverse per le due concentrazioni applicate. Per migliorare la qualità delle regressioni, in aggiunta ai tempi considerati per i trattamenti su mais (30, 60, 120, 180 minuti) sono stati considerati effettuati dei trattamenti "a vuoto", impegnando il sistema pilota per alcuni tempi intermedi (90, 150 minuti). Anche i trattamenti "a vuoto" sono stati effettuati in tre repliche.

Dalle rilevazioni effettuate, il costo energetico del trattamento è risultato essere direttamente proporzionale alla durata (Figura 7.9). Le regressioni lineari dei consumi elettrici rispetto al tempo di trattamento hanno espresso coefficienti angolari diversi per concentrazioni di ozono diverse. Nel caso del trattamento di 2 ore a 12.000 ppm, le aflatossine degradate per unità di energia elettrica consumata sono state 8,15 ppb/kWh. Avendo conseguito livelli di degradazione simili con la concentrazione di ozono più alta (24.000 ppm), ed essendo maggiore il consumo di elettricità per trattare a concentrazioni di ozono più alte, il trattamento con O₃ alla concentrazione più bassa è sicuramente più efficiente energeticamente. Viste però la dinamica di crescita lineare dei consumi e quella esponenziale del decadimento delle aflatossine, appare evidente come andando avanti nel tempo con il trattamento le aflatossine si degradino sempre di meno: l'efficienza energetica della degradazione sarà quindi più alta all'inizio del processo (ad esempio, da 0 a 30 minuti piuttosto che da 90 a 120 minuti).

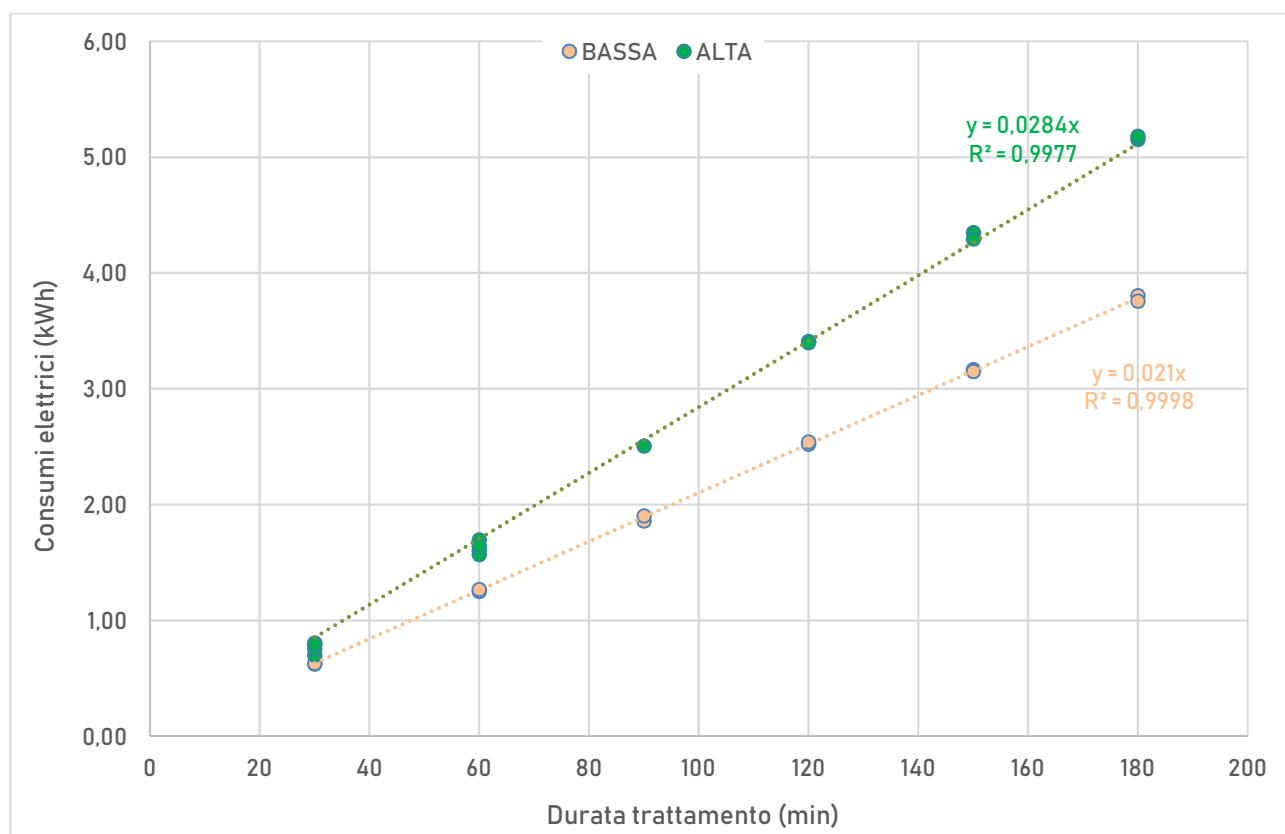


Figura 7.9: Consumi elettrici della decontaminazione da aflatossine con O₃ in relazione alle concentrazioni (BASSA = 12.000 ppm, ALTA = 24.000 ppm) e ai tempi di applicazione.

C'è da aggiungere infine che 1) questi risultati riguardano le aflatossine, e in particolare l'AFB1, ma non i prodotti di degradazione ozonolitica, la cui potenziale tossicità non è ancora sufficientemente studiata; 2) l'intensa ossidazione a carico delle aflatossine è un effetto desiderato, ma anche altre sostanze contenute nelle granelle possono aver subito processi degradativi; per la valutazione complessiva della qualità delle granelle trattate nell'alimentazione animale si rimanda alle valutazioni effettuate nell'ambito di altre azioni del progetto (*AZIONE 8* – “Trasferimento innovazione in ambito zootecnico”).

7.2.2 – Trattamento di granella di mais per le prove di alimentazione animale

Dopo la messa a punto del sistema pilota (Sotto-azione 7.1) e le prove di decontaminazione delle granelle di mais, la Sotto-azione 7.2 è stata completata realizzando dei trattamenti sperimentali su lotti di mais destinati alle prove di alimentazione animale. A questo scopo, è stato impiegato del cereale non contaminato artificialmente, ma solo naturalmente, il cui contenuto di AF risultava essere al di sotto dei limiti di legge per l'uso zootecnico (<20 ppb), per non somministrare agli animali un prodotto che non fosse adatto alla loro alimentazione, valutando quindi unicamente l'idoneità delle granelle trattate (o non trattate) con ozono dal punto di vista delle loro caratteristiche nutrizionali, variate più o meno grandemente dallo stesso trattamento.

Per far questo, circa 220 kg di granella di mais di cui sopra sono stati trattati, in 22 batch da 10 kg ciascuno, alla concentrazione di 12.000 ppm per un tempo di 2 ore, ossia al livello di trattamento ritenuto “di base”, il più equilibrato per intensità ed effetti, in grado di assicurare un efficace abbassamento della concentrazione di AF. Nel corso dei trattamenti, la concentrazione dell'ozono in ingresso nel sistema pilota è stata monitorata come da metodologia precedentemente descritta (vedi 7.1.2). Sono stati prelevati campioni prima e dopo ogni trattamento batch per avere termini di riferimento della qualità del mais di controllo e dopo la detossificazione con ozono. L'intera massa di mais trattato ed i campioni pre e post trattamento sono stati infine conservati in cella frigorifera a 4°C fino all'avvio delle prove di alimentazione animale, di cui all'*AZIONE 8*.

Allegato 3

**PSR Toscana 2014-2020
*PROGETTO***

***PIF GIRA PER LA PIANA LUCCHESI
G.I.R.A. – Gestione Integrata Rischio Aflatossine***

**Misura 16.2 del PSR 2014-2020 Regione Toscana
Bando PIF – annualità 2015
Codice PIF 38/2015**

RELAZIONE FINALE

AZIENDA AGRICOLA MARTELLO NADIA

AZIENDA AGRICOLA CASSETTARI ALESSANDRO

TIPOLOGIA AZIENDALE, DIMENSIONI, INDIRIZZO PRODUTTIVO

L'azienda Martello Nadia è un'impresa individuale con titolare la signora Martello Nadia, nata a Tribano (PD) il 09.12.1958, e residente nel Comune di Crespina Lorenzana (PI) in Via Zavagno 60 /AH, C.F./CUAA MRTNDA58T49L414D . L'azienda è condotta direttamente dalla titolare, imprenditrice agricola (IAP) ai sensi del LR 45/07 e iscritta alla CCIAA di Pisa con P.IVA 00995656504. L'azienda si avvale anche di servizi conto terzi.

L'ordinamento colturale è rappresentato in massima parte dai seminativi, come si evince dal Piano Colturale Grafico PCG presentato nelle due campagne agrarie di riferimento per il progetto G.I.R.A.:

Tab 1 – Piano colturale grafico 2017 (da banca dati ARTEA)

Coltivazioni fino al 15 maggio		
Codice	Occupazione del suolo	Area
544	CECE	314187
003	COLZA	337604
562	ERBA MEDICA	29865
002	GRANO (FRUMENTO) DURO	1394282
001	GRANTURCO (MAIS)	144502
055	LINO	102741
046	LOIETTO LOGLIO	233395
420	OLIVO	4852
870	ORZO	329651
336	PRATO POLIFITA	1473
214	SUPERFICI AGRICOLE RITIRATE DALLA PRODUZIONE	49626
390	VECCIA VILLOSA	87074
Totale		3029252

Tab 2 – Piano colturale grafico 2016

Coltivazioni fino al 15 maggio		
Codice	Occupazione del suolo	Area
544	CECE	209825
003	COLZA	672530
226	CORIANDOLO	103249
562	ERBA MEDICA	8489
800	ERBAIO	170597
002	GRANO (FRUMENTO) DURO	1520108
587	GRANO (FRUMENTO) TENERO	376500
001	GRANTURCO (MAIS)	107026
420	OLIVO	4852
870	ORZO	479213
214	SUPERFICI AGRICOLE RITIRATE DALLA PRODUZIONE	49626
Totale		3702015

POSSESSO DELL'UTE

L'UTE è condotta in parte in affitto e parte in proprietà come (cfr fascicolo ARTEA)

CASSETTARI ALESSANDRO - CUA: CSSLSN71R25E715R**SOGGETTO BENEFICIARIO**

Cognome e Nome e/o Ragione sociale		CASSETTARI ALESSANDRO			
Nato a	LUCCA	LU	il	25.10.71	
Residente nel Comune di	LUCCA			LU	CAP 55012
Via/Fraz./Loc.	VIA S. CRISTOFORO 72/D LAMMARI		CF	CSSLSN71R25E715R	
Titolare / Leg. Rapp. dell'Azienda		OMONIMA			
Sede nel Comune di	LUCCA			LU	CAP 55010
Via/Fraz./Loc.	VIA DEI BOSCHI I 119 - PICCIORANA		P. IVA	01379620469	

Natura Azienda	IMPRESA INDIVIDUALE
----------------	---------------------

NOTIZIE SULL'AZIENDA E L'IMPRESA: Ubicazione e caratteristiche dell'Azienda

Centro aziendale nel Comune di	LUCCA			Prov.	LU
Via/ Fraz./Località	VIA DEI BOSCHI I 119 - PICCIORANA				
Ampiezza aziendale	Ha	92.85.08			
Giacitura	Pianeggiante				
Altitudine	Mt s.l.m.	//			
Corpi fondiari		N°	Diversi		
Distanza media centro aziendale		Km	dvv		

Titolo di possesso dei terreni			
	Proprietà	Ha	03.24.34
	Affitto	Ha	88.42.14
	Comodato		02.28.60
	TOTALE	Ha	92.85.08

Coltivazioni fino al 15 maggio 2016

Codice	Occupazione del suolo	Area
005	GIRASOLE	8.44.51
587	GRANO (FRUMENTO) TENERO	28.52.29
001	GRANTURCO (MAIS)	46.75.57
214	SUPERFICI AGRICOLE RITIRATE DALLA PRODUZIONE	6.28.18
Totale		90.00.55

Coltivazioni fino al 15 maggio 2017

Codice	Occupazione del suolo	Area
003	COLZA	33.58.84
005	GIRASOLE	10.68.35
587	GRANO (FRUMENTO) TENERO	0.98.47
001	GRANTURCO (MAIS)	37.99.25
629	ORTI FAMILIARI	0.23.92
214	SUPERFICI AGRICOLE RITIRATE DALLA PRODUZIONE	5.02.42
Totale		88.51.25

DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ REALIZZATE E DEGLI OBIETTIVI RAGGIUNTI

Definizione del protocollo sperimentale

Nell'ambito del protocollo sperimentale finalizzato a individuare le eventuali differenze di attacco di aflatossine su due tipologie di classi di mais con differenti epoche di semina, al fine di esaltare la differenza massima di condizioni climatiche di raccolta della granella, sono state realizzate le previste attività di coltivazione del mais in asciutto.

Il protocollo prevedeva la ripetizione della coltivazione per due anni: 2016 e 2017.

Sono state confrontate due varietà di mais (precoce, FAO 400 -ciclo 120 giorni e tardiva, FAO 600 – 130 giorni; Figura 1):

Figura 1 – Ibridi di mais impiegati

 P 0837 CLASSE 400 GIORNI 120 VERI RECORD PRODUTTIVI IN CLASSE 400 Un balzo in avanti della genetica Pioneer, con produzioni incredibili di granella e trinciato anche in aree difficili. La Pianta Risulta evidente il grande sviluppo vegetativo, con spighe bilanciate e straordinariamente produttive, stocchi robusti ed estremamente sani. Ottima tolleranza alla piralide e alle patologie fungine. I Risultati Fra i 400 si distingue per l'impressionante produzione di biomassa, mantenendo un ottimo rapporto spiga/pianta grazie al notevole apporto di granella. Eccezionale potenziale produttivo, in grado di superare le aspettative di ogni maiscoltore sia da granella che da trinciato. La Coltivazione La soluzione per gli ambienti ad alta fertilità, che consente di precocizzare la raccolta di granella e trinciato, senza rinunciare a straordinarie performance produttive. Ideale nelle aree centrali e orientali dell'Emilia Romagna in cui si punta alla massima produzione da trinciato. GRANELLA: 7,5 - 8,0 pp/m² TRINCIATO: 7,5 - 8,0 pp/m²	 PR32 F73 CLASSE 600 GIORNI 130 OTTIMA PRODUTTIVITÀ E STABILITÀ IN CLASSE 600 Per chi cerca rese di grande soddisfazione in ogni ambiente. Si esalta in zone ad alta fertilità con produzioni incredibili e umidità contenute. La Pianta Possiede tutti i caratteri fisiologici dei migliori ibridi Pioneer: fioritura anticipata, lungo periodo d'accumulo, notevole resistenza alla siccità, prolungato mantenimento del verde, alta efficienza nel trasporto di acqua ed elementi nutritivi. Radici e stocchi sono di ottima qualità. I Risultati Pianta medio-alta, con inserzione equilibrata della spiga, di forma conica e molto appassante. Manifesta una grandissima stabilità produttiva, legata anche alla estrema flessibilità di spiga, ossia alla capacità di adattarla alle diverse condizioni ambientali di coltivazione. La Coltivazione Si distingue per una prepotente superiorità produttiva in terreni fertili e profondi, con risultati di grande soddisfazione anche nelle situazioni meno favorevoli. GRANELLA: 7,0 - 7,6 pp/m²
---	---

Su entrambe le varietà è stato applicato il Sistema di Gestione del rischio Fitosanitario SGF_AFX1, basato sull'uso di AFX1, a confronto con un controllo. Il principio attivo del prodotto, *Aspergillus flavus* MUCL54911, è un fungo isolato e selezionato nei terreni italiani. Questo ceppo, a differenza della maggior parte di quelli presenti nell'ambiente, non produce tossine pur essendo estremamente competitivo e vitale, cioè in grado di svilupparsi più in fretta degli altri *Aspergilli* presenti nell'ambiente. Una volta distribuiti e insediati sulla coltura, gli *Aspergilli* di AF-X1 agiscono come antagonisti dei ceppi che producono aflatossina, impedendo loro di colonizzare e contaminare le spighe. In questo modo, il trattamento dovrebbe permettere di ridurre il rischio che l'infezione della pianta si traduca nello sviluppo di alti livelli di aflatossina. Scopo della sperimentazione è stato quello di determinarne l'efficacia nei contesti tipici degli areali toscani di coltivazione del mais.



Allegato 4

Azione 5.1 Validazione del modello previsionale

Fase preliminare

Mais.net è un Decision Support System (DSS) a cui è possibile accedere tramite piattaforma web presente sul sito di Horta. Gli scopi di mais.net sono molteplici: fornire assistenza tecnica interattiva e dinamica per agricoltori, tecnici e industrie agroalimentari per governare al meglio la qualità delle produzioni attraverso sia la modellizzazione dei fenomeni che avvengono in campo che le moderne tecnologie informatiche e Internet.

Mais.net utilizza come input di partenza per i propri modelli i dati metereologici ottenuti da stazioni meteo installate presso il campo, le informazioni generali dell'azienda e della conduzione aziendale e agronomica fornite dall'utente. A seconda del fenomeno di interesse, il DSS fornisce output diversificati tra i quali: consiglio di semina, consiglio irriguo e di concimazione, rischio insorgenza micotossine, rischio presenza dei maggiori insetti fitofagi del mais.

Il progetto è partito con l'adattamento e perfezionamento di mais.net per l'areale toscano. Il servizio era stato implementato e validato con dati provenienti principalmente dalla valle padana. Questo non garantiva una corretta lettura delle peculiarità del territorio. A tal fine, sono state installate 4 stazioni meteo presso i campi sperimentali della piana lucchese in modo da ottenere i dati puntuali metereologici di temperatura, precipitazione, umidità relativa dell'aria e bagnatura fogliare. Le stazioni meteo sono state collegate con i server di Horta tramite GPRS in modo da acquisire un flusso continuo di informazione e dati alla piattaforma online a cui l'utente può accedere costantemente dalla pagina web e inserire i dati di campo necessari per poter accedere agli output dei modelli previsionali.

Fase 1

Studio dei fattori che influenzano lo sviluppo di funghi micotossigeni quali *Aspergillus flavus* e *Fusarium verticilloides* e la rispettiva presenza di micotossine, quali aflatossine e fumonisine. Sebbene il progetto fosse focalizzato sulle aflatossine, Horta ha simultaneamente studiato anche il modello previsionale relativo alle fumonisine. In questo modo, mais.net potrà fornire consigli tecnici correlati a entrambi le micotossine.

Individuazione del *primo livello di input*, ovvero input di base del modello previsionale per la formulazione del rischio presenza micotossine. Questi input sono:

- lo sviluppo della pianta (classificato utilizzando la scala fenologica BBCH);
- i parametri metereologici (temperatura, umidità, bagnatura fogliare e precipitazioni) che influenzano sia la crescita della pianta che le condizioni favorevoli per lo sviluppo e i processi metabolici del fungo micotossigeno e dei relativi marciumi in campo.

In assenza di dati sperimentali toscani, questa prima versione è stata validata con i dati storici della pianura padana in possesso di Horta in attesa dei rilievi fenologici e dei dati metereologici della piana lucchese (dati resi disponibili dal 2016).

Fase 2

Studio di un *secondo livello di input* ovvero le variabili agronomiche che favoriscono l'insorgenza dei funghi fitopatogeni. Questo secondo livello è stato sviluppato per capire le dinamiche di accumulo delle micotossine. Queste sono il risultato della concomitanza di più fattori:

- irrigazione,
- trattamento insetticida contro la piralide del mais
- rotazione colturale
- gestione dei residui della coltura precedente
- lavorazioni del terreno
- scelta dell'ibrido
- l'epoca e densità di semina
- l'epoca e modalità di raccolta

Sono state implementate nel DSS le voci necessarie per raccogliere queste informazioni dall'utente.

La raccolta di tutti i dati di input e controllo dei dati di output ha costituito la base dei modelli previsionali dell'*Aspergillus flavus* (Modello previsionale rischio aflatossine) e *Fusarium verticilloides* (Modello previsionale rischio fumonisine) che sono stati perciò implementati nel web assistance mais.net. In un secondo momento, si è deciso di rappresentare graficamente il rischio aflatossine e fumonisine attraverso un cruscotto colorato semaforico dove il verde indica un basso rischio, giallo intermedio e rosso alto rischio.

Fase 3

A seguito degli studi effettuati per il progetto e alla maggiore comprensione dei fenomeni e variabili colturali che condizionano lo sviluppo delle micotossine, i singoli cruscotti di previsione del rischio Aflatossine e Fumonisine sono stati sostituiti da 3 cruscotti ciascuno. I 3 cruscotti aumentano il dettaglio previsionale per l'utente poiché il rischio di insorgenza dei metaboliti tossigeni dipende principalmente da come sono gestiti gli appezzamenti (Cruscotto *Rischio agronomico*), da come viene condotta la coltivazione del mais durante la stagione (Cruscotto *Rischio stagionale*) e da come e quando avviene la raccolta (Cruscotto *Rischio raccolta*). Sebbene il progetto abbia come obiettivo lo studio del rischio previsionale delle Aflatossine, Horta ha comunque integrato in mais.net per l'areale toscano anche il modello previsionale inerente lo sviluppo delle Fumonisine. Quest'ultimo modello è stato validato con dati non derivanti dal progetto.

Inserimento nel web assistance Mais.net di cruscotti e grafici di dettaglio dei modelli previsionali di *Aspergillus flavus* (Modello previsionale rischio aflatossine) e *Fusarium verticilloides* (Modello previsionale rischio fumonisine). Definizione del layout di raffigurazione del rischio di aflatossine e fumonisine durante il ciclo colturale attraverso cruscotti semaforici (Figura 1).

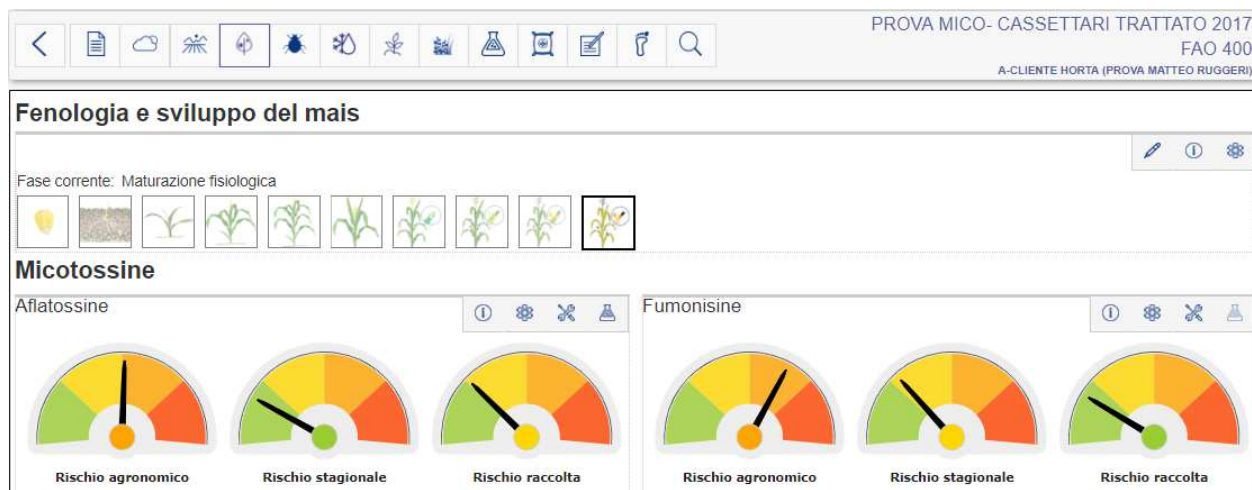


Figura 1. Rappresentazione del rischio aflatossine (destra) e fumonisine (sinistra) attraverso tre cruscotti rappresentanti ciascuno una fase del ciclo colturale del mais: il rischio agronomico, stagionale e alla raccolta. La colorazione del cruscotto richiama quella di un semaforo dove verde indica basso rischio e rosso, alto rischio.

La scelta di rappresentare tre cruscotti è stata dettata dalla consapevolezza che molteplici sono i fattori che influenzano la comparsa dei funghi micotossigeni e della successiva presenza di micotossine in campo.

Il cruscotto del rischio agronomico considera i fattori legati alla impostazione colturale, che vengono richiesti come input all'utente, ad esempio: l'ibrido coltivato, la data di semina, la precessione colturale, la presenza nell'areale di aflatossine. Una buona impostazione colturale determina una sfavorevole condizione di sviluppo per i patogeni e deve essere quindi parte integrante della prevenzione delle aflatossine.

Nella fase di sviluppo e crescita della coltura, si passa al cruscotto del rischio stagionale che riassume l'influenza di più fattori quali: l'andamento climatico, ovvero i dati meteorologici ottenuti dalla stazione meteo in campo, i fattori che favoriscono lo sviluppo biologico del fungo e di conseguenza l'infezione e le pratiche agricole dell'agricoltore. In particolare, l'irrigazione spunta tra le operazioni colturali più rilevanti per il controllo della aflatossine cercando di evitare stress idrici nei momenti più importanti/suscettibili della coltura quali la fioritura e la maturazione del mais.

Infine il cruscotto del rischio raccolta esprime il rischio di sviluppo micotossine a fine ciclo considerando sia le condizioni climatiche che le operazioni di raccolta.

Ciascun cruscotto si attiva quando è stato raggiunto lo stadio fenologico corrispondente a quella fase di rischio.

Fase 4

All'interno di ogni cruscotto ci sono dei grafici di dettaglio ed help informativi connessi ai tre cruscotti (Figura 2) che mostrano per ciascun cruscotto di rischio, il livello di rischio complessivo raggiunto, il peso e la gravità di ciascun fattore di rischio (input di secondo livello). Il peso di ciascun fattore di rischio è espresso dalla larghezza della banda mentre la gravità è espressa dal colore assunto dalla banda. A lato, cliccando sulla (i) è possibile accedere ad informazioni per

Per effettuare la calibrazione dei modelli nella piana lucchese, sono stati raccolti i dati meteo dalle stazioni installate presso i campi sperimentali e i dati fenologici per comprendere la relazione locale tra il ciclo di sviluppo dei patogeni, lo sviluppo della fenologia delle piante di mais, le caratteristiche del suolo e l'andamento climatico dell'areale lucchese.

Fase 2

Dalle prove in campo Horta ha ottenuto i valori di aflatossine della granella raccolta. I risultati previsionali dei modelli di Horta per le 8 UP sono stati quindi messi a confronto con i valori reali ottenuti da analisi di laboratorio svolte dai partner del progetto. Dal secondo anno di progetto è stata riscontrata una buona corrispondenza tra i risultati di laboratorio e quelli predetti del modello (Figura 3a, 3b e 3c). In figura è riportato un esempio della calibrazione che è stata svolta per tutte le prove sperimentali. Sempre in figura sono riportati in alto a sinistra i tre cruscotti relativi al rischio aflatossine mentre in basso gli stessi 3 cruscotti per la tesi coltivata con il medesimo ibrido, ma trattata con il prodotto AFX1 della Pioneer. L'esempio rappresenta una prova condotta presso la località Capannori. A destra, invece è riportato il grafico che mostra la quantità di aflatossine (espressa in ppb) presente effettivamente nella granella per le due tesi prese in esame.

Il cruscotto *raccolta* indica un livello di rischio più basso per la tesi trattata rispetto al controllo, così come è riscontrabile dai dati di laboratorio (l'istogramma *400 C-controllo* è più alto dell'istogramma *400 T - trattato*).

Il primo cruscotto relativo all'*impostazione coltivazione* è identico per entrambe le situazioni poiché le tesi erano inizialmente identiche (stessa rotazione, stesso ibrido, stesso terreno, ecc.).

Dalla fase di coltivazione invece una tesi è stata trattata con la soluzione AFX1, mentre l'altra no e i benefici del trattamento sono infatti riscontrabili non solo nell'ultimo cruscotto relativo alla *raccolta*, ma anche nel cruscotto relativo al rischio in fase di *maturazione*. Infatti per quest'ultimo cruscotto il rischio di Aflatossine è tra l'arancione e il rosso (cioè medio alto) per la tesi controllo, mentre invece è sul giallo (rischio medio basso) per la tesi in cui si è usato l'AFX1.

ESEMPIO: Capannori, classe FAO 400

Stesse operazioni culturali

a)

CONTROLLO

MODELLO

REALTÀ

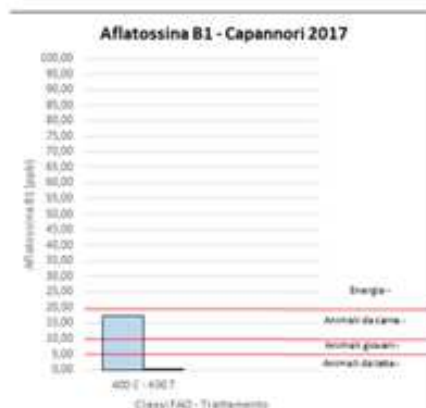


TRATTATO, con AF X1



HORT@

UNIVERSITÀ CATTOLICA
del Sacro Cuore



ESEMPIO: Fauglia, classe FAO 600

Stesse operazioni culturali

b)

CONTROLLO

MODELLO

REALTÀ

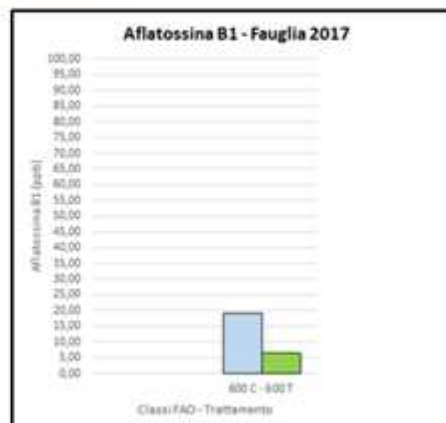


TRATTATO, con AF X1



HORT@

UNIVERSITÀ CATTOLICA
del Sacro Cuore



ESEMPIO: Capannori, classe FAO 600

Stesse operazioni colturali **c)**

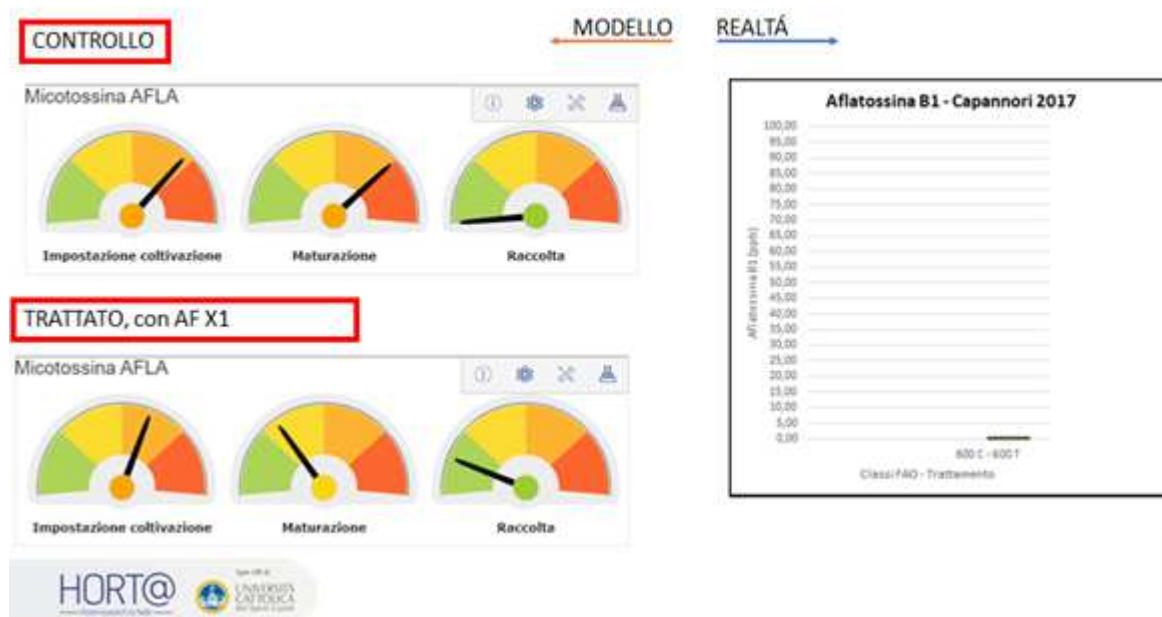


Figura 3. Confronto tra gli output del modello aflatossine rappresentati dai tre cruscotti semaforici per la tesi controllo e la tesi trattata con il prodotto AFX1. Sulla destra, il grafico illustra i valori (in ppb) di aflatossine riscontrati nelle medesime prove nella a) Prova sperimentale in località Capannori con ibrido classe FAO 400, b) prova sperimentale in località Fauglia con ibrido classe FAO 600, c) prova sperimentale in località Capannori con ibrido classe FAO 600

La calibrazione per areale toscano del modello Aflatossine con i dati ottenuti dal progetto ha dato quindi esiti positivi, non riscontrando significative differenze tra i dati reali di campo e quelli previsti dagli algoritmi di Horta.

L'esito positivo delle calibrazioni è frutto anche delle conoscenze forniteci, anche verbalmente, dagli altri soggetti coinvolti nel progetto (incluso gli agricoltori) che, nelle diverse riunioni effettuate nella prima parte del progetto ci hanno subito informato sulle peculiarità e caratteristiche dei loro territori. Questo ci ha permesso di applicare fin da subito le corrette modifiche alle variabili colturali coinvolte nel rischio di insorgenza di micotossine e ai relativi algoritmi di calcolo.

Fase 3

Oltre alla calibrazione del modello sulle Aflatossine, altrettanto importante è stato perfezionare il modello fenologico. Questo è importante perché la suscettibilità ad un insetto, un fungo e ad uno stress abiotico varia al variare della fase del ciclo di sviluppo in cui si trova una coltura. Ad esempio, se per una settimana ci sono 35°C come temperatura massima pomeridiana e la coltura si trova in fase di stress idrico e in fase di allungamento dello stelo il rischio di insorgenza di micotossine risulta generalmente basso. Ma se la stessa situazione avviene in fase di emissione panico e sete, in fioritura o durante la maturazione il rischio di insorgenza di micotossine aumenta notevolmente. Il modello di previsione per la micotossine ha perciò bisogno di prevedere in che fase fenologica si trova il mais in campo. Questo dimostra come sia importante prevedere la corretta fase fenologica per prevedere altrettanto bene il rischio micotossine.

Nel progetto si è quindi confrontato l'andamento fenologico degli ibridi di mais nell'areale toscano con l'andamento simulato dal modello fenologico implementato in mais.net. Si è notato un allineamento con i dati fenologici reali rilevati in campo, sebbene alcune modifiche ai gradi giorni e alle soglie termiche sono state apportate.

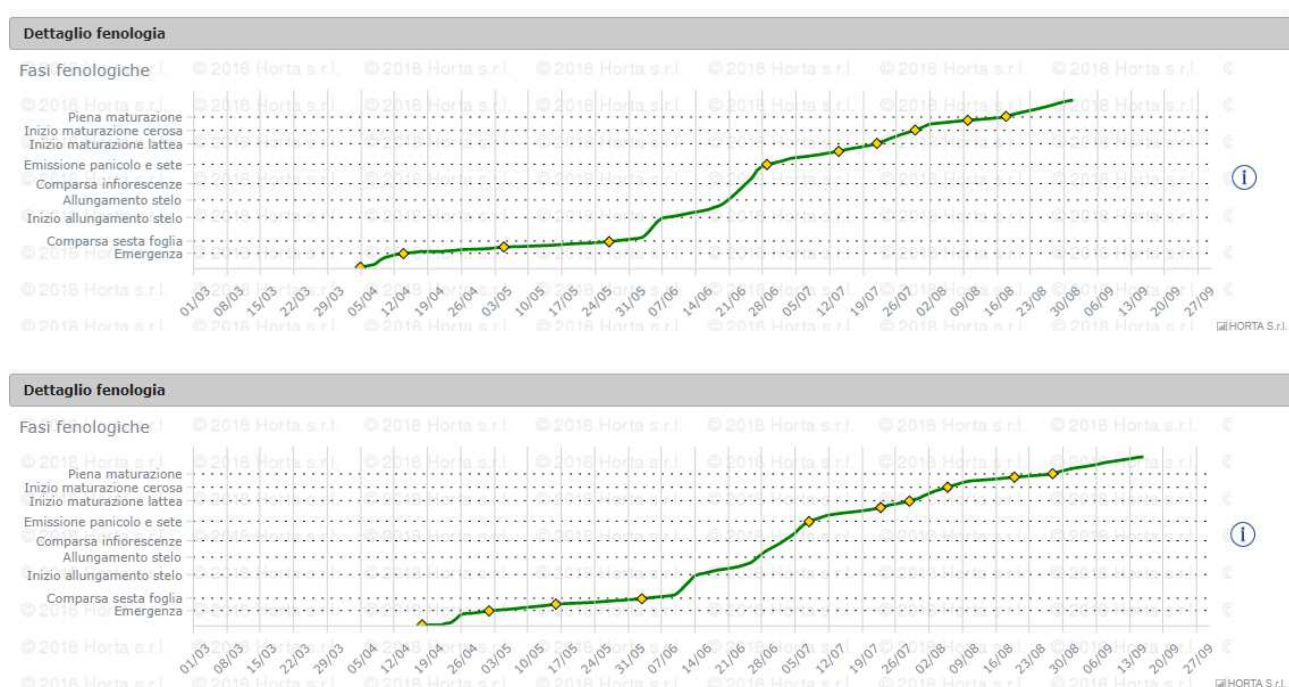


Figura 5. Output andamento fenologico su mais.net dell'ibrido classe FAO 600 (in alto), e di quello classe FAO 400 (in basso).

Nelle immagini successive sono brevemente descritti tutti i servizi e funzionalità presenti in mais.net ad integrazione dei modelli micotossigeni.

Tutti i sotto servizi riguardanti la gestione della semina, gli insetti, il bilancio idrico e la gestione del piano di concimazione di azoto, fosforo e potassio, sebbene non siano modelli relativi alle micotossine sono altrettanto importanti. Questo perché un buono o cattivo stato della coltura e la relativa insorgenza o meno di micotossine è condizionato anche da come e quando si semina il mais, come vengono gestite le infestazioni di insetti (soprattutto la piralide) e come si pianifica il piano di irrigazioni, in relazione all'andamento stagionale.

Per combattere le micotossine è quindi necessario sviluppare un applicativo olistico in cui tutte le scelte colturali che condizionano lo sviluppo delle micotossine sono supportate da modelli previsionali che aumentano la probabilità di intraprendere le scelte corrette, come pure vedere come gli effetti invisibili del clima e delle scelte dell'agricoltore condizionano l'accumulo di micotossine.

LA STRUTTURA

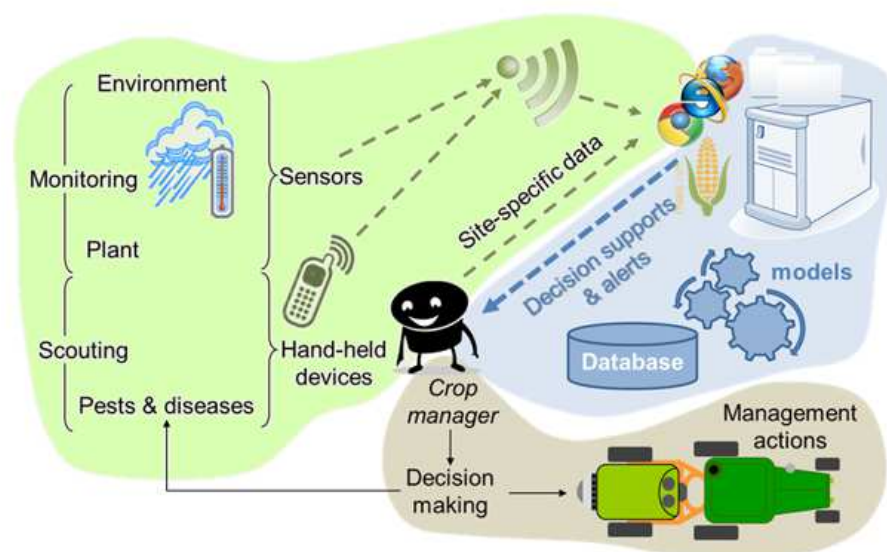


Figura 6. La struttura concettuale di servizio mais.net

DENSITÀ DI SEMINA, EMERGENZA E RISCHIO DIABROTICA



Figura 7. Consigli per la semina in mais.net come numero di semi consigliati per m², giorni di emergenza e rischio diabrotica. Per ridurre il rischio di micotossine bisogna partire con appezzamenti con il giusto investimento di piante a m² e seminare nel miglior momento a seconda dell'areale.

STRESS ABIOTICI

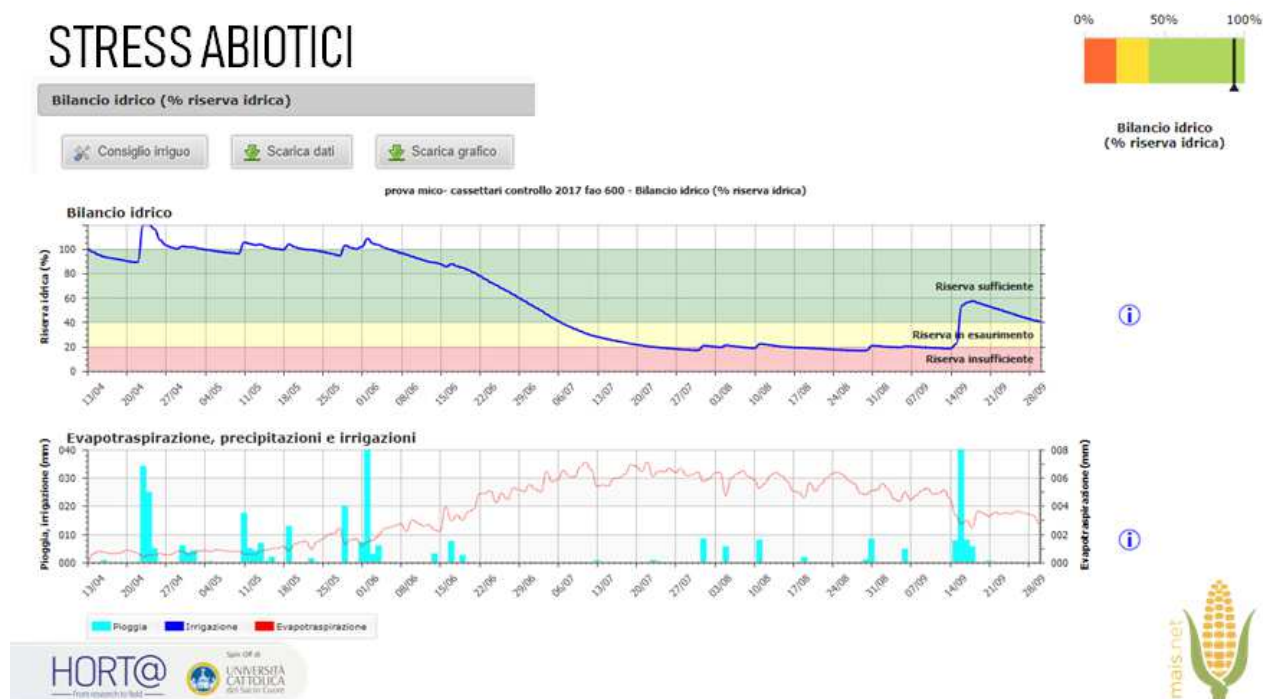


Figura 8. Monitoraggio della riserva idrica del suolo in funzione delle piogge e delle irrigazioni effettuate in campo. Monitorare gli stress idrici e capire quando è necessario effettuare delle irrigazioni è molto importante per allontanare il rischio di insorgenza di Aflatossine.

CONCIMAZIONE

Fenologia e sviluppo del mais

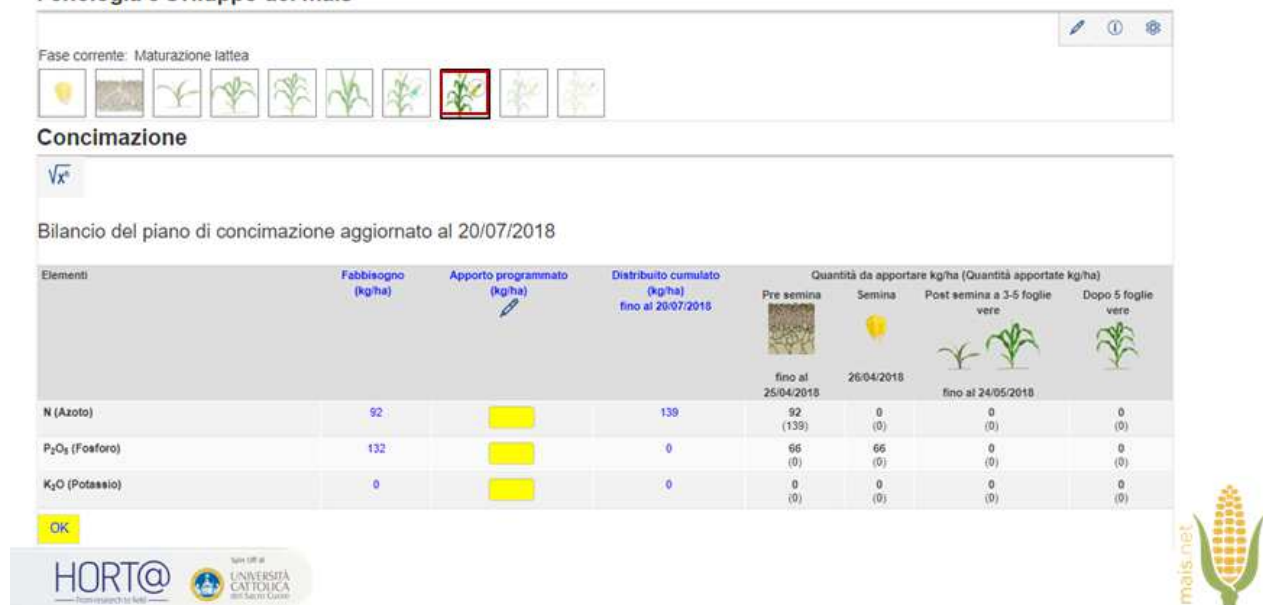


Figura 9. Piano di concimazione in funzione della precessione culturale, fertilità del suolo, scelta dell'ibrido e andamento meteorologico dell'areale. Applicare il necessario apporto di azoto, fosforo e potassio permette di avere una pianta equilibrata. Eccessi di concimazioni o carenze causano stress nella pianta, con relativo aumento del rischio di insorgenza di Aflatossine.

Fenologia e sviluppo del mais

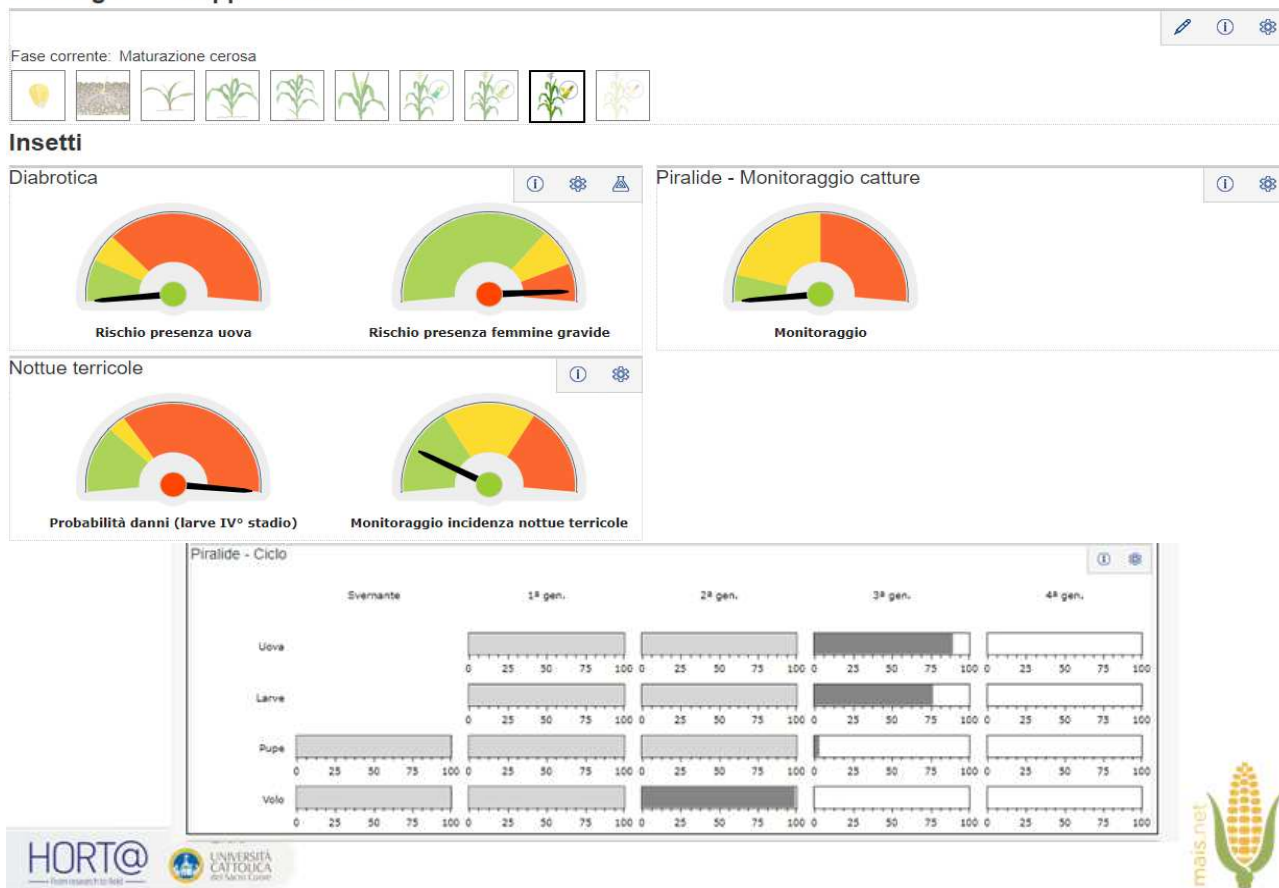


Figura 10. Monitoraggio dello sviluppo di diabrotica, piralide e nottue terricole. Tenere sotto controllo lo sviluppo di questi insetti riduce il rischio di stress per pianta, con conseguente beneficio produttivo e sanitario (minor rischio di micotossine se lo sviluppo della piralide è tenuto sotto controllo).

Azione 5.3 Integrazione degli indici vegetazionali

Fase preliminare

Inizialmente sono stati studiati diversi indici vegetazionali ottenibili da immagini telerilevate e/o da drone e, in collaborazione con la Scuola Superiore Sant'Anna, è stata fatta una valutazione di fattibilità economica e gestionale delle diverse tipologie di indici al fine di individuare quelli più adatti ai fini di ricerca. Gli indici prescelti si sono fin da subito indirizzati verso quelli in grado di monitorare l'accrescimento e lo sviluppo della coltura durante la stagione produttiva. I dati ottenuti dagli indici sono stati confrontati con i risultati di post raccolta relativi alla resa e al contenuto di micotossine nella granella raccolta dalle prove sperimentali.

Questi confronti sono stati effettuati per valutare, non solo la bontà dell'indice, ma anche se esiste una corrispondenza tra dati previsti e dati osservati; ad esempio la valutazione delle correlazione tra stress idrico e termico, contenuto di micotossine nella granella e risultato dell'indice.

Fase 1

È stato anche studiato come integrare e rappresentare questi indici all'interno del DSS e come relazionarli con i modelli previsionali delle micotossine preesistenti su mais.net. Diverse simulazioni grafiche sono state eseguite ai fini di valutare come rappresentare graficamente queste informazioni al meglio e come comunicarle all'utente e all'intera filiera in modo semplice e intuitivo.

Fase 2

Scelta del *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* come indice vegetazionale da integrare in mais.net. Questa scelta è stata condotta in quanto l'NDVI è un indice informativo facilmente ottenibile da immagini telerilevate, rinomata interpretazione e di ampia diffusione. Varia da valori di -1 a 1, dove valori bassi indicano scarsa copertura vegetale che potrebbe essere causato da vegetazione senescente o sofferente. Sono stati raccolti i dati da telerilevamento sulle prove sperimentali e dati di stress idrici colturali.

Fasi 3

Dopo aver implementato le pagine web per ottenere il primo e secondo livello di input necessari per i modelli micotossine, sono stati aggiunti anche gli input necessari per il terzo livello di dettaglio: ovvero dati necessari per fornire agli agricoltori valori dell'indice vegetazionale NDVI rilevate da satellite nei due campi sperimentali. È stato scelto questo indice vegetazionale perché è il più utile e intuitivo per gli agricoltori.

Le immagini satellitari sono state ottenute sia da Horta, utilizzando la rete satellitare 'Sentinel 2' che dalla Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna attraverso rete satellitare 'Sentinel 1, 2 e 3'. Gli indici NDVI ottenuti dalle immagini satellitari sono stati studiati in diverse giornate tra la semina e la raccolta. Considerando l'andamento stagionale, gli ibridi coltivati (classe FAO 400 e 600) e le operazioni colturali effettuate nei campi prova sono state studiate eventuali relazioni con lo stato dirico della pianta, lo stato nutrizionale e la resa a fine stagione.

Inizialmente si pensò di utilizzare dati da droni, la scelta di sostituirle con quelle satellitari è nata dalla possibilità di accedere più agevolmente alle immagini da portali internet open source (più frequentemente accessibili e con una accuratezza di risoluzione comunque molto buona).

Fase 4

L'attività di elaborazione dati ha seguito le seguenti fasi di lavoro:

- Ad ogni UP è stata associata una poligonale geo-referenziata
- Dal repository di immagini del satellite Sentinel-2 si sono selezionate e scaricate le immagini satellitari dei territori interessati di qualità utile sia riguardo la copertura nuvolosa sia riguardo le correzioni dovute alle distorsioni atmosferiche
- L'attività ha selezionato tre serie storiche di immagini satellitari utili al calcolo dell'indice NDVI con risoluzione di 10 metri. Le bande spettrali utilizzate sono state quelle richieste per

il calcolo dell'indice NDVI (Rouse et al., 1974): rosso (Red, banda n° 4) e infrarosso vicino (NIR, banda n° 8)

- Al fine di migliorare la resa grafica ogni immagine selezionata è stata rispazializzata portando la risoluzione dei punti a due metri
- Le immagini satellitari nelle bande NIR e Red hanno fornito gli indici di base per il calcolo delle serie storiche di mappe NDVI per ogni UP applicando la seguente equazione

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

- Da ogni mappa NDVI è stata estratta la relativa matrice dei valori numerici
- Una prima elaborazione è stata fatta costruendo l'andamento medio dell'indice NDVI per ogni unità produttiva
- Sono stati ottenuti tre elaborati grafici di sintesi che riportano la distribuzione spaziale dell'indice NDVI per data dell'immagine entro unità produttiva:
 1. La distribuzione spaziale dell'indice NDVI (risalato alla risoluzione di 2 metri) tal quale che fornisce una visione di dettaglio riguardo la variabilità entro unità produttiva;
 2. Una analisi dei cluster forzata alla separazione di tre gruppi ha fornito una informazione sintetica riguardo alla variabilità numerica dei valori di NDVI;
 3. Una mappa dell'appezzamento con definizione di 2 per 2 metri visualizza la distribuzione spaziale delle tre classi di NDVI definite dalla analisi dei cluster fornendo, nella serie storica, una chiave di lettura della evoluzione spazio-temporale dell'indice.

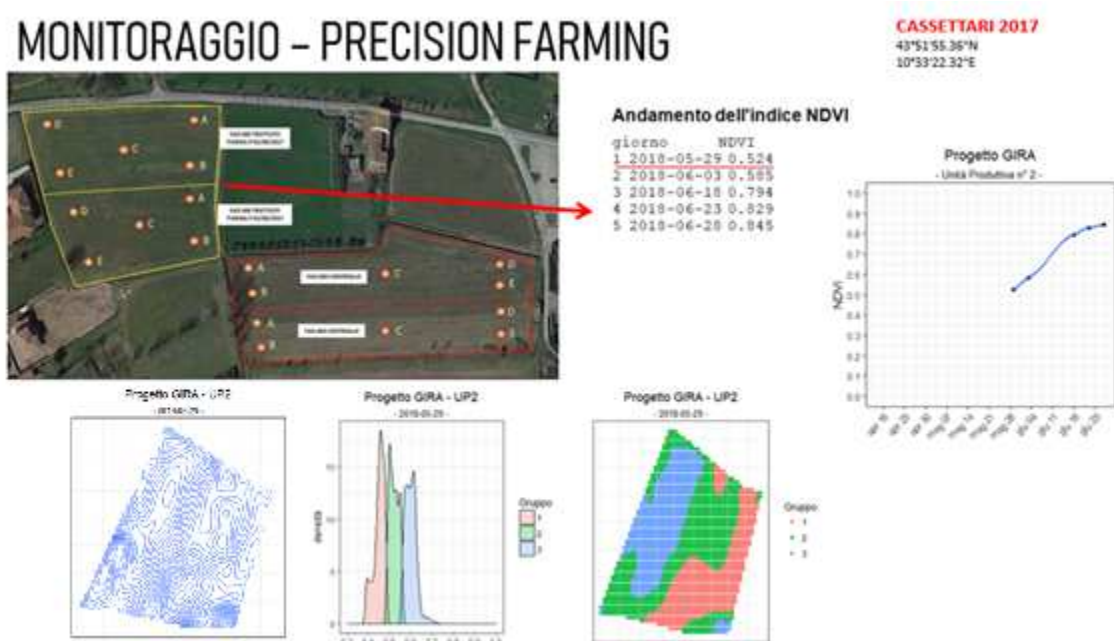
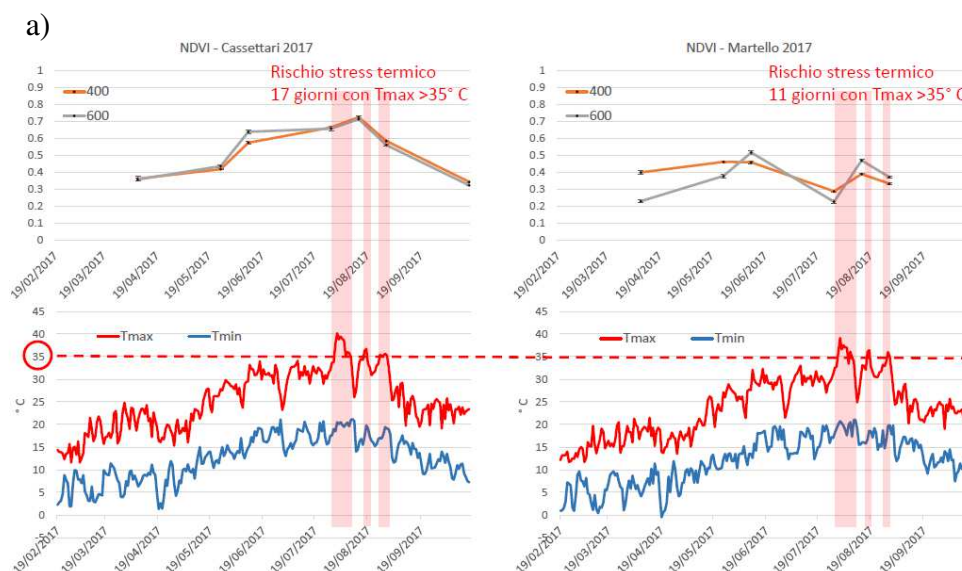


Figura 10. Dati di NDVI ottenuti nel 2017 per il campo sperimentale di Cassettari (Località Capannori). L'immagine in alto a sinistra riporta il perimetro delle prove sperimentali da satellite. In basso a sinistra, nei primi due grafici si illustra la distribuzione dei dati per classi di omogeneità di NDVI mentre in basso a destra, si può osservare la distribuzione spaziale dei valori NDVI. A destra è possibile osservare l'andamento medio dell'indice NDVI dal 29/05/2017 al 20/06/2017.

Fase 5

L'implementazione dell'infrastruttura per integrare dati da NDVI in mais.net è stata condotta in collaborazione con la Scuola Universitaria Superiore Sant'Anna. Questo strumento può essere utilizzato per monitorare lo stato della biomassa della coltura, vedere come si differenzia l'accrescimento della coltura in campo e valutarne lo stato di salute.

Sono stati messi a confronto i valori NDVI dei due ibridi testati (classi FAO 400 e 600) nelle due località sperimentali Cassettari (Capannori) e Martello (Fauglia). Questo ha permesso di valutare la crescita della pianta e l'accumulo di biomassa e studiarne le relazioni con i periodi di stress idrico e termico durante la stagione colturale e capire come questi cambiamenti condizionano l'indice NDVI nello stesso periodo di tempo. Ad esempio nel 2017 l'andamento medio delle temperature è risultato molto diverso a Capannori, rispetto a Fauglia. Lo stress termico è risultato maggiore nella località di Capannori (Figura 11a, Azienda Cassettari) rispetto a Fauglia. Tuttavia, la coltura ha sofferto meno lo stress idrico grazie alla presenza di interventi irrigui (Figura 11b).



b)

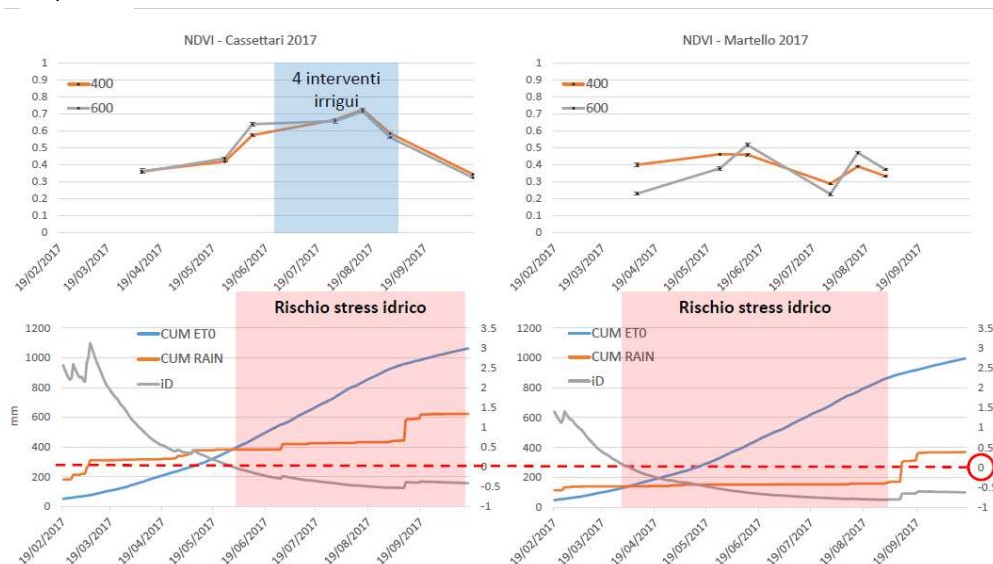


Figura 11. a) Il grafico mostra l'andamento dell'indice NDVI per due ibridi di classe FAO 400 e 600 delle due località di sperimentazione Capannori (sinistra) e Fauglia (destra) durante l'anno di sperimentazione 2017. In prossimità dei grafici, in basso è riportato l'andamento delle temperature massime e minime. In rosso è tracciata la linea che delimita i 35°C, temperatura limite sopra al quale la coltura è in stress termico. b) in questo grafico si illustra invece l'andamento delle piogge durante il ciclo colturale espresso come piogge cumulate e dell'evapotraspirazione cumulata durante lo stesso periodo. Questi grafici sono stati ottenuti dalla Scuola Superiore Sant'Anna.

Fase 6

Dopo gli studi condotti con la Scuola Universitaria Superiore San'Anna si è deciso di implementare la funzionalità in questo modo:

- 1) Implementazione nella scheda generale di mais.net della georeferenziazione dell'UP. Oltre alla localizzazione della stazione meteo, l'utente deve disegnare il poligono o i poligoni della sua UP sulla mappa (Figura 12);
- 2) Effettuato il salvataggio dei poligoni (appezzamenti), il sistema richiede al satellite Sentinel le immagini più recenti disponibili per quelle aree geolocalizzate;
- 3) Nella stessa mappa, l'utente visualizza i valori di NDVI (valori tra 0 e 1), informazioni e commenti che aiutano l'utente a comprendere ed interpretare i dati visualizzati, al fine di individuare cosa è necessario fare a livello pratico per risolvere la criticità evidenziata dall'indice.

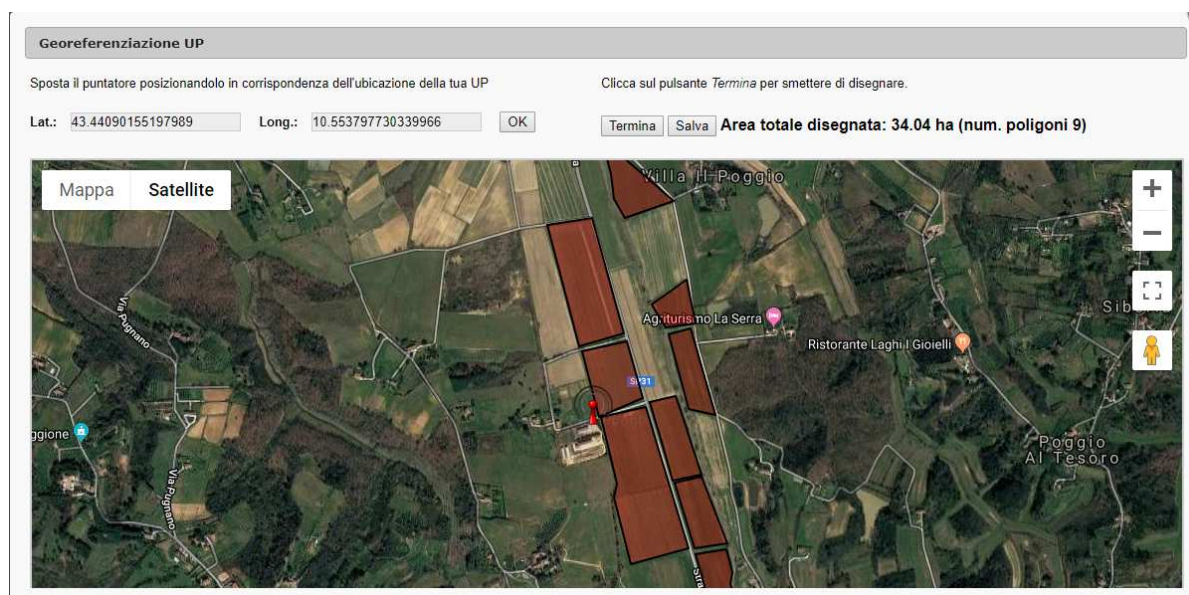


Figura 12. Esempio di georeferenziazione delle Unità Produttiva (up) sul portale mais.net. L'arele con sfondo marrone sono poligoni disegnati dall'agricoltore, il segnaposto rosso indica dove è stata collocata la stazione meteo per la medesima Up. Il salvataggio di queste aree informa il server di Horta che l'utente vuole ricevere informazioni NDVI per l'areale posto sotto le aree evidenziate. L'NDVI scaricato sarà per il giorno di consultazione o per il giorno più recente disponibile in funzione delle disponibilità dei satelliti Sentinel.

Allegato 5

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE, ALIMENTARI E AGRO-AMBIENTALI

CUAA (P.IVA): 00286820501

AZIONE 8 – trasferimento innovazione in ambito zootecnico
Responsabile scientifico dell'azione: Prof. Andrea Serra

RELAZIONE TECNICA FINALE

Sommario

<u>1</u>	<u>PREMESSA</u>	<u>3</u>
<u>2</u>	<u>TEST SUI BROILER.....</u>	<u>4</u>
2.1	RISULTATI	7
2.1.1	FASE DI ALLEVAMENTO	9
2.1.2	QUALITÀ DELLA CARNE	10
<u>3</u>	<u>TEST SUI BOVINI</u>	<u>15</u>
3.1	RISULTATI	16

1 Premessa

Azione 8: Trasferimento innovazione in ambito zootecnico.

Il Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari ed Agro-ambientali, è coinvolto nell'azione 8 del progetto relativo alla misura 16.2 "G.I.R.A. PER LA PIANA LUCCHESI, Gestione Integrata Rischio Aflatossine", che riguarda il trasferimento dell'innovazione in ambito zootecnico.

L'azione 8 riguarda il trasferimento dell'innovazione in ambito zootecnico. A tal proposito vengono valutati gli effetti delle tecniche di limitazione e controllo della presenza di micotossine, messe in atto nelle altre azione della misura 16.2. In particolare, sono valutati gli effetti del trattamento con *Aspergillus* atossigeno (trattamento preventivo) o con Ozono (trattamento di sanificazione). Entrambi i trattamenti potrebbero infatti comportare degli effetti negativi ed indesiderati sul mais.

Come precedentemente riportato nella relazione intermedia al 31/8/2017, l'azione 8 prevedeva la realizzazione di 2 test aziendali che avevano con lo scopo di verificare la qualità della carne di pollo e lo stato di benessere nei vitelli alimentati con razioni formulate con mais non trattato (controllo), rispetto al mais trattato con ceppo atossigeno di *A. flavus* (derivante dalla misura 2 del progetto) e con mais trattato con ozono (derivante dall'azione 7 del progetto).

Nella relazione intermedia erano già state annunciate criticità e modifiche rispetto a quanto previsto in sede di stesura del progetto. L'andamento climatico sfavorevole, infatti ed alcuni problemi tecnici non preventivabili, hanno limitato fortemente la quantità di mais disponibile per la formulazione delle razioni utilizzate.

Il test sulla specie avicola è stato realizzato come ricordato nella relazione intermedia e previsto nel progetto iniziale.

Il test sulla specie bovina, invece, ha subito cambiamenti e come da relazione intermedia è stato effettuato su vitelle/vitelli in fase di svezzamento, verificando l'effetto della somministrazione della granella di mais trattato o meno sulle performance di accrescimento e sui principali parametri ematochimici correlati con il benessere degli animali. Il test ha consentito di verificare oltre all'efficacia dei due trattamenti sul livello di contaminazione da micotossine, anche gli eventuali effetti che gli stessi possano avere sulla cariossidi di mais e, conseguentemente, sullo stato di benessere degli animali.

2 Test sui broiler

Il test aziendale sui broiler ha permesso di valutare se i trattamenti del mais hanno influenzato le caratteristiche chimico-nutrizionali ed organolettiche della carne. Ciò rappresenta un elemento di innovazione in quanto il test studia un aspetto spesso trascurato nella verifica dell'efficacia delle tecniche di limitazione della tossicità da aflatossine.

Il test è stato effettuato presso le strutture del Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente dell'Università di Firenze, sotto la responsabilità della Prof.ssa Arianna Buccioni.

Il test sui broiler è stato realizzato su 60 pulcini ROSS 308 acquistati da una ditta specializzata. Alla nascita gli animali sono stati suddivisi in 3 gruppi di 20 unità per gruppo. I broiler sono stati alimentati con diete diverse per tutto il periodo sperimentale, ovvero:

- mais non trattato (controllo);
- mais trattato con ozono;
- mais trattato con ceppo atossigeno di *Aspergillus flavus*

gli animali sono stati allevati a terra in recinti e con lettiera di corteccia macinata inappetibile per i polli.



L'alimento, somministrato direttamente nelle mangiatoie, veniva pesato al momento della distribuzione e, dopo 1 settimana, venivano pesati i residui; questo ha permesso il calcolo dell'ingestione giornaliera a gruppo e poi capo.

Il periodo sperimentale è stato indicativamente suddiviso in tre sotto-periodi nei quali l'alimento ha subito modifiche non nella qualità della miscela, ma nelle % per corrispondere alle diverse esigenze alimentari delle fasi di crescita; da 1-7 giorni (fase Starter), da 8-21 giorni (fase grower) e da 22-47 giorni (fase Finischer).



Durante tutto il periodo di allevamento sono state effettuate le pesate settimanali di tutti i soggetti in maniera da poter calcolare gli incrementi medi giornalieri. Il periodo sperimentale ha avuto una durata di 41 giorni (11 maggio-20 giugno) e si è concluso con la macellazione dei soggetti in prova che è stata effettuata presso una struttura esterna attrezzata per procedure sperimentali.

Alla macellazione i soggetti sono stati spennati a secco e soppressi nel rispetto delle vigenti norme di benessere animale e di polizia

veterinaria.

Le carcasse dei polli sono state trasferite refrigerate nei laboratori del DISAAA-a dove sono stati sezionati in modo da poter determinare anche l'incidenza % del magro, pelle, ossa e tendini.

La carne proveniente da ciascun gruppo (gruppo A, gruppo B e gruppo C), è stata quindi raggruppata in modo tale da minimizzare la variabilità individuale e da ciascun pool sono stati ottenuti due batch e da ciascuno di questi preparati tre hamburger, per un totale di 18 campioni ($3 \text{ pool} \times 2 \text{ batch} \times 3 \text{ hamburger} = 18$).



Su campioni di alimenti utilizzati per le razioni, sono state determinate la composizione bromatologica (contenuto di fibra, proteine grezze, estratto etereo, umidità e sostanza secca) e il profilo degli acidi grassi degli alimenti utilizzati per l'alimentazione dei broiler.



Inoltre, su ogni campione è stata determinata la composizione in acidi grassi, e lo stato di ossidazione della componente lipidica. L'evoluzione dello stato di ossidazione è stata stimata anche da un punto di vista del profilo aromatico, mediante HS-SPME GC-MS, per la verifica della presenza di eventuali off-flavour.

2.1 Risultati

I trattamenti cui è stato sottoposto il mais, possono, in linea teorica “stressare” la cariosside.

L’ozono è un forte agente ossidante, mentre il trattamento con *Aspergillus* ASX, pur non generando tossine, essendo una contaminazione fungina può comportare danni ad alcune componenti della cariosside. Tra i componenti maggiormente sensibili allo stress ci sono sicuramente i lipidi. Per questo motivo, si è analizzato il grasso del mais mediante il saggio del numero di perossidi, il quale è un indice della quantità di prodotti primari di autossidazione degli acidi grassi.

Nella tabella 1 si riportano i risultati.

Tabella 1. Effetto della concentrazione di ozono nell’ossidazione lipidica del mais

	gruppo		
	Controllo	ASX	Ozono
N° di Perossidi (meq/kg)	18.80	19.20	19.96

Nella successiva tabella si riportano le composizioni delle diete. Tali diete variano durante il ciclo di allevamento per soddisfare le esigenze nutrizionali degli animali.

La percentuale di mais varia in maniera sostanziale dallo starter alla fase di finissaggio passando dal 52 al 58%. Durante il ciclo di allevamento aumentano infatti le esigenze energetiche e diminuiscono quelle proteiche. Per questo motivo le razioni si caratterizzano per un contenuto di mais (fonte energetica) progressivamente maggiore ed un contenuto di farina di estrazione di soia (fonte proteica) progressivamente minore. Il mais che rappresenta oltre la metà della razione dei broiler ha un contenuto di grasso intorno al 4%; questo, essendo particolarmente ricco di acidi grassi insaturi, è particolarmente suscettibile all’ossidazione. L’obiettivo di questa prova è stato proprio quello di saggiare come il trattamento con ozono che è un forte agente ossidante e il trattamento con *Aspergillus* atossigeno potessero agire sulla qualità dei lipidi del mais. A tale scopo è stato scelto un tipo genetico pesante a rapido accrescimento il ROS 308 che ha la caratteristica di accumulare in tempi brevi (mediamente 41 giorni) carne soprattutto nelle zone del petto e delle cosce.

Ingredienti	Starter (0-7 giorni)	Grower (8-21 giorni)	Finisher (22-47 giorni)
Mais	52,05 %	57,0 %	58,0 %
F, e, di soia	35,5 %	33,1 %	31,05 %
Olio di soia	5,5 %	5,95 %	7,0 %
Glutine	3,0 %	-	-
CaPO ₄	1,75 %	1,75 %	1,75 %
CaCO ₃	1,3 %	1,3 %	1,3 %
NaHCO ₃	0,1 %	0,1 %	0,1 %
NaCl	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Metionina	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Lysinq HCl	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Colina Cl	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Integratore	0,4 %	0,4 %	0,4 %

Rilievi sugli animali

Gli animali sono stati pesati individualmente con cadenza settimanale;

- l'ingestione di sostanza secca è stata rilevata per box con cadenza giornaliera;
- i due precedenti rilievi hanno permesso di calcolare l'Incremento Medio Giornaliero (IMG - g/giorno) e l'Indice di Conversione degli Alimenti (ICA - kg alimento/kg peso vivo).

Rilievo al macello

- gli animali sono stati pesati individualmente il giorno della macellazione;
- dopo la macellazione sono state pesate le carcasse di ciascun animale;

questi rilievi ci hanno permesso di calcolare la resa alla macellazione di ciascun soggetto.

2.1.1 Fase di allevamento

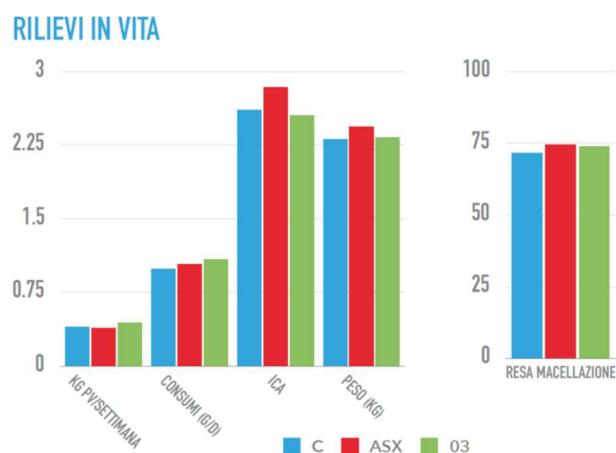
Il peso medio dei pulcini a inizio prova era 44 g mentre il peso medio finale è stato di 2.361 g, i soggetti hanno quindi presentato un ritmo di crescita soddisfacente ed in linea con i parametri degli ibridi utilizzati; hanno fatto registrare mediamente un incremento medio giornaliero variabile da 56 a 87 g giornalieri i primi relativi al gruppo di controllo.

I consumi di mangime e il rilievo del peso vivo ha permesso il calcolo dell'Indice di Conversione Alimentare (ICA) che rappresenta i kg di alimento necessari per ottenere l'incremento di 1 kg di peso vivo. Minore è l'indice di conversione alimentare, più efficiente risulta essere la trasformazione del mangime in carne. Come si nota nessun parametro relativo alla fase di allevamento è risultato statisticamente influenzato dal trattamento che ha subito il mais. Questo sta a significare che il trattamento con ozono e con *Aspergillus* non hanno influenzato negativamente le performance di allevamento. Questo risultato è da accogliere con favore. Le stesse considerazioni possono essere estese anche ai risultati relativi alle performance al macello. La carcassa e la resa alla macellazione non sono stati influenzati dalla dieta.

Tabella 2. Performance di allevamento ed al macello.

	CONTROLLO	ES	Significatività	Aspergillus	ES	Significatività	Ozono	ES	Significatività
peso g	2.310	0.09	ns	2.442	0.09	ns	2.333	0.09	ns
IMG	0.0566	0.003	ns	0.078	0.003	ns	0.087	0.003	ns
ICA	2.610	0.14	ns	2.830	0.14	ns	2.549	0.14	ns
carcassa g	1.733	0.059	ns	1.825	0.059	ns	1.729	0.059	ns
resa %	71.515	2.79	ns	74.790	2.79	ns	73.951	2.79	ns

Il grafico successivo presenta graficamente i dati in vita dei broiler e conferma quanto sopra riportato.



2.1.2 Qualità della carne

Nella seconda fase abbiamo valutato la qualità della carne dei polli alimentati con mangime composto di mais sottoposto agli effetti di decontaminazione: controllo, colonizzato da *Aspergillus flavus* atossigeno, e trattato con ozono

Nella Tabella 3 Si riporta l'analisi centesimale delle cosce di pollo anche per questi parametri la dieta non si è dimostrata un significativo fattore di variazione.

Tabella 3 Composizione chimica e valore energetico della coscia di pollo (g/100 g di carne fresca)

	Controllo	<i>Aspergillus</i>	Ozono
Sostanza secca	24.30 ± 1.20	24.80 ± 0.92	25.06 ± 1.97
Proteine	18.98 ± 0.96	19.34 ± 1.08	19.24 ± 0.55
Grassi	0.80 ± 0.31	0.61 ± 0.36	0.77 ± 0.67
Carboidrati	3.45 ± 0.71	3.79 ± 1.17	3.98 ± 1.39
Minerali	1.07 ± 0.05	1.06 ± 0.05	1.06 ± 0.07
kcal	96.93 ± 5.56	97.99 ± 4.6	99.84 ± 11.06

Nelle tabelle successive (4-6) è riportata nel dettaglio l'analisi qualitativa dei lipidi. Anche per quanto riguarda la composizione in acidi grassi, non si è registrato alcun effetto significativo della dieta.

Importante da sottolineare che la carne di pollo ha un'alta percentuale di insaturazione, che nella coscia raggiunge addirittura il 78%, dato dalla somma degli acidi grassi monoinsaturi (MUFA) e polinsaturi (PUFA). Quest'ultima categoria, tende a essere più suscettibile all'ossidazione, pertanto abbiamo fatto anche un test per valutare il livello di ossidazione presente nelle carni.

Tabella 4. Classi di acidi grassi della coscia di pollo. (% di acidi grassi)

	Controllo		<i>Aspergillus</i>		Ozono	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
SFA	21.12	1.05	21.80	1.51	21.54	0.93
PUFA	43.31	2.88	41.35	1.87	41.68	3.50
MUFA	35.56	2.38	36.85	0.89	36.78	3.46
PUFA n6	42.94	2.85	40.99	1.90	41.29	3.43
PUFA n3	0.34	0.06	0.32	0.05	0.35	0.10
n6/n3	128.94	22.02	131.72	23.84	124.47	23.29

SFA: acidi grassi saturi; PUFA: acidi grassi polinsaturi; MUFA: acidi grassi monoinsaturi; PUFA n-6: acidi grassi polinsaturi della serie n-6; PUFA n-3: acidi grassi polinsaturi della serie n-3

Tabella 5. Composizione in acidi grassi della coscia di pollo. (% di acidi grassi)

	Controllo		<i>Aspergillus</i>		Ozono	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
C10	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02
C12:0	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01
C14:0	0.31	0.04	0.33	0.03	0.30	0.03
C14:1c9	0.05	0.01	0.05	0.01	0.06	0.02
C15:0	0.05	0.01	0.06	0.01	0.05	0.01
DMA-C16:0	0.68	0.21	0.47	0.39	0.76	0.37
C16:0	14.11	1.16	15.08	0.88	14.62	1.16
C16:1c7	0.36	0.04	0.38	0.05	0.34	0.05
C16:1c9	2.17	0.51	2.47	0.28	2.52	0.78
C17:0	0.09	0.01	0.08	0.00	0.08	0.02
DMA-C18:0	0.25	0.08	0.15	0.12	0.24	0.11
C17:1t10	0.21	0.02	0.20	0.02	0.20	0.03
C17:1c9	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01
DMA-C18:1c9	0.19	0.07	0.13	0.10	0.22	0.12
C18:0	5.42	0.43	5.41	0.59	5.31	0.62
C18:1t6-8	0.03	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01
C18:1t9	0.04	0.01	0.05	0.01	0.04	0.01
C18-1t12	0.06	0.01	0.07	0.02	0.07	0.01
C18:1c9	30.44	1.92	31.20	0.82	31.09	2.81
C18:1c11	1.07	0.06	1.30	0.14	1.25	0.14
C18-1c13	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01
C18:2t11c15	0.05	0.01	0.06	0.01	0.06	0.00
C18:2n6	38.03	2.11	36.00	2.25	36.28	2.19
C20:0	0.06	0.01	0.06	0.01	0.06	0.01
C18:3n6	0.33	0.05	0.28	0.03	0.26	0.05
C20:1c8	0.04	0.01	0.05	0.01	0.04	0.01
C20:1c11	0.26	0.02	0.36	0.18	0.28	0.02
C18:3n3	0.47	0.02	0.36	0.17	0.45	0.02
C18:2c9t11	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
C20:2n6	0.45	0.09	0.44	0.05	0.44	0.09
C18:3c9t11c15	0.03	0.01	0.05	0.01	0.04	0.01
C20:3n6	0.43	0.08	0.48	0.05	0.44	0.08
C20:4n6	2.55	0.83	2.60	0.39	2.71	1.21
C20:5n3	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
C22:4n6	0.85	0.26	0.92	0.12	0.89	0.34
C22:5n6	0.27	0.13	0.25	0.03	0.26	0.13
C22:5n3	0.12	0.03	0.09	0.01	0.11	0.06
C22:6n3	0.05	0.03	0.03	0.01	0.04	0.02
Totale	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00

A tale proposito sono state determinate le TBARS (sostanze reattive all'acido tiobarbiturico) per determinare il contenuto di malonidialdeide (MDA). Questo composto viene prodotto dalla ossidazione degli acidi grassi polinsaturi con più di due doppi legami e, di conseguenza, può essere convenientemente utilizzato come un indicatore per la stima dello stato di ossidazione generale di un alimento. Dai dati si evidenzia che non ci sono differenze fra i due tipi di trattamenti e il controllo, e che comunque, in generale i valori rimangono abbastanza bassi.

Tabella 6. Contenuto di malonidialdeide (MDA) nella coscia di pollo (mg MDA/kg di carne)

	Controllo	<i>Aspergillus</i>	Ozono
MDA	0.15 ± 0.03	0.13 ± 0.02	0.13 ± 0.02

Il dato riportato nella tabella 6 è confortante e sta a significare che i trattamenti di sanificazione e di prevenzione effettuati sul mais non hanno avuto alcun effetto sullo stato di ossidazione della carne. In pratica, per quanto riguarda la qualità della carne i trattamenti al mais non presentano alcun effetto indesiderato e possono essere utilizzati per la limitazione e/o il controllo della contaminazione del mais da micotossine.

I prodotti che derivano dall'ossidazione degli acidi grassi, sono in gran parte volatili; per questo motivo sono stati determinati i prodotti organici volatili della carne dei tre gruppi. I risultati sono riportati in tabella 7. Queste determinazioni analitiche si realizzano mediante la Gascromatografia-spettrometria di massa (GC/MS), dove vengono rilevati dei composti responsabili delle caratteristiche organolettiche, chiamati composti organici volatili (COV o VOC - Volatile Organic Compounds). I VOC sono responsabili, singolarmente o in combinazione tra loro, delle caratteristiche organolettiche di un alimento.

È possibile osservare tra le diverse classi di VOC individuate, quella maggiormente rappresentata (60%) è quella dei composti che contengono zolfo. Lo zolfo nella carne è presente in alcuni aminoacidi solforati come la cistina, cisteina, metionina, fenilalanina. Dopo la macellazione, il muscolo subisce numerose modifiche di carattere fisico e chimico per effetto di reazioni chimiche ed enzimatiche (endogene o da microrganismi); le proteine non sfuggono a queste modifiche e i composti che vengono generati possono avere carattere di volatilità. I composti che derivano però dall'ossidazione degli acidi grassi sono soprattutto aldeidi, alcoli e chetoni. Dall'analisi della tabella 7 si nota che tali composti rappresentano una quota limitata del totale dei VOC e, cosa molto importante, che la dieta non si è dimostrata un significativo fattore di variazione nemmeno per tali composti. I risultati dei VOC confermano appieno quello che abbiamo verificato per la MDA.

Tabella 7. Profilo aromatico della carne di pollo dei diversi trattamenti (ppm)

	Controllo		<i>Aspergillus</i>		Ozono	
	Media	SD	Media	SD	Media	SD
Alcooli	0.72	0.92	0.38	0.24	0.34	0.20
Aldeidi	0.32	0.40	0.22	0.11	0.29	0.29
Ammidi	0.13	0.13	0.08	0.06	0.08	0.03
Esteri	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03
Idrocarburi	0.37	0.18	0.33	0.20	0.24	0.12
Chetoni	0.28	0.16	0.37	0.19	0.20	0.13
Composti dello zolfo	3.28	3.32	2.60	1.89	1.62	0.39
Totale	5.12		4.01		2.80	

3 Test sui bovini

Il test si è svolto presso la stalla Piaggia del Centro di Ricerche Agro-ambientali “Enrico Avanzi” dell’Università di Pisa

Il test condotto sui bovini è stato eseguito mettendo a confronto tre gruppi di 7 animali, alimentati rispettivamente con mais non trattato (controllo), mais trattato con ozono, e mais trattato con ceppo atossigeno di A. (SGF_AFX1).

I vitelli, a partire dal quindicesimo giorno di vita hanno ricevuto farina di mais, in ragione di 500 g/capo giorno per le prime due settimane e, successivamente, fino allo svezzamento a due mesi, in ragione di 1 kg/capo giorno, in aggiunta al latte. Inoltre, avevano a disposizione fieno di erba medica di primo taglio a volontà.

I vitelli sono stati inseriti nel test in maniera randomizzata in funzione delle nascite. Per questo motivo la prova si è protratta per circa 10 mesi, in maniera da poter raggiungere il numero di vitelli necessari per ogni gruppo.

Ciascun vitello è stato visitato giornalmente dalla nascita fino allo svezzamento e le quantità di latte e di alimenti sono state somministrate individualmente.

I vitelli sono stati pesati alla nascita e allo svezzamento. Campioni di sangue sono stati raccolti da ciascun vitello in occasione dei controlli di routine eseguiti dal veterinario aziendale. Campioni di pelo sono stati prelevati per la determinazione del cortisolo

3.1 Risultati

Risposta produttiva e principali parametri emato-chimici dei vitelli alimentati con i differenti tipi di mais

	UM	Controllo	Ozono	SGF_AFX1
Peso alla nascita	kg	38	37	38
Peso allo svezzamento	kg	81	83	82
Incremento ponderale	kg/d	0.58	0.61	0.60
Cortisolo	pg/mg	3.4	3.3	3.5
Globuli rossi	$\times 10^6$	7.9	8.1	8.0
Emoglobina	g/dL	11.5	11.8	11.9
Leucociti	%	10.3	10.1	10.5
Neutrofili	%	28.2	29.5	30.1
Linfociti	%	55.8	56.3	55.1
Monociti	%	9.8	10.1	9.4
Eosinofili	%	4.4	4.6	4.2

Nessuno dei parametri investigati ha evidenziato differenze significative tra i gruppi, confermando, pertanto, che i trattamenti eseguiti sul mais non hanno variato le sue caratteristiche nutrizionali e i suoi parametri di sicurezza e di igiene.

Il responsabile scientifico dell'azione 8.

Prof. Andrea Serra



PSR Toscana 2014-2020 - Bando PIF – annualità 2015
PIF GIRA PER LA PIANA LUCCHESI (PIF 38/2015)
PROGETTO G.I.R.A. – Gestione Integrata Rischio Aflatossine
Sottomisura 16.2

RELAZIONE FINALE

Partner A21

L'UNITARIA COOPERATIVA ZOOCEREALICOLA A R.L..
CODICE FISCALE: 00918220468

Porcari, 20 settembre 2018

Sommario

Descrizione dell'azienda	3
Attività previste dal progetto G.I.R.A.	3
Descrizione delle attività.....	4
Premessa.....	4
Monitoraggio di campo	5
Andamento climatico delle campagne 2016 e 2017	18
Fase di raccolta.....	18
Fase di stoccaggio	24
Congruità delle attività svolte rispetto all'UTE Errore. Il segnalibro non è definito.	
Valutazione di sostenibilità ambientale..... Errore. Il segnalibro non è definito.	
Norme di protezione ambientale Errore. Il segnalibro non è definito.	
Ulteriori precisazioni..... Errore. Il segnalibro non è definito.	
Rendicontazione delle spese sostenute Errore. Il segnalibro non è definito.	
1. Investimenti immateriali Errore. Il segnalibro non è definito.	
2. Spese di personale Errore. Il segnalibro non è definito.	
Allegati Errore. Il segnalibro non è definito.	

Descrizione dell'azienda

Costituita nel dicembre 1981, la cooperativa ha la propria sede nel comune di Porcari (Lucca) e svolge la propria attività in buona parte della provincia di Lucca e in alcune zone ubicate nelle province limitrofe di Pistoia, Pisa e Firenze, nel comparto della raccolta, essiccazione, conservazione e commercializzazione per conto dei soci, dei prodotti cerealicoli (grano tenero e duro), dei cereali foraggeri (mais, orzo e avena), dei semi oleosi (girasole e soia) e, a partire dall'anno 2002, dei prodotti ortofrutticoli. Cura inoltre la fornitura ai propri soci dei prodotti e mezzi tecnici necessari alle coltivazioni (fertilizzanti, sementi, fitofarmaci, attrezzature) ed agli allevamenti (mangimi, granaglie foraggere ecc.) nonché un adeguato servizio di assistenza tecnico-agronomica con 2 laureati in scienze agrarie e 2 periti agrari.

Alla cooperativa aderiscono oltre 500 soci (dai 190 iniziali) e da un punto di vista economico ha registrato notevoli incrementi di fatturato per assestarsi intorno ai 7 milioni di € mediamente con punte di 9,50milioni nel 2012; essa ha manifestato "storicamente" la capacità di ottenere positivi risultati netti di gestione unitamente ad un elevato grado di soddisfazione dei soci agricoltori e coltivatori diretti. L'oculata politica degli amministratori nel contenimento dei costi diretti e indiretti, gli investimenti mirati all'aumento della produttività delle operazioni di condizionamento e stoccaggio dei cereali nonché un elevato grado di fidelizzazione della base associata, hanno consentito la realizzazione del primario obiettivo della massima valorizzazione del prodotto "mais", principale coltura dei produttori associati. Le strutture di cui è dotata, concentrate nella sede di Porcari, consistono in un complesso per il condizionamento e lo stoccaggio dei cereali che insiste su un'area recintata di c.a. 9.000 mq, costituito da silos metallici verticali della capacità complessiva di mc 13.920, magazzino piano in c.a.v. per deposito cereali di mq 1.000, impianto di essiccazione composto da 2 colonne per una potenzialità complessiva di 40 ton/h di prodotto verde, attrezzature complementari (ricevimento, ventilazione e condizionamento, monitoraggio termico), tettoia scarico e carico cereali e , palazzina uffici, piazzali c.a. mq 5.000. Nel giugno 2002 ha ultimato un progetto di ampliamento realizzando un magazzino per la conservazione e la selezione di frutta e ortaggi e una tettoia carico e scarico ortaggi per complessivi 2.800 mq. con 3 celle frigo per complessivi 780 mc, finalizzato al ritiro, conservazione e distribuzione delle produzioni di ortaggi conferiti dai soci. Nel 2005 è stato realizzato un investimento finalizzato alla razionalizzazione dello stoccaggio dei cereali con la realizzazione di 2 nuovi silos, di una nuova tramoggia di carico cereali e di adeguato impianto refrigerante che consente una adeguata conservazione dei cereali; l'investimento ha consentito un reale miglioramento della qualità del lavoro e dei prodotti cerealicoli commercializzati e per questo la cooperativa ha beneficiato dei contributi previsti dal Piano di Sviluppo Rurale della Regione Toscana Misura 7 reg CEE 866. Negli ultimi esercizi è continuata l'attività caratteristica della cooperativa con una intensificazione della diversificazione verso il settore ortofrutticolo in particolare verso produzioni tipiche e prodotti locali. I cereali restano sempre il settore di maggiore interesse sia per numero di soci conferenti che per volume di affari, e in particolare il Mais per uso foraggero. Negli ultimi anni si è registrato un notevole incremento delle attività relative agli altri cereali (grano tenero e duro) e oleaginose (girasole).

Attività previste dal progetto G.I.R.A.

Gli obiettivi del progetto 16.2 GIRA affidati ai diversi partecipanti sono:

- 1) Sviluppo di protocolli di Gestione del Rischio Fitosanitari in fase di coltivazione basati sull'adozione di metodi a basso impatto ambientale e compatibili con i sistemi di agricoltura biologica ed integrata.

- 2) Sviluppo di un sistema di supporto alle decisioni basato su modelli previsionali ed indici vegetazionali da immagini telerilevate che costituisca uno strumento di interfaccia tra i produttori primari del territorio ed il trasformatore per l'ottimizzazione di protocolli di monitoraggio, controllo e decontaminazione in base al rischio di contaminazione stimabile a scala di singolo appezzamento.
- 3) Sviluppo di un protocollo per l'abbattimento della concentrazione di aflatossine nei lotti di granella contaminati attraverso sistemi di stoccaggio differenziato in atmosfera controllata basati sull'utilizzo di ozono.

L'Unitaria nel progetto GIRA ha svolto il ruolo di attuatrice dell'Azione 9 - Assistenza agronomica alle aziende in filiera PIF

Descrizione delle attività

Premessa

L'azione di tipo agronomico è stata finalizzata al progressivo trasferimento dell'innovazione ai produttori primari, tramite personale tecnico della cooperativa che ha affiancato le aziende agricole coordinandosi con i consulenti tecnici del capofila e con i partner scientifici del progetto.

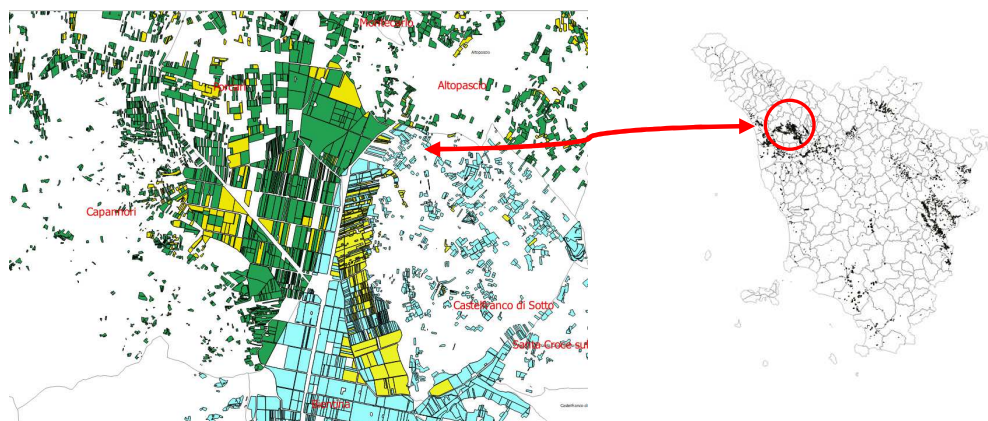
L'intervento a supporto delle aziende agricole ha riguardato inizialmente l'analisi dei dati tecnici e colturali inerenti la linea di produzione del mais nel comprensorio indicato, al fine di individuare un protocollo di coltivazione condiviso e fondato su itinerari tecnici ben definiti. Per la durata del progetto è stato assicurato il giusto supporto alle aziende per il reperimento dei mezzi tecnici necessari per la coltivazione nonché l'assistenza tecnica per lo svolgimento delle operazioni colturali. Infine, con funzione di collegamento tra i diversi soggetti in gioco, il personale tecnico della cooperativa ha agevolato l'accesso delle aziende alle informazioni rese disponibili dai partner scientifici.

L'attività di monitoraggio al fine di limitare il proliferarsi di micotossine (e in particolare aflatossina B1) nel mais si è articolata su diversi punti strategici che vanno dalle tecniche di coltivazione alle scelte varietali, dal periodo di raccolta alle modalità di essiccazione e conservazione in silo.

Questa attività è stata svolta con l'utilizzo delle linee guida rintracciabili in bibliografia e programmi di lavoro concordati con i partner scientifici.

Il comprensorio di azione è stato quello della piana di Lucca e dell'alveo ex lago di Bientina, nel quale operano i soci della cooperativa, storicamente vocato alla coltivazione del mais (Fig. 1).

*Figura 1 – Incidenza della SAU a Mais (colore giallo) nell'area di riferimento del progetto G.I.R.A.(anno 2016)
(Fonte: Nostra elaborazione QGIS -OpenData - <http://dati.toscana.it/dataset/artea-piani-colturali-grafici>)*



Il lavoro di assistenza è stato impostato su tre momenti essenziali:

1. Monitoraggio di campo
2. Fase di raccolta
3. Fase di stoccaggio

Monitoraggio di campo

Il monitoraggio di campo è stato effettuato individuando alcuni appezzamenti delle varie realtà produttive in grado di rappresentare situazioni omogenee, anche attraverso l'analisi preliminare della cartografia paesaggistica e pedologica regionale.

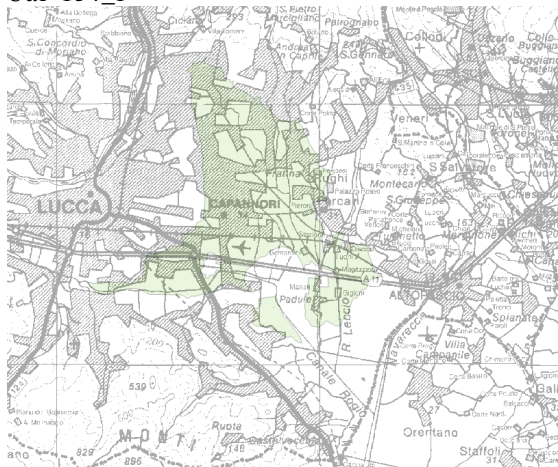
Dal punto di vista del paesaggio l'areale di riferimento è collocato all'interno di due sottosistemi principali (Fig. 2)

1. *Sottosistema della **Piana alluvionale in parte bonificata**; substrato costituito da depositi alluvionali recenti ed attuali; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo avvicendato. molto frequente. Unità di paesaggio prevalente: 154_1(Superfici pianeggianti della piana orientale di Lucca, su depositi alluvionali recenti limoso sabbiosi. Rischio d'inondazione moderato. Uso del suolo: seminativo, con appezzamenti di piccole dimensioni, orientati in senso nord-sud. Marlia, Capannori, Porcari)*
2. *Sottosistema della **Piana di palude bonificata**; substrato costituito da sedimenti lacustri e palustri recenti con livelli torbosi; uso del suolo costituito prevalentemente da seminativo, prato-pascolo, incolto e vegetazione spontanea igrofila. Unità di paesaggio: 104_3 (superfici pianeggianti nell'alveo dell'ex lago Bientina e del padule di Fucecchio, su depositi lacustri argillosi. Presenza di ristagni idrici per una parte dell'anno. Rischio d'inondazione da moderato ad elevato. Uso del suolo: seminativo e prato avvicendato)*

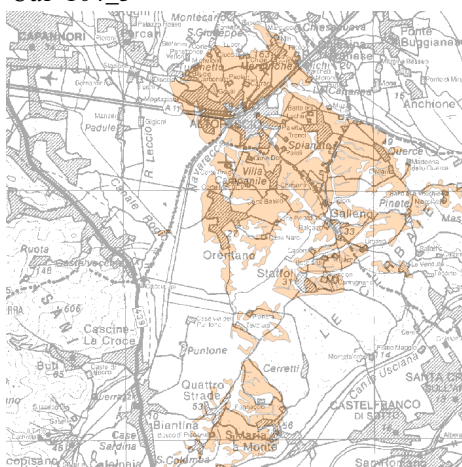
Figura 2 – Unità di Paesaggio nell'area di riferimento del progetto G.I.R.A. - U.C. PUNI

(Fonte: Elaborazione QGIS -Banca dati dei pedopaesaggi regionale)

UdP 154_1

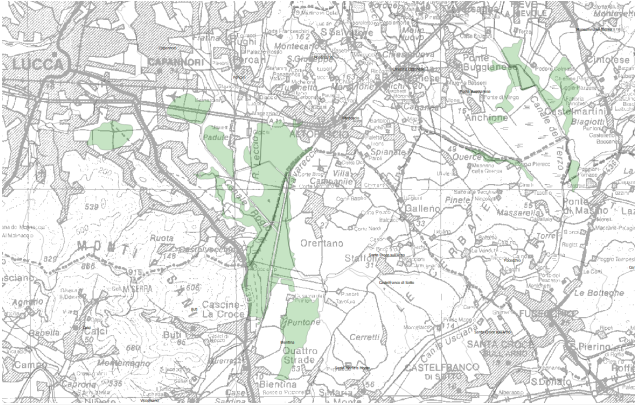
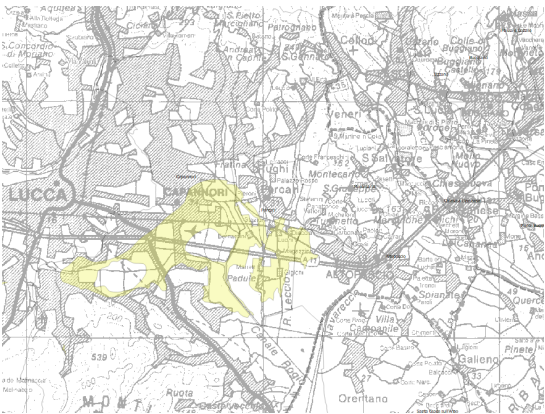
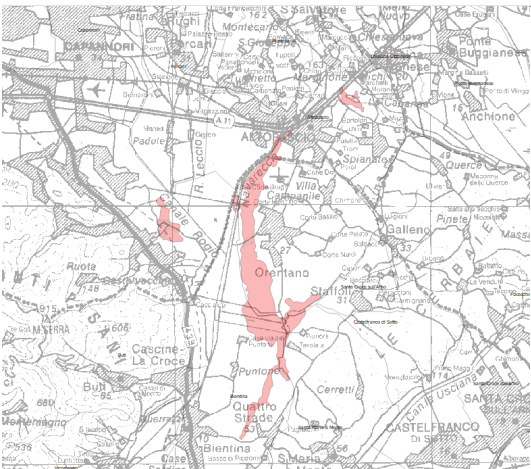


UdP 104_3



L'indagine pedologica ha evidenziato la prevalenza di tre tipologie di suoli, identificati dalle unità cartografiche PUN1-VRC1-GRU1(Fig 3)

Figura 3 – Tipi prevalenti di suoli nell’area di riferimento del progetto G.I.R.A. - U.C. PUN1
(Fonte: Elaborazione QGIS -Database pedologico regionale – aggiornamento 2017)

Suoli			Classificazione	
UC	STS: nome, sigla e frequenza	Descrizione	Soil Taxonomy	WRB
PUN1_				
Puntone	PUN1 molto frequenti	Suoli moderatamente profondi, a profilo Ap-Cg, non ghiaiosi, argillosi non calcarei, a reazione da debolmente acida a moderatamente alcalina, da piuttosto mal drenati a mal drenati. Presenza di ristagni idrici tra 100 cm e 150 cm di profondità per gran parte dell'anno.	Mollic Fluvaquents, fine, mixed, nonacid, thermic	Eutric Gleyic Fluvisols
				
VRC1_				
Verciano	VRC1 molto frequenti	Suoli molto profondi, a profilo Ap-Bg-Cg, con scheletro assente o scarso, a tessitura franco limosa, non calcarei, a reazione da moderatamente acida a neutra, con saturazione da bassa ad alta, da moderatamente ben drenati piuttosto mal drenati.	Fluvaquentic Dystraxepts, fine-silty, mixed, thermic	Dystric Gleyic Fluvisols
				
GRU1_				
Grugno	GRU1 molto frequenti	Suoli moderatamente profondi, a profilo A-Oe-Cg, privi di scheletro, ricchi di sostanza organica poco mineralizzata, a tessitura argilloso limosa nella parte minerale, non calcarei, a reazione molto acida, da mal drenati a molto mal drenati. Presenza di falda a 50 cm di profondità per gran parte dell'anno.	Terric Haplosaprists, fine, euic, thermic	Dystric Histosols
				

Relativamente alle tecniche agronomiche, il monitoraggio è stato impostato tenendo conto dei seguenti fattori:

- Preparazione del terreno e concimazioni.
- Periodo di semina e scelta degli ibridi in base alla classe di maturazione.
- Trattamenti erbicidi.
- Periodo di maturazione: valutazione della formazione di aflatossine con analisi precoci sulla granella in maturazione.

Durante la fase di coltivazione sono stati registrati e comparati i dati agrometeorologici del comprensorio al fine di stabilire la influenza tra clima e proliferazione di micotossine.

Sono state comparate altresì le diverse zone di produzione in base alle caratteristiche pedoclimatiche.

È stata quindi valutata la differenza tra i mais in asciutta e quelli irrigui.

Aziende agricole campionate per le campagne 2016/2017:

Il campione di aziende test individuato è riportato in tabella 1

Tabella 1 – Elenco aziende agricole test

Azienda	Indirizzo	Località	Prov
DEL CARLO EMILIO AZ.AGR. DI DEL CARLO MASSIMO	VIA LECCIO,144	PORCARI	LU
ZANELLA MONICA	VIA MARTIRI DELLA BERTA' 11	ORENTANO	PI
DEL PRETE RENZO	VIA PIERINI N. 13	S. GINESE DI COMPITO	LU
DELLA MAGGIORA ANDREA	VIA CORTE CERRO	BADIA POZZEVERI	LU
RAMACCIOTTI ELSA	VIA FRATINA. 13	PORCARI	LU

Nelle pagine a seguire riportiamo le schede tecniche delle aziende soprascritte con i dati dei piani colturali e la descrizione delle modalità operative adottate nelle due campagne di riferimento del progetto G.I.R.A.

In particolare, per ogni azienda si riportano:

- Dati anagrafici
- L'uso del suolo delle due campagne agrarie
- Le operazioni colturali
- I mezzi tecnici impiegati
- L'epoca di raccolta
- Giudizio e commento

Scheda aziendale:	DEL CARLO EMILIO DI DEL CARLO MASSIMO
-------------------	--

Ragione sociale	DEL CARLO EMILIO DI DEL CARLO MASSIMO
Indirizzo	VIA LECCIO
CAP - Comune (Provincia)	55016 PORCARI (LU)
Superficie aziendale	Ha 145.0370
Dotazione attrezzature	Azienda dotata di Trattori e attrezzi di preparazione senza utilizzo di contoterzisti
Dotazione mezzi di raccolta	Dotato di mietitrebbiatrice propria

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2016

Codice	Coltura	Superficie
005	GIRASOLE	21.13.37
001	GRANOTURCO	27.91.18
420	OLIVO	323
557	SERRE	33.94
214	SUP. AGRICOLE RITIRATE DALLA PROD.	588172
TOTALE		108.23.44

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2017

Codice	Coltura	Superficie
005	GIRASOLE	20.60.69
001	GRANOTURCO	25.75.18
420	OLIVO	3.25
557	SERRE	33.94
214	SUP. AGRICOLE RITIRATE DALLA PROD.	91.24.64
TOTALE		137.97.70

Scheda di campo:	DEL CARLO EMILIO DI DEL CARLO MASSIMO
------------------	---------------------------------------

2016	Lavorazione del terreno:	Aratura media e erpicatura.	Marzo 2016
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Marzo 2016
	Semina con concimazione localizzata		Aprile 2016
	Trattamento erbicida preemergenza		Aprile 2016
	Sarchiatura con concimazione azotata		maggio/giugno
	Irrigazione di soccorso a scorrimento		giugno/luglio
	Raccolta a maturazione farinosa		70% fine settembre
			30% fine novembre
	Fertilizzanti impiegati		
	Fosfato bi ammonico 18.46	400 kg/ha	
	Urea Agricola 46%	400 kg/ha	
	Erbicida Primagran gold	3kg/ha	
	Sementi mais ibrido var Pionner PR 31N27	per 13 ha	
	mais ibrido var Pionner P1114	per 21 ha	
2017	Lavorazione del terreno:	Aratura media e erpicatura.	Marzo 2017
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Marzo 2017
	Semina con concimazione localizzata		1° quin.na Aprile 2017
	Trattamento erbicida preemergenza		Aprile 2017
	Trattamento erbicida post emergenza		Maggio 2017
	Sarchiatura con concimazione azotata		maggio 2017
	Irrigazione di soccorso a scorrimento n° 2		giugno/luglio
	Raccolta a maturazione farinosa		70% inizio settembre
			30% inizio ottobre
	Fertilizzanti impiegati		
	Fosfato bi ammonico 18.46	400 kg/ha	
	Urea Agricola 46%	400 kg/ha	
	Erbicida Primagran gold pre emergenza	3kg/ha	
	Noto Gowan + Aric post emergenza	1.5+0.5 lt/ha	
	Sementi mais ibrido var Pionner PR 31N27	per 30 ha	
	mais ibrido var Pionner P1114	per 2 ha	

Giudizio e commento

L'azienda Del Carlo Emilio di Massimo coltiva terreni a mais di medio impasto, irrigui in condizioni di buona fertilità mentre ha riservato i terreni dell'azienda più marginali al Girasole e a riposo set aside. Le operazioni colturali vengono generalmente svolte con puntualità e rigore e la scelta degli ibridi e della loro classe di maturità varia in funzione delle annate ma sempre tra cl 600 e 500. La raccolta effettuata con mietitrebbia di proprietà quindi sempre disponibile, viene fatta con tempistiche e modalità corrette, con condizioni di maturazione ideale, con umidità della granella tra 225 e 26% e sono il casi eccezionali in condizioni diverse. Dopo la raccolta i residui colturali vengono trinciati con trincia tocchi in modo da facilitare la decomposizione degli stocchi.

Il Del Carlo in genere effettua **rotazione colturale** secondo quanto prevede il regolamento della condizionalità del PSR per cui il mais può essere coltivato al massimo per 2 annate successive.

Le rese aziendali sono in genere sopra la media del comprensorio e nell'arco temporale dei 5 anni sono state poche se non nulle le occasioni di superamento delle soglie di 20PPb di aflatossina nel mais da essiccare conferito alla cooperativa.

Scheda aziendale:	DEL PRETE RENZO
-------------------	------------------------

Ragione sociale		DEL PRETE RENZO
Indirizzo		VIA PIERINI 13
CAP - Comune (Provincia)		55062 SAN GINESE DI COMPITO (LU)
Codice identificativo PAC		
Superficie aziendale		Ha 145.0370
Dotazione attrezzatura		Azienda dotata di Trattori e attrezzi di preparazione senza utilizzo di contoterzisti
Dotazione mezzi di raccolta		Dotato di mietitrebbiatrice propria
Altro		

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2016

Codice	Coltura	Superficie
005	GIRASOLE	32.25.14
001	GRANOTURCO	2.22.02
420	FAGIOLO E FAGIOLINO	5.50.93
557	CORIANDOLO	5.02.00
214	SUP. AGRICOLE RITIRATE DALLA PROD.	7.10.78
TOTALE		52.10.87

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2017

Codice	Coltura	Superficie
005	GIRASOLE	6.66.23
001	GRANOTURCO	2.10.25
	SOIA	14.19.56
420	FAGIOLO E FAGIOLINO	2.15.04
214	SUP. AGRICOLE RITIRATE DALLA PROD.	22.20.87
TOTALE		47.31.95

Scheda di campo:	DEL PRETE RENZO
------------------	-----------------

2016	Lavorazione del terreno:	Rippatura ed erpicatura.	Marzo 2016
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Aprile 2016
	Concimazione in unica soluzione		Maggio 2016
	Semina		Maggio 2016
	Trattamento erbicida post emergenza		Giugno 2016
	Sarchiatura con concimazione azotata		maggio/giugno
	Irrigazione di soccorso	non effettuata	
	Raccolta a maturazione farinosa		fine ottobre
	Fertilizzanti impiegati.		
	Urea inibita al 40%	400 kg/ha	
	Erbicida post emergenza Noto + aric	1 + .5 lt/ha	
	Sementi mais ibrido var Pionner DEKALB DK5530 per ha 2.2		
2017	Lavorazione del terreno:	Rippatura ed erpicatura.	Marzo 2017
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Aprile 2017
	Concimazione in unica soluzione		Aprile 2017
	Semina		Maggio 2017
	Trattamento erbicida	NON EFFETTUATO	
	Irrigazione di soccorso	non effettuata	
	Raccolta a maturazione farinosa		ottobre 2017
	Fertilizzanti impiegati.		
	Urea Agricola al 46%	400 kg/ha	
	Sementi mais ibrido var Pionner DEKALB DK5530 per ha 7.10		

Giudizio e commento

L'azienda Del Prete Renzo coltiva modeste superfici a mais con terreni di medio impasto, non irrigui ma in condizioni di buona fertilità mentre ha riservato i terreni dell'azienda più marginali al Girasole e a riposo set aside. Le operazioni colturali vengono generalmente svolte con puntualità e rigore. Generalmente anche in funzione del periodo di semina il Del Prete ha optato per semi di classe di maturazione 400 o 500. La raccolta effettuata con mietitrebbia di proprietà quindi sempre disponibile, viene fatta con tempistiche e modalità corrette, ma in condizioni di maturazione non ideale, con umidità della granella elevata. Dopo la raccolta i residui colturali vengono trinciati con trincia tocchi in modo da facilitare la decomposizione degli stocchi.

Il Del Prete in genere **effettua rotazione colturale** secondo quanto prevede il regolamento della condizionalità del PSR per cui il mais può essere coltivato al massimo per 2 annate successive.

Le rese aziendali sono in media per il comprensorio e nell'arco temporale dei 5 anni non sono state riscontrate raccolte anomale con valori di aflatossine sopra la norma.

Scheda aziendale:	DELLA MAGGIORA ANDREA
-------------------	------------------------------

Ragione sociale		DELLA MAGGIORA ANDREA
Indirizzo		CORTE CERRO
CAP - Comune (Provincia)		55010 BADIA POZZEVERI ALTOPASCIO (LU)
Codice identificativo PAC		
Superficie aziendale		Ha
Dotazione attrezzatura		Azienda dotata di Trattori e attrezzi di preparazione senza utilizzo di contoterzisti
Dotazione mezzi di raccolta		Dotato di mietitrebbiatrice propria

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2016

Codice	Coltura	Superficie
005	GIRASOLE	21.28.74
001	GRANOTURCO	21.17.48
420	ERBAIO	3.99.48
214	SUP. AGRICOLE RITIRATE DALLA PROD.	7.10.78
TOTALE		53.56.48

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2017

Codice	Coltura	Superficie
005	GIRASOLE	30.97.37
001	GRANOTURCO	10.31.15
420	ERBAIO	3.84.15
214	SUP. AGRICOLE RITIRATE DALLA PROD.	7.57.49
TOTALE		52.70.16

Scheda di campo:	DELLA MAGGIORA ANDREA
------------------	-----------------------

2016	Lavorazione del terreno:	Aratura media e erpicatura.	Marzo 2016
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Marzo 2016
	Semina con concimazione localizzata		Aprile 2016
	Trattamento erbicida Post emergenza		Maggio 2016
	Sarchiatura con concimazione azotata		maggio/giugno
	Irrigazione di soccorso a scorrimento	non effettuata	
	Raccolta a maturazione farinosa		2° quin.na
	settembre		
	Fertilizzanti impiegati		
	Fosfato bi ammonico 18.46	300 kg/ha	
	Urea Agricola 46%	400 kg/ha	
	Erbicida Laudis + aric	2 + 0.5 lt/ha	
	Sementi mais ibrido var Sivam 6130	per 21 ha	
2017	Lavorazione del terreno:	Aratura media e erpicatura.	Marzo 2017
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Marzo 2017
	Semina con concimazione localizzata		Aprile 2017
	Trattamento erbicida Post emergenza		Maggio 2017
	Sarchiatura con concimazione azotata		maggio 2017
	Irrigazione di soccorso a scorrimento	non effettuata	
	Raccolta a maturazione farinosa		70% 1° quin.na
	settembre		
	settembre		30% fine
	Fertilizzanti impiegati		
	Fosfato bi ammonico 18.46	300 kg/ha	
	Urea Agricola 46%	400 kg/ha	
	Erbicida Laudis + aric	2 + 0.5 lt/ha	
	Sementi mais ibrido var Sivam 6130	per 10 ha	

Giudizio e commento

L'azienda Della Maggiore Andrea coltiva terreni a mais situati prevalentemente in zona umida (alveo ex lago di Bientina) in condizioni di buona fertilità ma di difficile lavorazione. Le operazioni colturali vengono generalmente svolte con puntualità e rigore in modo da preparare il letto di semina nei tempi giusti. La fase iniziale della coltura è fondamentale sia per la presenza di parassiti che per la difficoltà di emergenza della piantina. Le fasi successive sono agevolate da una buona disponibilità idrica del terreno e da una buona fertilità di fondo. Normalmente sono stati privilegiati semi di mais di Cl 600 in primissima semina e solo raramente di cl 500. La raccolta effettuata con mietitrebbia di proprietà quindi sempre disponibile, viene fatta con tempistiche e modalità corrette, con condizioni di maturazione ideale, con umidità della granella tra 22 e 26% e sono i casi eccezionali in condizioni diverse. Dopo la raccolta i residui colturali vengono trinciati con trincia tocchi in modo da facilitare la decomposizione degli stocchi.

Il titolare in genere **effettua rotazione colturale** secondo quanto prevede il regolamento della condizionalità del PSR per cui il mais può essere coltivato al massimo per 2 annate successive.

Le rese aziendali sono in genere sopra la media del comprensorio e nell'arco temporale dei 5 anni sono state poche se non nulle le occasioni di superamento delle soglie di 20PPb di aflatossina nel mais da essiccare conferito alla cooperativa.

Scheda aziendale:	ZANELLA MONICA
-------------------	----------------

Ragione sociale		ZANELLA MONICA
Indirizzo		VIA MARTIRI LIBERTA
CAP - Comune (Provincia)		56022 ORENTANO CASTELFRANCO DI SOTTO (PI)
Codice identificativo PAC		
Superficie aziendale		Ha 119.66.88
Dotazione attrezzatura		Azienda dotata di Trattrici e attrezzi di preparazione senza utilizzo di contoterzisti
Dotazione mezzi di raccolta		Dotato di mietitrebbiatrice propria

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2016

Codice	Coltura	Superficie
005	GIRASOLE	10.64.22
001	GRANOTURCO	42.55.00
420	FRUMENTO	20.25.00
557	OLIVO	18.59
214	SUP. AGRICOLE RITIRATE DALLA PROD.	9.74.95
TOTALE		83.37.76

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2017

Codice	Coltura	Superficie
005	GIRASOLE	61.35.65
001	GRANOTURCO	39.36.95
420	FRUMENTO	9.00.74
557	OLIVO	18.59
214	SUP. AGRICOLE RITIRATE DALLA PROD.	9.74.95
TOTALE		119.66.88

Scheda di campo:	ZANELLA MONICA
------------------	----------------

2016	Lavorazione del terreno:	Rippatura ed erpicatura.	Marzo 2016
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Aprile 2016
	Semina con concimazione localizzata		Maggio 2016
	Trattamento erbicida Post emergenza		Giugno 2016
	Sarchiatura con concimazione azotata		Giugno 2016
	Irrigazione di soccorso a scorrimento	non effettuata	
	Raccolta a maturazione farinosa		
	Ottobre/Dicembre		
	Fertilizzanti impiegati		
	Fosfato bi ammonico 18.46	400 kg/ha	
	Urea Agricola 46%	450 kg/ha	
	Erbicida Laudis + aric	2 + 0.5 lt/ha	
	Sementi mais ibrido Pioneer P1613, P1921, P2088	per 42 ha	
2017	Lavorazione del terreno:	Aratura media e erpicatura.	Marzo 2017
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Aprile 2017
	Semina con concimazione localizzata		Aprile 2017
	Trattamento erbicida Post emergenza		Maggio 2017
	Sarchiatura con concimazione azotata		maggio 2017
	Irrigazione di soccorso a scorrimento	non effettuata	
	Raccolta a maturazione farinosa		Ottobre 2017
	Fertilizzanti impiegati		
	Fosfato bi ammonico 18.46	400 kg/ha	
	Urea Agricola 46%	450 kg/ha	
	Erbicida Laudis + aric	2 + 0.5 lt/ha	
	Sementi mais ibrido Pioneer var. P1613, P1921, P2088	per 39 ha	

Giudizio e commento

L'azienda Zanella Monica coltiva terreni a mais di medio impasto torbosi non irrigui situati nell'alveo dell'ex Lago di Bientina ma i in condizioni di buona fertilità e dotati di buona riserva idrica. I terreni più marginali sono coltivati a Girasole e a Frumento. Le operazioni colturali vengono generalmente svolte con puntualità e rigore. Normalmente vengono seminati ibridi di classe di maturazione 500/600 e solo raramente e per prova ibridi più tardivi. Durante il periodo estivo viene praticata una irrigazione per infiltrazione tramite l'innalzamento del livello dell'acqua nelle fosse poderali, effettuando una vera e propria irrigazione. La raccolta effettuata con mietitrebbia di proprietà quindi sempre disponibile, viene fatta con tempistiche e modalità corrette, con condizioni di maturazione ideale, con umidità della granella tra 20 e 26% e sono il casi eccezionali in condizioni diverse. Dopo la raccolta i residui colturali vengono trinciati con trincia tocchi in modo da facilitare la decomposizione degli stocchi.

Il titolare in **genere effettua rotazione colturale** secondo quanto prevede il regolamento della condizionalità del PSR per cui il mais può essere coltivato al massimo per 2 annate successive.

Le rese aziendali sono in genere nella media del comprensorio e nell'arco temporale dei 5 anni sono state poche se non nelle le occasioni di superamento delle soglie di 20PPb di aflatossina nel mais da essiccare conferito alla cooperativa.

Scheda aziendale:	RAMACCIOTTI ELSA
-------------------	-------------------------

Ragione sociale		RAMACCIOTTI ELSA
Indirizzo		VIA DELLA FRATINA
CAP - Comune (Provincia)		56016 PORCARI (LU)
Codice identificativo PAC		
Superficie aziendale		Ha 47.22.35
Dotazione attrezzatura		Azienda dotata di Trattori e attrezzi di preparazione senza utilizzo di contoterzisti
Dotazione mezzi di raccolta		Dotato di mietitrebbiatrice propria

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2016

Codice	Coltura	Superficie
001	GRANOTURCO	18.15.00
420	FRUMENTO	5.01.15
557	FORAGGIERE	15.02.00
TOTALE		38.18.15

PIANO COLTURALE - OCCUPAZIONE SUOLO CAMPAGNA 2017

Codice	Coltura	Superficie
005	GRANOTURCO	21.75.15
001	FRUMENTO	12.15.10
420	FORAGGIERE	13.32.10
TOTALE		47.22.35

Scheda di campo:	RAMACCIOTTI ELSA
------------------	------------------

2016	Lavorazione del terreno:	Rippatura ed erpicatura.	Aprile 2016
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Maggio 2016
2016	Concimazione a pieno campo		Maggio 2016
	Semina con concimazione localizzata		Maggio 2016
	Trattamento erbicida Pre-emergenza		Maggio 2016
	Sarchiatura con concimazione azotata		Giugno 2016
	Irrigazione di soccorso a scorrimento	non effettuata	
	Raccolta a maturazione farinosa		
	Ottobre/Dicembre		
	Fertilizzanti impiegati		
	Cocime comp. NPK 32.10.10	400 kg/ha	
	Fosfato bi ammonico 18.46 Localizz.	150 kg/ha	
2017	Urea Agricola 46%	150 kg/ha	
	Erbicida Laudis + aric	2 + 0.5 lt/ha	
	Sementi mais ibrido Pioneer, P1921, Pn01 Sivam Inove per 18 ha		
	Lavorazione del terreno:	Aratura media e erpicatura.	Marzo 2017
	Preparazione del letto di semina	Fresatura leggera	Aprile 2017
	Semina con concimazione localizzata		Aprile 2017
	Trattamento erbicida Post emergenza		Maggio 2017
	Sarchiatura con concimazione azotata		Maggio 2017
	Trattamento con AFX		giugno 2017
	Irrigazione di soccorso a scorrimento		luglio 2017
2017	Raccolta a maturazione farinosa		Ottobre 2017
	Fertilizzanti impiegati		
	Fosfato bi ammonico 18.46	350 kg/ha	
	Urea Agricola 46%	450 kg/ha	
	Erbicida Laudis + aric	2 + 0.5 lt/ha	
	Sementi mais ibrido Pioneer var. P1613, P1921, F73 per 21 ha		

Giudizio e commento

L'azienda Ramacciotti Elsa coltiva terreni a mais di medio impasto, irrigui in condizioni di buona fertilità situati nella piana di Capannori e di Lucca mentre ha riservato i terreni dell'azienda più marginali al foraggi e a riposo set-aside. Le operazioni colturali vengono svolte in base alle possibilità gestionali a causa dell'impegno del titolare nella stalla aziendale (bovini da carne) la lavorazione e la semina può subire ritardi e contrattempi a seconda degli impegni aziendali. Tuttavia anche in virtù della fertilità dei terreni e della buona tessitura, le lavorazioni e la semina vengono svolte in tempi rapidi e nel complesso i raccolti danno buoni risultati. La raccolta effettuata con mietitrebbia di proprietà quindi sempre disponibile, ma viene fatta con tempistiche e non ideali e in condizioni di maturazione troppo avanzata con umidità della granella spesso troppo basse e sono il casi eccezionali in condizioni diverse. Dopo la raccolta i residui colturali vengono trinciati con trincia tocchi in modo da facilitare la decomposizione degli stocchi.

L'azienda in **genere non effettua rotazione colturale** per necessita aziendali.

Le rese aziendali sono in genere sotto la media del comprensorio e nell'arco temporale dei 5 anni sono state superate diverse volte le soglie di 20PPb di aflatossina nel mais da essiccare conferito alla cooperativa. Proprio per questi motivi nella campagna 2017 l'Azienda ha utilizzato su tutta la superficie il trattamento con AFX1 per ridurre la presenza di aflatossine su mais con ottimi risultati che vedremo in seguito.

Andamento climatico delle campagne 2016 e 2017

L'andamento climatico delle campagne agrarie in esame è stato un elemento fondamentale per analizzare lo sviluppo e la diffusione dell'*Aspergillus flavus* sulle coltivazioni di mais, pertanto abbiamo evidenziato i report meteo relativi ai mesi estivi delle 2 campagne maidicole. In particolare abbiamo analizzato termometria e pluviometrie dei mesi di luglio, agosto e settembre 2016 e 2017 della provincia di Lucca, in modo da cercare una interazione tra clima e diffusione del fungo patogeno.

La situazione meteo del 2016 è stata caratterizzata da una primavera fino alla prima decade di **giugno** mediamente piovosa con temperature nella media; successivamente si sono registrate innalzamenti delle temperature sopra la media nella terza decade di **giugno** e nel mese di **luglio** e di **agosto** valori altalenanti leggermente sopra la media, con picchi nettamente sopra la media nella prima quindicina di **settembre**. Quello che è mancato sono le precipitazioni, assenti nel mese di luglio, insignificanti nel mese di agosto e presenti con fenomeni intensi solo intorno alla metà di settembre.

Per il 2017 la situazione è stata più critica del 2016. Abbiamo avuto una primavera particolarmente siccitosa con precipitazioni scarsissime che non hanno reintegrato le capacità di campo dei terreni pur avendo consentito delle ottime preparazioni dei letti di semina. Basti pensare che il periodo **febbraio aprile** è stato il più caldo e il più secco degli ultimi 40 anni; i mesi successivi di **maggio** e **giugno** le temperature sono rientrate nella norma con valori in alcuni casi inferiori alle medie di periodo ma le precipitazioni sono ancora in deficit importante. Il mese di **luglio** è stato caratterizzato da temperature nettamente sopra la media e precipitazioni praticamente assenti nel comprensorio maidicolo e lo stesso dicasi per il mese di **agosto**. **Settembre** ha riportato valori di temperatura e piovosità nella media stagionale anche se era ormai tardi per far recuperare le colture dal punto di vista produttivo.

Fase di raccolta

In questa fase sono state effettuate, su due campagne agrarie, comparazioni sul periodo di raccolta anche in funzione dell'epoca di maturazione del mais, ibridi coltivati, date di semina, interventi agronomici effettuati.

Sono stati valutati:

- Periodo di raccolta in funzione del tenore di umidità della granella
- Registrazione delle macchine di raccolta;
- Misurazione aflatossine con test rapidi

A tale scopo la cooperativa ha monitorato in fase di consegna del prodotto e riportato di seguito i valori qualitativi e quantitativi del prodotto.

Per la valutazione dell'umidità è stato utilizzato un misuratore GAG II della Dikej John che determina rapidamente il tenore della granella.

Per la determinazione delle aflatossine è stato utilizzato un visore a UV per un'analisi visiva qualitativa di massima e successivamente un analizzatore ACUUS SCAN Gold che determina la quantità di Aflatossina presente nella granella con la metodica della estrazione in alcol e l'uso di reagenti.

Gli strumenti utilizzati sono di provata validità e affidabilità e gli operatori che li utilizzano sono stati istruiti e formati per usare correttamente le procedure.

Scheda Raccolta:	DEL CARLO EMILIO DI DEL CARLO MASSIMO
------------------	---------------------------------------

2016	1° fase dal 26 al 30/9/2016 raccolte 149 t di mais con umidità del 24,12% 2° fase dal 1 al 20/12/16 raccolte 104 t di mais con umidità del 24.65%
2017	1° fase dal 26 al 30/9/2017 raccolte 90.45 t di mais con umidità del 23.90% 2° fase dal 1/10 al 06/10/17 raccolte 133.65 t di mai con umidità del 22.10%

n° serie	Test	ID Campione	Ora	Nome	Risultato
Report analisi 2016					
59	Q+ Aflatoxin	218443, del carlo massimo	23/09/2016 00:49:08	Q+ Aflatoxin	< 2.0ppb
88	Q+ Aflatoxin	226429, del carlo massimo	26/09/2016 15:17:34	Q+ Aflatoxin	9.7 ppb
105	Q+ Aflatoxin	231039, del carlo massimo	28/09/2016 21:05:58	Q+ Aflatoxin	< 2.0ppb
108	Q+ Aflatoxin	231039, del carlo massimo	30/09/2016 00:10:04	Q+ Aflatoxin	5.3 ppb
186	Q+ Aflatoxin	231039, Del Carlo Massimo	02/12/2016 17:17:07	Q+ Aflatoxin	5.8 ppb
187	Q+ Aflatoxin	231039, del carlo massimo	05/12/2016 17:35:11	Q+ Aflatoxin	2.8 ppb
188	Q+ Aflatoxin	231039, del carlo massimo	06/12/2016 15:30:44	Q+ Aflatoxin	< 2.0ppb
Report analisi 2017					
226	Q+ Aflatoxin	245621, del carlo massimo	31/08/2017 17:23:54	Q+ Aflatoxin	< 2.0ppb
227	Q+ Aflatoxin	245621, del carlo massimo	05/09/2017 11:27	Q+ Aflatoxin	2.2 ppb
228	Q+ Aflatoxin	245621, del carlo emilio	12/09/2017 11:07:13	Q+ Aflatoxin	2.9 ppb
234	Q+ Aflatoxin	245621, del carlo massimo	20/09/2017 07:46:56	Q+ Aflatoxin	4.8 ppb
287	Q+ Aflatoxin	245621, del carlo massimo	04/10/2017 02:41:31	Q+ Aflatoxin	4.9 ppb
288	Q+ Aflatoxin	245621, del carlo massimo	02/10/2017 02:42:18	Q+ Aflatoxin	4.4 ppb
289	Q+ Aflatoxin	245621, del carlo massimo	03/10/2017 02:42:21	Q+ Aflatoxin	3.7 ppb
290	Q+ Aflatoxin	245621, del carlo massimo	24/10/2017 02:43:00	Q+ Aflatoxin	3.7 ppb
293	Q+ Aflatoxin	245621, del carlo massimo	24/10/2017 07:28:22	Q+ Aflatoxin	3.7 ppb

Giudizio e commento

L'azienda DEL CARLO coltiva correttamente il mais e come si vede dai risultati, conferisce un prodotto con buone caratteristiche sanitarie, e difficilmente supera i 5pp di aflatossine; in particolare Del Carlo è molto attento alla irrigazione che pratica regolarmente nei terreni meno dotati di riserve idriche. Inoltre ripone molta attenzione alla fase di raccolta prestando molta cura alla regolazione della mietitrebbia. I risultati sono evidenti anche dal punto di vista produttivo. Non ci sono differenze sostanziali tra il 2016 e il 2017

Scheda Raccolta:	DEL PRETE RENZO
------------------	-----------------

2016	Raccolta del 15/12/16 raccolte 14.50 t di mais con umidita del 31.%
2017	Raccolta del 6/10/17 raccolte 11.45 t di mais con umidita del 29.10%

n° serie	Test	ID Campione	Ora	Nome	Risultato
Report analisi 2016					
198	Q+ Aflatoxin	231039, del prete renzo	15/12/2016 11:08:10	Q+ Aflatoxin	4.7 ppb
Report analisi 2017					
307	Q+ Aflatoxin	245621, del prete renzo	06/10/2017 21:30:15	Q+ Aflatoxin	4.6 ppb

Giudizio e commento

L'azienda DEL PRETE coltiva una superficie poco significativa a mais in asciutta in terreni ben dotati di acqua . tuttavia nel 2017 la produzione ha risentito sensibilmente della carenza idrica ma i valori di aflatossine (sempre molto bassi in questa azienda) sono nella norma.

Scheda Raccolta:	DELLA MAGGIORA ANDREA
------------------	-----------------------

2016	Raccolta dal 15 al 27/9/2016 raccolte 117.84 t di mais con umidità del 21,40%
2017	1° fase dal 4 al 5/9/2017 raccolte 27.59 t di mais con umidità del 21.52% 2° fase dal 25/09 al 26/09/17 raccolte 30.19 t di mai con umidità del 24.58%

n° serie	Test	ID Campione	Ora	Nome	Risultato
Report analisi 2016					
47	Q+ Aflatoxin	218443,della maggiora andrea	16/09/2016 16:39:20	Q+ Aflatoxin	3.3 ppb
50	Q+ Aflatoxin	218443, della maggiora andrea	20/09/2016 23:29:56	Q+ Aflatoxin	< 2.0ppb
53	Q+ Aflatoxin	218443, della maggiora andrea	23/09/2016 00:44:49	Q+ Aflatoxin	< 2.0ppb
92	Q+ Aflatoxin	226429, della maggiora andrea	26/09/2016 17:35:01	Q+ Aflatoxin	< 2.0ppb
Report analisi 2017					
229	Q+ Aflatoxin	245621,della maggiora andrea	05/09/2017 10:41:33	Q+ Aflatoxin	< 2.0ppb
235	Q+ Aflatoxin	245621, della maggiora andrea	06/09/2017 11:13	Q+ Aflatoxin	2.7 ppb
239	Q+ Aflatoxin	245621, dell maggiora andrea	25/09/2017 10:44:27	Q+ Aflatoxin	7.7 ppb

Giudizio e commento

L'azienda Della Maggiora è di medie dimensioni e occupa diversi areali tutti situati nella zona dell'ex Lago di Bientina in terreni limosi e torbosi e con ottima dotazione idrica di falda. Pur senza particolari attenzioni i valori di aflatossine sono sempre stati molto bassi. Le operazioni colturali sono sempre effettuate con molta cura e con tempismo anche se la semina normalmente viene effettuata in anticipo rispetto alla media di zona. Secondo una nostra valutazione la presenza di umidità di falda e conseguentemente le buone condizioni vegetali della pianta anche in situazione di elevate temperature non favoriscono il proliferare dell'Aspergillus e quindi non si producono elevati valori di Aflatossina. La raccolta viene effettuata con cura, nei giusti periodi e con umidità tra 23 e 25% regolando meticolosamente le mietitrebbie e riducendo al massimo le impurità e la frattura della granella.

Scheda Raccolta:	ZANELLA MONICA
------------------	----------------

2016	1° fase dal 13 al 31/10/2016 raccolte 92.48 t di mais con umidità del 28,12% 2° fase dal 17 al 30/11/16 raccolte 61.57 t di mais con umidità del 25.56 3° fase dal 1 al 09/12/16 raccolte 330.67 t di mais con umidità del 26.80%
2017	Fase unica dal 5 al 10/10/2017 raccolte 343.83 t di mais con umidità del 26.13%

n° serie	Test	ID Campione	Ora	Nome	Risultato
Report analisi 2016					
147	Q+ Aflatoxin	231039, zanella monica	13/10/2016 15:01:01	Q+ Aflatoxin	6.4 ppb
148	Q+ Aflatoxin	231039, Zanella Monica	13/10/2016 17:30:50	Q+ Aflatoxin	11.2 ppb
160	Q+ Aflatoxin	231039, zanella monica	25/10/2016 12:07:28	Q+ Aflatoxin	12.8 ppb
180	Q+ Aflatoxin	231039, Zanella monica	18/11/2016 17:36:17	Q+ Aflatoxin	3.1 ppb
185	Q+ Aflatoxin	231039, zanella monica	02/12/2016 10:10:27	Q+ Aflatoxin	10.0 ppb
189	Q+ Aflatoxin	231039, Zanella	02/12/2016 10:42:08	Q+ Aflatoxin	8.1 ppb
190	Q+ Aflatoxin	231039, zanella	06/12/2016 18:22:58	Q+ Aflatoxin	11.1 ppb
191	Q+ Aflatoxin	231039, Zanella	07/12/2016 18:47:23	Q+ Aflatoxin	10.3 ppb
192	Q+ Aflatoxin	231039, Zanella	03/12/2016 18:48:30	Q+ Aflatoxin	9.9 ppb
Report analisi 2017					
281	Q+ Aflatoxin	245621, Zanella monica	05/10/2017 09:26	Q+ Aflatoxin	<2 ppb
282	Q+ Aflatoxin	245621, Zanella monica	07/10/2017 09:28	Q+ Aflatoxin	3.8 ppb
283	Q+ Aflatoxin	245621, Zanella monica	09/10/2017 09:28:09	Q+ Aflatoxin	3.9 ppb
284	Q+ Aflatoxin	245621, Zanella monica	10/10/2017 09:28:29	Q+ Aflatoxin	3.4 ppb
285	Q+ Aflatoxin	245621, Zanella monica	06/10/2017 07:52:37	Q+ Aflatoxin	2.5 ppb

Giudizio e commento

L'azienda Zanella è molto estesa e occupa diversi areali ma tutti situati nella zona di Orentano, in terreni torbosi e con ottima dotazione idrica di falda, Pur senza particolari attenzioni i valori di aflatossine sono sempre stati molto bassi, anche nelle aziende limitrofe. Le operazioni colturali sono sempre effettuate con molta cura e con tempismo anche se la semina normalmente viene effettuata un po' in ritardo date le dimensioni aziendali. Secondo una nostra valutazione la situazione pedoclimatica, la presenza di umidità relativa elevata e conseguentemente le buone condizioni vegetali della pianta anche in situazione di elevate temperature non favoriscono il proliferare dell'*Aspergillus* e quindi non si producono elevati valori di Aflatoxina.

La raccolta viene effettuata con cura, regolando attentamente le mietitrebbie e riducendo al massimo le impurità e la frattura della granella.

Scheda Raccolta:	RAMACCIOTTI ELSA
------------------	------------------

2016	1° fase dal 3 al 3/10/2016 raccolte 16.17 t di mais con umidità del 21.67% 2° fase dal 25 al 31/10/16 raccolte 49.63t di mais con umidità del 20.81% 3° fase dal 14 al 19/12/16 raccolte 29.46t di mais con umidità del 25.6%
2017	1° fase dal 5 al 11/09/2017 raccolte 26.38 t di mais con umidità del 20.80% 2° fase dal 21 al 28/09/17 raccolte 67.63t di mais con umidità del 21.56%

n° serie	Test	ID Campione	Ora	Nome	Risultato
Report analisi 2016					
45	Q+ Aflatoxin	218443, Ramacciotti Elsa	14/09/2016 14:23:16	Q+ Aflatoxin	22.0ppb
46	Q+ Aflatoxin	218443, Ramacciotti Elsa	14/09/2016 18:10:00	Q+ Aflatoxin	26.4 ppb
113	Q+ Aflatoxin	226429, Ramacciotti Elsa	05/10/2016 21:12:22	Q+ Aflatoxin	19.0 ppb
114	Q+ Aflatoxin	226429, Raamcciotti Elsa	06/10/2016 00:23:55	Q+ Aflatoxin	10.5 ppb
172	Q+ Aflatoxin	231039, Ramacciotti Elsa	31/10/2016 11:53:52	Q+ Aflatoxin	62.8 ppb
173	Q+ Aflatoxin	231039, Ramacciotti Elsa	31/10/2016 12:05:32	Q+ Aflatoxin	24.2 ppb
175	Q+ Aflatoxin	231039, Ramacciotti Elsa	31/10/2016 17:48:48	Q+ Aflatoxin	27.6 ppb
Report analisi 2017					
230	Q+ Aflatoxin	245621,Ramacciotti elsa	16/09/2017 01:38:07	Q+ Aflatoxin	2.7 ppb
236	Q+ Aflatoxin	245621, Ramacciotti elsa	21/09/2017 11:29:02	Q+ Aflatoxin	2.1 ppb
237	Q+ Aflatoxin	245621, ramacciotti elsa	22/09/2017 10:15:53	Q+ Aflatoxin	< 2.0ppb
295	Q+ Aflatoxin	245621, ramacciotti elasa	25/10/2017 11:50:11	Q+ Aflatoxin	10.7 ppb
304	Q+ Aflatoxin	245621, Ramacciotti elsa	27/10/2017 12:50:06	Q+ Aflatoxin	2.4 ppb

Giudizio e commento

L'azienda Ramacciotti è un caso interessante per la nostra prova: per motivi contingenti e logistici già spiegati in precedenza, le operazioni colturali non vengono effettuate con modalità e tempistiche ideali; inoltre i terreni coltivati sono investiti a mais da molti anni. Le conseguenze di queste pratiche agronomiche sono una presenza massiccia di infestazione di *Aspergillus* e conseguenti valori elevati di Aflatossina nella granella come si vede nei dati analitici 2016.

Nel 2017 l'Azienda ha utilizzato su tutta la superficie a mais il prodotto AFX 1 (sorgo inoculato con *Aspergillus* non tossigeno) e sorprendentemente abbiamo riscontrato una caduta verticale dei valori di aflatossina nella granella di mais. La granella esaminata alla lampada di Wood denotava ugualmente molte cariossidi infestate dal fungo ma evidentemente era il fungo non tossigeno perché all'analisi quantitativa con test rapido risultavano valori bassissimi di Aflatossina.

Conclusioni

*In conclusione, con le nostre verifiche e prove possiamo affermare che il fungo *Aspergillus Flavus* e la sua conseguente tossina sulla granella di mais è influenzata sensibilmente dalle condizioni climatiche ma anche dalle pratiche colturali.*

Situazioni di stress idrico e temperature elevate in fase di maturazione della granella favoriscono la proliferazione del fungo, ma lavorazioni adeguate, concimazioni corrette, irrigazione e soprattutto le rotazioni colturali consentono di ridurre sensibilmente la presenza del fungo e di limitarne i danni. Per le aziende che per motivi logistici o per necessità non possono effettuare rotazione colturale è indispensabile l'utilizzo del prodotto AFX1 che ha dimostrato notevole efficacia nella riduzione del fungo tossigeno sulla granella.

Fase di stoccaggio

La riduzione del rischio micotossine è un problema complesso, da gestire con misure che iniziano in campo e proseguono nella fase di stoccaggio. L'importanza del tema è dimostrata dal fatto che alcune di esse sono disciplinate dalla normativa vigente (Aflatossine, Deossinivalenolo, Fumonisine, Ocratossina A, T2-HT2, Zearalenone) e da specifiche "Linee guida" (LG) per il loro controllo emesse dal Ministero delle Politiche Agricole. Tuttavia, nella fase di campo non tutte le misure previste dalle LG possono essere applicate in ogni condizione operativa, e quindi è molto importante poter disporre di strumenti di difesa anche nella fase di stoccaggio. In questa fase molti fattori biotici e abiotici influenzano la qualità e la salubrità delle granaglie, soggette a fenomeni di degradazione aerobica, all'attacco di insetti infestanti e di patogeni del post-raccolta. Le micotossine rappresentano un problema sociosanitario globale al quale la filiera cerealicola è particolarmente sensibile, con ricadute negative che si estendono dall'ambito agricolo a quello alimentare e zootecnico.

In quest'ultima fase le comparazioni riguardano le tecniche post raccolta di ricevimento, prepulitura, essiccazione e successiva fase di stoccaggio. Particolare attenzione è stata posta al monitoraggio delle temperature di conservazione in silo che, insieme all'umidità relativa della granella, rappresenta un punto critico del processo il cui controllo è essenziale per la prevenzione del rischio connesso con la sicurezza degli alimenti e dei mangimi.

I parametri valutati sono:

- Modalità di prepulitura e di essiccazione del prodotto verde.
- Condizionamento e conservazione in silo con diverse modalità di ventilazione e/o refrigerazione.
- Pulitura e vagliatura del prodotto secco prima dell'immissione al consumo.

La modalità di essiccazione e pulitura del prodotto è stata comparata solo su piccole partite di prodotto per evidenti motivi economici: i silos del nostro impianto hanno capacità di circa 1800 t. La prepulitura del mais verde che arriva dai campi è fondamentale perché elimina delle impurità che potenzialmente hanno in carico funghi e tossine; inoltre si evita di essiccare del materiale che non ha nessun valore commerciale e che ostacola una essiccazione efficiente.

Per quanto riguarda la fase di essiccazione vera e propria, abbiamo riscontrato che la temperatura di essiccazione non influenza la proliferazione o meno del fungo ma se la temperatura di essiccazione è troppo elevata si possono creare microfratture sulla cariosside di mais con la conseguente apertura a infezioni fungine. La temperatura ideale dell'aria di essiccazione sarebbe di 100/110 C°: in queste condizioni avviene una riduzione costante e progressiva dell'umidità della cariosside senza choc termici e senza fatturazione del rivestimento esterno. Aumentando la temperatura di essiccazione a 130 o 135 C° con lo scopo di incrementare la produzione dell'essiccatoio la granella è sottoposta a un eccessivo sbalzo termico e si possono creare delle microfratture che sono la via di ingresso dei funghi Aspergillus. Per operare in condizioni di sicurezza sarebbe bene non superare mai i 120 C° di temperatura dell'aria di essiccazione in modo da favorire il passaggio di umidità dall'interno della granella all'esterno senza stress termici.

n° di serie	Test	ID Campione	Ora	Nome	Risultato
195	Q+ Aflatoxin	231039,mais non prepulito 1	14/12/2016 10:52:49	Q+ Aflatoxin	13.1 ppb
196	Q+ Aflatoxin	231039 mais non prepulito 2	14/12/2016 10:53:02	Q+ Aflatoxin	16.2 ppb
197	Q+ Aflatoxin	231039 mais prepulito 1	15/12/2016 11:08:07	Q+ Aflatoxin	8.3 ppb
198	Q+ Aflatoxin	231039 mais prepulito 2	15/12/2016 11:08:10	Q+ Aflatoxin	7.7 ppb

La **pulitura** del mais è una operazione fondamentale perché nel mais spezzato proliferano più facilmente i funghi patogeni; una buona pulitura del prodotto finito elimina una quota considerevole di materiale contaminato dal fungo e quindi riduce la carica complessiva di aflatoxina, se presente. Da nostri riscontri analitici abbiamo valutato una riduzione di 3 o 4 ppb di aflatoxina con un pulitura efficace della granella.

Per quanto riguarda le **temperature di conservazione** non sono state fatte prove specifiche sui silo per il motivo che abbiamo anzidetto: silos troppo grandi su cui, per motivi economici, non potevamo rischiare decadimenti qualitativi del cereale. Possiamo tuttavia specificare che con temperatura inferiore a 15 C° la proliferazione del fungo Aspergillus è ridottissima e il cereale si conserva benissimo anche dal punto di vista delle infestazioni di artropodi. I silos sono dotati di sonde di rilevamento delle temperature e di una centralina di controllo e allarma che consente di intervenire al superamento di soglie di temperatura con ventilazione e refrigerazione del cereale. La refrigerazione viene effettuata con un refrigeratore Granifrigor Tecnograin che consente di abbassare la temperatura di 1000 t di mais di 5C° in 12 ore. Inoltre normalmente al ridursi della temperatura ambientale esterna sotto i 10 C°, si ventila il cereale in silo in modo da abbassare -ulteriormente la temperatura della massa e a valori anche inferiori a 5C°; dato che il mais ha caratteristiche adiabatiche molto spinte, le temperature una volta abbassate si mantengono per diversi mesi garantendo una conservazione ottimale dell'intero silo. Allo scopo riportiamo i dati analitici di verifica delle aflatoxine nei silos in diversi periodi dell'anno:

n° di serie	Test	ID Campione	Ora	Nome	Risultato
132	Q+ Aflatoxin	226429, Coacervo Silo 4	11/10/2016 21:13:42	Q+ Aflatoxin	4.9 ppb
136	Q+ Aflatoxin	226429, Coacervo Silo 4	12/10/2016 21:02:28	Q+ Aflatoxin	4.7 ppb
n° di serie	Test	ID Campione	Ora	Nome	Risultato
139	Q+ Aflatoxin	231039, Silos 5	12/10/2016 21:28:22	Q+ Aflatoxin	8.6 ppb
142	Q+ Aflatoxin	231039, Silos 2	12/10/2016 23:24:12	Q+ Aflatoxin	6.9 ppb
151	Q+ Aflatoxin	231039, silo 5	18/10/2016 09:59:06	Q+ Aflatoxin	5.0 ppb
155	Q+ Aflatoxin	231039, silo 5	24/10/2016 11:50:11	Q+ Aflatoxin	4.1 ppb
194	Q+ Aflatoxin	231039, silo 4	14/12/2016 10:29:34	Q+ Aflatoxin	5.4 ppb
204	Q+ Aflatoxin	231039 silo 5	22/02/2017 11:23:24	Q+ Aflatoxin	7.9 ppb
206	Q+ Aflatoxin	231039, silo 2	23/02/2017 17:24:47	Q+ Aflatoxin	5.0 ppb
207	Q+ Aflatoxin	231039, silo 2	27/02/2017 10:08:07	Q+ Aflatoxin	5.6 ppb
208	Q+ Aflatoxin	231039, silo 2	26/06/2017 11:21:32	Q+ Aflatoxin	6.9 ppb
209	Q+ Aflatoxin	231039, silo 5	26/06/2017 11:22:40	Q+ Aflatoxin	6.7 ppb
210	Q+ Aflatoxin	231039, SILO S 4	27/06/2017 06:56:25	Q+ Aflatoxin	2.3 ppb
298	Q+ Aflatoxin	245621, silo 2	25/10/2017 20:53:14	Q+ Aflatoxin	3,5 ppb
300	Q+ Aflatoxin	245621, silo 4	25/10/2017 21:13:40	Q+ Aflatoxin	5.8 ppb
328	Q+ Aflatoxin	250818, silo 2 oggi	05/12/2017 12:37:04	Q+ Aflatoxin	4.1 ppb
329	Q+ Aflatoxin	250818, silo 2 oggi	05/12/2017 12:57:12	Q+ Aflatoxin	4.1 ppb
330	Q+ Aflatoxin	250818, silo 4 oggi	05/12/2017 13:35:06	Q+ Aflatoxin	5.1 ppb
331	Q+ Aflatoxin	250818, silo 4 oggi	05/12/2017 13:55:15	Q+ Aflatoxin	6.3 ppb
332	Q+ Aflatoxin	250818, silo 4 oggi	05/12/2017 14:35:21	Q+ Aflatoxin	6.8 ppb
333	Q+ Aflatoxin	250818, silo 4 oggi	05/12/2017 15:35:31	Q+ Aflatoxin	5.2 ppb
348	Q+ Aflatoxin	250818, lotto S2	20/02/2018 08:18:15	Q+ Aflatoxin	3.2 ppb
349	Q+ Aflatoxin	250818, lotto S2	20/02/2018 08:25:51	Q+ Aflatoxin	3.4 ppb
353	Q+ Aflatoxin	250818, silo 4	23/03/2018 12:34:06	Q+ Aflatoxin	5.6 ppb
354	Q+ Aflatoxin	250818, silo 4	23/03/2018 12:45:11	Q+ Aflatoxin	4.2 ppb



SERVIZI AL CITTADINO
UFF. MARKETING E POLITICHE EUROPEE
marketing.territoriale@comune.capannori.lu.it

PROGETTO

G.I.R.A. per la piana Lucchese
G.I.R.A. Gestione Integrata Rischio Aflatossine

Misura 16.2 del PSR 2014-2020 Regione Toscana
Bando PIF – annualità 2015
Codice PIF 38/2015

RELAZIONE FINALE

**PSR 2014-2020 - Misura 16.2 PIF 2015. Sostegno a Progetti pilota e di
cooperazione**

Ruolo del Comune di Capannori all'interno del progetto: azione progettuale numero 12

– “Disseminazione dei risultati progettuali”

Obiettivi da perseguire

Nell'ambito della fase di trasferimento dell'innovazione e divulgazione delle attività progettuali, si è inteso coinvolgere il maggior numero di imprese agricole operanti nel settore cerealicolo-zootecnico e anche altre componenti della filiera, comprese le industrie mangimistiche e di trasformazione, le realtà associative locali e regionali, i liberi professionisti del settore, le organizzazioni di produttori, i cittadini interessati ecc. Ciò è avvenuto attraverso la messa a punto di idonei strumenti di promozione delle azioni progettuali, volti a diffondere l'innovazione introdotta, a stimolarne la replicabilità presso altri operatori, a proporre soluzioni tecnico-economiche alternative per il comparto.

Gli interventi di informazione e divulgazione sono stati realizzati durante tutta la durata dell'iter progettuale.

Al riguardo, con delibera di giunta n. 139 del 09/06/2016 il Comune di Capannori ha approvato la realizzazione del progetto e l'adesione all'accordo di cooperazione. Di seguito, vengono esplicitate le voci in dettaglio delle attività di progetto realizzate:

VOCI	DESCRIZIONE
A	Creazione, pubblicazione e stampa di materiale divulgativo e promozionale del PIF “G.I.R.A. per la piana lucchese”
B	Convegni e seminari tecnici per la divulgazione dei risultati durante il periodo della sperimentazione
C	Visita alla mangimificio della Molitoria Val di Serchio per tecnici del settore e interessati
D	Pubblicazioni di articoli su riviste tecniche di settore per la propagazione e diffusione dei risultati ottenuti durante la sperimentazione
E	Costituzione, gestione, pianificazione e esecuzione delle attività all'interno del tavolo di lavoro “GIRA per la Piana Lucchese” e “Circularifood”: due strumenti per la costituzione del Piano Intercomunale del Cibo

Inoltre, la medesima delibera ha assegnato le seguenti risorse umane al progetto:

Ruolo ricoperto all'interno del progetto	Nominativo
Responsabile delle azioni di Marketing e del controllo sulla gestione e monitoraggio. RUP di progetto	Andrea Ricci
Responsabile dell'istruttoria sugli atti amministrativi e referente per il Comune di Capannori	Alessandro Pensa
Esperto in comunicazione e addetto stampa	Riccardo Marzi

Azione 12.2 Eventi e Comunicazione

1) Creazione, pubblicazione e stampa di materiale divulgativo e promozionale del PIF “G.I.R.A. per la piana lucchese”

All'interno dell'azione 12.2 “Eventi e Comunicazione” erano presenti la progettazione, creazione e stampa di materiale divulgativo e promozionale che hanno avuto la funzione di pubblicizzare e promuovere il progetto di ricerca durante le giornate di incontro pubblico con tecnici del settore, agricoltori e interessati, e di divulgazione dell'andamento delle attività in campo e dei risultati ottenuti.

E' stato progettato e creato un logo con la funzione di individuare e identificare il progetto “G.I.R.A. Gestione Integrata Rischio Aflatossine” e relativo manuale di identità visiva del progetto, andandone a accentuare la visibilità e riconoscendone un modello ripetibile e riproducibile su tutto il territorio regionale.

In dettaglio, le varie voci attuate:

	Attività
1	Studio e sviluppo del marchio identificativo “G.I.R.A. per la piana Lucchese” in formato vettoriale e consegna dei file: creazione del “brand book” (manuale d'uso del marchio) con declinazioni, riferimenti cromatici e informazioni sui font.
2	Progettazione e impaginazione grafica dei materiali promozionali
3	Creazione e stampa di roll up cm. 80 x 200 stampa fronte in quadricromia (completo di supporto in alluminio e sacca per il trasporto).
4	Creazione e stampa di nr. 200 manifesti cm. 70 x 100 stampa quadricromia fronte applicati negli spazi pubblici dei comuni interessati per la pubblicizzazione degli eventi di comunicazione e disseminazione dei risultati del progetto
5	Creazione e stampa di nr. 200 cartelline cm. 33 x 22 stampa quadricromia per inserire materiale promozionale durante i convegni
6	Creazione e stampa di n. nr. 1500 volantini formato A5 cm. 15 x 21 stampa fronte/retro in quadricromia carta patinata lucida gr.170 consegnati in luoghi di interesse pubblico per la per la pubblicizzazione degli eventi di comunicazione e disseminazione dei risultati del progetto
7	Pubblicazione a copertura territoriale con presentazione progetto, partner e risultati attesi tramite la progettazione di materiale cartaceo pieghevole (brochure) in cui sono stati riportati scopi e partner del progetto per le aziende e la cittadinanza. Creazione e stampa di nr. 200 brochure.
8	Stampa e diffusione di un vademecum cartaceo, distribuito su tutto il territorio della Piana Lucchese, che presenti, in forma divulgativa, i risultati del progetto e le buone pratiche da applicare per il contenimento delle micotossine. Il vademecum, per avere maggiore diffusione anche fuori dai confini toscani, è anche distribuito in forma di e-book attraverso il sito Web. Creazione e stampa di nr. 200 vademecum.
9	Realizzazione di un video documentario multimediale con lo scopo di presentare il progetto di cooperazione. Il video è riscontrabile sul canaler youtube (GIRA per la piana Lucchese), presso il link: https://www.youtube.com/watch?v=S9B-2SG0NI8

2) Convegni e seminari tecnici per la divulgazione dei risultati durante il periodo della sperimentazione

All'interno dell'azione 12.2 "Eventi e Comunicazione" sono presenti una serie di voci inerenti l'organizzazione di convegni e seminari tecnici per la divulgazione dei risultati durante il periodo della sperimentazione.

Questa voce ha previsto nel dettaglio l'organizzazione e la realizzazione di:

- **Un convegno di apertura (kick off meeting)** rivolto ai partecipanti diretti e indiretti del progetto integrato di filiera "G.I.R.A. per la piana Lucchese", ai tecnici del settore e al pubblico interessato, in cui verrà presentato: il progetto "G.I.R.A. Gestione Integrata Rischio Aflatossine", le linee di ricerca al suo interno, le metodologie di ricerca, i partner, il cronoprogramma indicativo delle fasi di ricerca, gli obiettivi e i risultati previsti dall'attività di sperimentazione;
- **Due seminari di tipo scientifico/tecnico** con la funzione di aggiornare i presenti al convegno di apertura e altri interessati circa l'avanzamento delle prove sperimentali e i risultati ottenuti dall'attività di ricerca. I seminari saranno realizzati a distanza di tempo pari a un anno dall'altro;
- **Un convegno di chiusura** rivolto non solo ai partecipanti che erano già presenti al kick-off, ma anche a coloro che, nel frattempo, saranno stati coinvolti nel progetto o raggiunti dalle newsletter. Il convegno ha avuto la funzione di presentare i risultati finali della sperimentazione e trarre le conclusioni scientifico/tecniche da poter usufruire per il contenimento e gestione delle popolazioni del fungo tossigeno.

In dettaglio, le varie voci attuate:

1	Convegno di apertura (26/07/2017): è stata allestita la sala congressi presso il Frantoio Sociale del Compitese del Comune di Capannori. Erano presenti membri della dirigenza della Regione Toscana (Dott.ssa Fabbri e Dott. Barbieri), rappresentanti delle associazioni di categoria (Coldiretti, CIA), del Comune di Capannori (Dott.ssa Frediani). Il pubblico ha interessato circa 40 persone tra cui molti imprenditori agricoli e interessati del settore. Presenza di servizio catering per i partecipanti al convegno.
2	Seminario intermedio scientifico/tecnico (1/12/2017): incontro tecnico che ha interessato circa una 25na di persone tra imprenditori agricoli e liberi professionisti interessati del settore. Il seminario ha avuto il piacere di ospitare la prof.ssa Paola Battilani dell'Università del Sacro Cuore di Piacenza che ha approfondito la problematica della gestione delle aflatossine in campo e del prodotto AFX1 dal suo gruppo di ricerca sperimentato come nuovo mezzo di contrasto nella formazione delle spore cancerogene. Presenza di servizio catering per i partecipanti al convegno.
3	Seminario intermedio scientifico/tecnico (8/06/2018): incontro tecnico che ha interessato circa una 20na di persone tra imprenditori agricoli e liberi professionisti interessati del settore. I vari gruppi dei partner scientifici hanno aggiornato i presenti dei risultati delle prove in campo e dell'andamento delle prove. Presenza di servizio catering per i partecipanti al convegno.
4	Convegno di chiusura (25/07/2018): è stata allestita la sala congressi presso il L'Unitaria – cooperativa zoocerealicoa presso il Comune di Porcari. Erano presenti il dott. Marco Del Pistoia (Slowfood Lucca), il sig. Renzo Del Prete (Ass. Rosso e i suoi fratelli e presidente dell'Unitaria), l'assessore del Comune di Capannori all'agricoltura (Dott.ssa Frediani). Il pubblico ha interessato circa 30 persone tra cui molti imprenditori agricoli e professionisti interessati del settore. Presenza di servizio di catering per i partecipanti al convegno.

3) Visita alla mangimificio della Molitoria Val di Serchio per tecnici del settore e interessati

All'interno dell'azione 12.2 "Eventi e Comunicazione" erano presenti una serie di voci di spesa inerenti l'organizzazione di visite alle aziende cerealicole e al mangimificio presenti nel progetto che sono oggetti delle prove di sperimentazione dedicate ai tecnici del settore e dei partecipanti diretti e indiretti del PIF.

Per motivi di carattere metereologico dell'annata 2017 che hanno posto in condizioni non attuabili le visite in campo presso le aziende cerealicole, le voci inerenti sono state modificate e cambiate nella realizzazione del video documentario (vedere lettera allegata).

In dettaglio, la voce attuata:

	Attività
1	Organizzazione di una visita presso lo stabilimento dell'azienda Molitoria Val di Serchio srl, mangimificio coinvolto nelle fasi progettuali di ricerca: la visita ha previsto la presenza di tecnici e professionisti interessati e di imprenditori agricoli cerealicoltori.

4) Pubblicazioni di articoli su riviste tecniche di settore per la propagazione e diffusione dei risultati ottenuti durante la sperimentazione

All'interno dell'azione 12.2 "Eventi e Comunicazione" erano presenti una serie di voci inerenti la redazione e pubblicazione di materiale divulgativo scientifico/tecnico a distribuzione territoriale.

Questa tipologia di voce era essenziale per la divulgazione dei risultati scientifici delle prove sperimentali del progetto e per la descrizione e la comunicazione delle metodologie innovative per contenere le popolazioni di *Aspergillus flavus* in cerealicoltura.

In dettaglio, le varie voci attuate:

	Attività
1	Redazione e pubblicazione di comunicato stampa presso il sito AgroNotizie.it dei primi risultati/tecnico scientifici (Progetto anno 1)
2	Redazione e pubblicazione di comunicato stampa presso il sito AgroNotizie.it dei primi risultati/tecnico scientifici (Progetto anno 1)
3	Redazione e pubblicazione di comunicato stampa presso il sito AgroNotizie.it dei primi risultati/tecnico scientifici (Progetto anno 2)
4	Redazione e pubblicazione di comunicato stampa presso il sito AgroNotizie.it dei primi risultati/tecnico scientifici (Progetto anno 2)
5	Quattro comunicati stampa da parte del Comune di Capannori sugli eventi organizzati del progetto
6	Comunicazione alla stampa locale degli eventi con comunicato stampa (Il Tirreno, Lucca in diretta, DiLucca)

5) Costituzione, gestione, pianificazione e esecuzione delle attività all'interno del tavolo di lavoro "GIRA per la Piana Lucchese" e "Circularifood": due strumenti per la costituzione del Piano Intercomunale del Cibo

Come ulteriore azione di comunicazione all'interno della 12.2 "Eventi e Comunicazione", il Comune di Capannori si è attivato in accordo con i partner della 16.2 e il capofila del progetto Molitoria Val di Serchio, nella costituzione di un tavolo di lavoro per conseguire gli obiettivi che accomunano il PIF "GIRA per la piana Lucchese" e il programma di politiche rurali promosso dal Comune "Nutritre la Lucchesia". Con questo tavolo si è voluto organizzare e promuovere una serie di iniziative rivolte ai cittadini della Piana Lucchese; iniziative nelle quali il modello di filiera costituito nel PIF è stato preso come un esempio di progettualità fondamentale per rafforzare, sul territorio, altre attività legate allo sviluppo rurale, alla diffusione di modelli di cooperazione/collaborazione tra imprese agricole per l'ideazione e adozione di innovazioni anche sul lato delle relazioni con i consumatori e, infine, sul lato dei consumatori, per favorire lo sviluppo di stili di consumo più responsabili e attenti ai prodotti locali.

In dettaglio, le varie voci attuate:

	Attività
1	Attività di networking e di coordinamento delle riunioni del tavolo di lavoro e definizione del programma di lavoro: le attività svolte in questa voce riguardano le convocazioni degli stakeholders del tavolo, il loro coordinamento in sede di riunione, la stesura degli argomenti trattati e la redazione del verbale.
2	Programma di lavoro: documento redatto dal tavolo di lavoro in cui sono stati definiti eventi di informazione e progettazione, gli stakeholders da coinvolgere, le tempistiche e la localizzazione sul territorio di questi, il cronoprogramma del tavolo di lavoro.
3	Attività di informazione/divulgazione ai cittadini: le attività sono state definite dal tavolo di lavoro. Sono stati predisposti due incontri con i cittadini presso eventi enogastronomici del territorio e due tavole rotonde sulle tematiche del tavolo con stakeholders interessati.