



PSR 2007-2013 Regione Toscana

PROGETTO INTEGRATO DI FILIERA “UN FILO D' OLIO”:

“Gestione razionale delle risorse umane e naturali in moderne tipologie di oliveti e dei sottoprodotti della lavorazione delle olive”.

Progetto Misura 124 - MODOLIVI (Moderna Olivicoltura)

Indice

Obiettivo del progetto

Partenariato

Durata del progetto

Costi di realizzazione

Contenuti innovativi

1. Prima fase: costituzione del partenariato e coordinamento
2. Seconda fase
 - 2.1. Valutazione agronomica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, difesa antiparassitaria, trasferimento di tecniche innovative e valutazione finale
 - 2.1.1 Valutazione agronomica attuale della potatura, della raccolta, dell'irrigazione, della gestione del suolo e della difesa antiparassitaria
 - 2.1.2.. Trasferimento di tecniche innovative di gestione della potatura, della raccolta, dell'irrigazione, del suolo e della difesa fitosanitaria
 - 2.1.3.. Valutazione agronomica dei risultati ottenuti attraverso l'utilizzo delle tecniche innovative di gestione della potatura, della raccolta, dell'irrigazione, del suolo e della difesa fitosanitaria
 - 2.2.Valutazione tecnica e organizzazione attuale dei cantieri di lavoro per la potatura, raccolta, difesa, trasferimento di tecniche innovative e valutazioni finali
 - 2.2.1. Valutazione tecnica e organizzazione attuale dei cantieri di lavoro per la potatura, raccolta, difesa
 - 2.2.2. Trasferimento di tecniche innovative
 - 2.2.3. Valutazione finale
 - 2.3. Valutazione economica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, difesa antiparassitaria e trasferimento dei risultati economici con tecniche innovative e valutazione finale
 - 2.3.1. Valutazione economica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, difesa antiparassitaria
 - 2.3.2. Trasferimento dei risultati economici di tecniche innovative
 - 2.3.4 Valutazione finale
 - 2.4. Valutazione economica delle innovazioni nella frangitura delle olive
 - 2.4.1. Valutazione economica delle innovazioni nella frangitura delle olive
 - 2.4.2. Metodologia di rilevazione ed elaborazione dei dati tecnico-economici
 - 2.4.3 Analisi dei risultati
3. Terza fase
 - 3.1.Controllo processo: caratterizzazione chimico fisica e tossicologica reflui
 - 3.2. Trattamento biologico per la riduzione dei contenuti polifenolici nei reflui e controllo di efficacia del processo
4. Quarta fase

- 4.1. Valutazione della qualità dei reflui ottenuti dal trattamento con prove di interazione con colture ortofrutticole
- 4.2. Utilizzo di nuovi prodotti su colture estese
 - 4.2.1. Composizione in specie vegetali spontanee
 - 4.2.2. Monitoraggio apparato riproduttore olivo
- 5. Quinta fase
 - 5.1. Organizzazione di eventi e seminari per la divulgazione delle innovazioni introdotte con il progetto

Conclusioni

Ricadute economiche e ambientali

Materiale divulgativo prodotto

Attività di trasferimento realizzate

Appendice 1

Obiettivo del progetto

Trasferimento d'innovazioni presso le aziende agricole riguardanti le tecniche di gestione agronomica dell'oliveto, l'organizzazione di cantieri di raccolta meccanica e di potatura in oliveti ad alta e altissima densità di impianto. Valutazione economica dei protocolli innovativi. Organizzazione e gestione delle risorse umane e degli investimenti in oliveti ad alta e altissima densità d'impianto. Valutazione economica delle innovazioni nella frangitura delle olive. Valorizzazione dei sottoprodotti della lavorazione delle olive tramite compostaggio e processi di biorisanamento per l'ottenimento di ammendati per colture ortofrutticole ed olivete a km 0.

Partenariato

Il capofila è la Società Cooperativa Oleificio Val d'Orcia, il partenariato è complessivamente costituito da soggetti effettivi ed associati; i soggetti effettivi sono:

- Società Cooperativa Oleificio Val d'Orcia (capofila);
- Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa (referente scientifico, divulgazione e trasferimento delle innovazioni agronomiche e di difesa fitosanitaria);
- Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali (GESAAF), Università di Firenze (referente scientifico, divulgazione e trasferimento delle innovazioni tecnico-economiche);
- Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena (referente scientifico e divulgazione e trasferimento di innovazione riguardante la valorizzazione dei sottoprodotti della lavorazione delle olive).

I soggetti associati sono:

- Cooperativa Agricola Olivicoltori Toscani Associati (organizzazione eventi divulgativi);
- Cinque aziende agricole Valdelsano (ospitanti le innovazioni per la divulgazione);
- Frantoio Cooperativo Valdelsano (ospitante le innovazioni per la divulgazione).

Ulteriori soggetti coinvolti dopo la costituzione dell'ATS:

- Frantoio Olivicoltori delle colline del Cetona
- Az. Agricola Crociani, (Torrita di Siena)

Durata del progetto

Il progetto inizia il 12 marzo del 2013, l'obiettivo era di terminare i lavori entro il 15 novembre del 2014. È stata concessa una proroga della scadenza per consentire anche la rilevazione e divulgazione dei dati dell'annata agraria 2014/ 2015. Il progetto è terminato il 15 marzo 2015 con una durata complessiva di circa 24 mesi di attività.

I Costi di realizzazione

Ciascun partner ha investito sulle fasi di propria competenza, il progetto ha avuto un costo complessivo di 266.744,42 euro.

Gli investimenti sostenuti dai singoli partner sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1. Costi di realizzazione per singoli partner.

Partner	Investimenti realizzati (Euro)
Società Cooperativa Oleificio Val d'Orcia	33.044,41
Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa	69.724,30
Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze.	55.405,95
Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena	112.020,12
Totale Euro	270.194,78

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

I contenuti innovativi

Con la misura 124 sono state trasferite innovazioni nella gestione della potatura, dell'irrigazione, della risorsa suolo, nella utilizzazione delle macchine in oliveti moderni ad alta ed altissima densità d'impianto e nella valorizzazione dei sottoprodotti della lavorazione delle olive. In merito alle tematiche relative all'impatto ambientale le innovazioni hanno riguardato il risparmio di acqua, di concimi minerali, il mantenimento delle proprietà fisiche e chimiche del suolo e la riduzione dei contaminanti ambientali presenti nelle sanse umide e nelle acque di vegetazione. Dal punto di vista economico l'innovazione ha riguardato la realizzazione di un modello di scelta economica della tecnica agronomica e della tecnica produttiva negli oliveti ad alta ed altissima densità di impianto.

Le innovazioni introdotte dal progetto sono quindi molteplici e riguardano:

- **innovazione di prodotto:** nell'ambito dei processi di estrazione dell'olio il carattere innovativo consiste nel trattamento biologico dei reflui prodotti dal frantoio e la loro valorizzazione come ammendante e fertilizzante organico nella produzione primaria.
- **innovazione di processo produttivo e organizzativo:** nell'ambito della fase primaria il carattere innovativo riguarda il risparmio delle risorse idriche e pedologiche mediante tecniche conservative e l'utilizzo di mezzi di difesa fitosanitaria a basso impatto ambientale in oliveti ad alta ed altissima densità. Altre innovazioni hanno riguardato l'organizzazione di cantieri di raccolta meccanica e di potatura in oliveti ad alta ed altissima densità e l'utilizzo di strumenti per la valutazione economica delle innovazioni sopraelencate di processo e di prodotto.

Metodologia e tempistica

Il lavoro si è articolato in 5 fasi progettuali, a loro volta suddivise in azioni specifiche a carico dei singoli partner coinvolti. Il tutto è schematicamente riportato nel prospetto seguente:

Tabella 2. Fasi e Azioni progettuali.

Fase	Azioni	Partner attuatore
Fase 1	Costituzione del partenariato e coordinamento	Società Cooperativa Oleificio Val d'Orcia
Fase 2	Valutazione agronomica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, difesa antiparassitaria, trasferimento di tecniche innovative e valutazione finale	Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa
	Valutazione tecnica e organizzazione attuale dei cantieri di lavoro per la potatura e raccolta, trasferimento di tecniche innovative e valutazione finale	Società Cooperativa Oleificio Val d'Orcia
	Valutazione economica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, difesa antiparassitaria, trasferimento dei risultati economici di tecniche innovative e valutazione finale	Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze
	Valutazione economica delle innovazioni nella frangitura delle olive.	Dipartimento di Gestione dei Sistemi Agrari, Alimentari e Forestali, Università di Firenze
Fase 3	Controllo processo: caratterizzazione chimico fisica e tossicologica reflui, isolamento microrganismi	Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena
	Trattamento biologico per riduzione contenuti polifenolici con tecniche di bioaugmentation: sviluppo di un nuovo processo e nuovi prodotti. Controllo di processo ed efficacia del processo di abbattimento dei polifenoli.	
Fase 4	Valutazione della qualità dei reflui ottenuti dal trattamento con prove di interazione con colture ortofrutticole.	Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena.
	Utilizzo nuovi prodotti su colture estese.	
Fase 5	Organizzazione sintetica dei risultati per la relazione conclusiva e divulgazione dei risultati ottenuti	Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università di Siena.
	Organizzazione di incontri e seminari divulgativi	Società Cooperativa

1. Prima fase: costituzione del partenariato e coordinamento

La programmazione del progetto inizia nel 2012 attraverso azioni di informazione della Società Cooperativa Oleificio Val d'Orcia rivolte ai potenziali soggetti interessati. Si costituisce una rete potenziale di partner uniti da uno specifico accordo di cooperazione e con lo scopo iniziale di definire e affinare gli obiettivi e le finalità del progetto. In particolare la Società Cooperativa Oleificio Val d'Orcia ha partecipato agli incontri iniziali con i diversi partner del progetto e, come previsto dallo stesso, ha collaborato attivamente alla costituzione dell'ATS tra i diversi soggetti. Ha, inoltre, coordinato le diverse unità avvalendosi di un professionista incaricato e con il supporto di un dipendente stagionale del frantoio.

I caratteri strutturali delle aziende partecipanti

Az. Agricola Giganti, Rapolano (SI)

L'azienda agricola Giganti srl dei fratelli Enrico ed Enzo, situata nei comuni di Rapolano Terme (SI) ed Asciano (SI) si estende su 23 ha, tutti dedicati all'olivicoltura. Su tali superfici sono presenti oliveti tradizionali, ad alta densità e circa 3 ha di oliveto ad altissima densità, tutti comprendenti le principali varietà toscane. L'azienda produce circa 100 q.li di olio all'anno, certificato IGP. Nel 2011 l'olio è stato selezionato per il concorso nazionale "Ercole Olivario".

Az. Agricola Bagno a Sorra, Siena

L'azienda agricola Bagno a Sorra s.s., di proprietà della famiglia Fanciulli, ha sede nel comune di Siena e si estende per circa 820 ettari dei quali circa 40 ha destinati alla coltivazione dell'olivo secondo tipologie tradizionali. Possiede anche circa 0,5 ha di un giovane oliveto ad altissima densità (circa 1660 alberi ad ettaro).

Az. Agricola Meloni Angiolo, Montepulciano (SI)

L'azienda agricola Meloni Angiolo, situata in località Cervognano a Montepulciano (SI) ha una superficie di circa 2 ha dei quali circa 1.5 ha destinati all'olivicoltura. L'oliveto ad alta densità, coltivato in asciutto, è iscritto al consorzio di tutela dell'IGP Toscano ed è costituito in prevalenza da olivi delle varietà Frantoio e Leccino.

Az. Agricola Panarese Giuseppe, Montepulciano (SI)

L'azienda agricola Panarese Giuseppe è situata in località Pianoia a Montepulciano (SI), si estende per circa 10 ha dei quali circa 7 ha destinati a seminativo e prato e i rimanenti 3 ha ad oliveto specializzato. L'oliveto, iscritto nel disciplinare di produzione biologica, è coltivato in asciutto, ed è composto dalle varietà Frantoio, Pendolino e Leccino.

Az. Agricola Stigliese, Chianciano Terme (SI)

L'azienda agricola Stigliese, di circa 20 ha, è situata nel comune di Chianciano (SI) e comprende seminativi, vigneti, oliveti e bosco. La superficie destinata all'olivicoltura è di circa 5 ha. Le principali varietà di olivo presenti sono Correggiolo, Leccino e Moraiolo.

Cooperativa Agricola Olivicoltori Toscani Associati

Olivicoltori Toscani Associati Società Cooperativa Agricola p.a. associa 19.760 aziende olivicole collocate in tutto il territorio regionale toscano, per le quali svolge attività di assistenza e servizi, compresa la commercializzazione dell'olio conferito. Nelle proprie attività sono compresi progetti regionali per il miglioramento della qualità dell'olio, progetti territoriali per la conversione delle aziende all'olivicoltura integrata e biologica, progetti di ricerca. In ottemperanza agli scopi statutari, alle dimensioni e al ruolo che ricopre nel territorio regionale, la cooperativa è da sempre impegnata in attività tese a fornire agli olivicoltori il supporto per l'introduzione di innovazione nel settore, con l'obiettivo di migliorare la qualità dei prodotti e la competitività delle imprese.

Frantoio Cooperativo Valdelsano

Il Frantoio Cooperativo Valdelsano nasce nel 1974 dalla volontà di un gruppo di agricoltori della Val d'Elsa. Attualmente la cooperativa ha 960 soci e frange tutti gli anni circa 20.000 q.li di olive controllate e seguite preventivamente da un proprio tecnico specializzato per ottenere un prodotto di prima qualità.

2. Seconda fase

La seconda fase è articolata in quattro azioni fondamentali, realizzate in modo sequenziale dai partner effettivi coinvolti che hanno lavorato integrandosi reciprocamente. Le azioni hanno riguardato:

- Valutazione agronomica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, difesa antiparassitaria, trasferimento di tecniche innovative e valutazione finale;
- Valutazione tecnica e organizzazione attuale dei cantieri di lavoro per la potatura e raccolta, trasferimento di tecniche innovative e valutazione finale;
- Valutazione economica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, e difesa antiparassitaria, trasferimento dei risultati economici di tecniche innovative e valutazione finale;
- Valutazione economica delle innovazioni nella frangitura delle olive.

2.1.Valutazione agronomica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, difesa antiparassitaria, trasferimento di tecniche innovative e valutazione finale

2.1.1 Valutazione agronomica attuale della potatura, della raccolta, dell'irrigazione, della gestione del suolo e della difesa antiparassitaria

La valutazione iniziale delle tecniche utilizzate per la potatura negli oliveti inseriti nel progetto è stata effettuata mediante interviste e compilazione di apposite schede. Inoltre, sono stati misurati gli indici di accrescimento vegetativo, quali il diametro del fusto, il volume della chioma e il peso del legno di potatura. La valutazione agronomica della conduzione attuale della gestione dell'irrigazione e del suolo ha previsto l'acquisizione dei dati concernenti la conduzione attuale dell'irrigazione e della gestione del suolo mediante interviste e la compilazione di apposite schede, la verifica del corretto funzionamento

dell'impianto di irrigazione (**Figura 1**), e il prelievo dei campioni di suolo presso le aziende per le analisi chimico-fisiche del terreno.

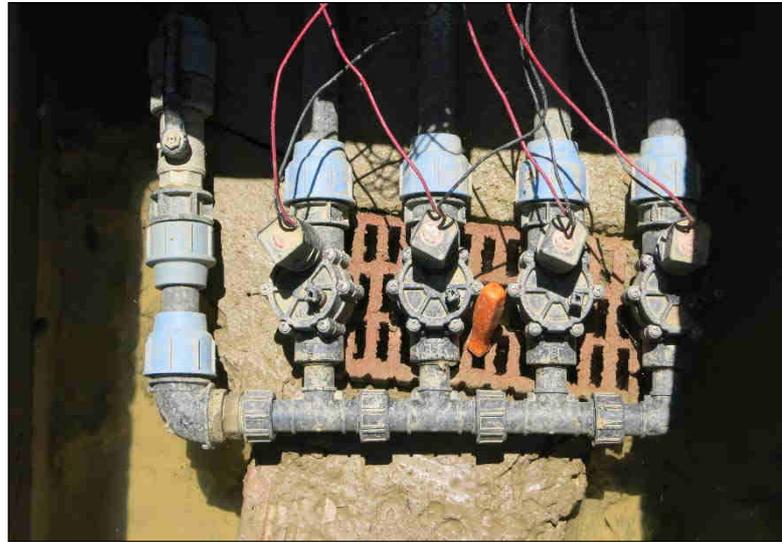


Figura 1. Predisposizione dell'impianto di irrigazione per il trasferimento di strategie innovative di irrigazione.

Le analisi del suolo condotte sui campioni prelevati dalle diverse aziende (**Figura 2**) hanno evidenziato una notevole variabilità sia a livello di tessitura che come presenza di macroelementi. In generale, i terreni presentano bassi livelli di carbonio organico e bassi rapporti C/N, contenuto in calcare medio e tenore in fosforo variabile dallo scarso al ben dotato. E' interessante evidenziare che la maggioranza delle aziende sono caratterizzate da una gestione del suolo mediante inerbimento totale permanente che garantisce il mantenimento della fertilità chimica e fisica del terreno e consente una migliore transitabilità dei mezzi agricoli nell'oliveto anche in condizioni di elevata umidità del terreno.



Figura 2. Prelievo di campioni di suolo per le analisi fisico-chimiche.

2.1.2.. *Trasferimento di tecniche innovative di gestione della potatura, della raccolta, dell'irrigazione, del suolo e della difesa fitosanitaria*

Il collaudo e il trasferimento di tecniche di potatura minima sono stati effettuati negli oliveti situati presso le aziende che partecipano al progetto, caratterizzati da diverse tipologie di impianto, cultivar e forme di allevamento. I criteri seguiti per l'applicazione delle tecniche di potatura minima sono stati: a) riduzione del volume della chioma per consentire una buona penetrazione della luce ed eliminazione della vegetazione esaurita; b) rispetto della struttura delle branche principali con inclinazione idonea alla raccolta meccanica evitando sovrapposizione di palchi che creano competizione e ombreggiamento; c) sicurezza del cantiere attraverso l'utilizzo di attrezzi agevolatori che consentono di operare completamente da terra; d) economia dell'intervento. (**Figura 3**). Inoltre è stata condotta una giornata dimostrativa dedicata alla potatura minima di oliveti intensivi, che ha visto la partecipazione di oltre cinquanta persone (**Figura 4**), e ha riguardato le principali tecniche di potatura dell'olivo, con particolare attenzione alla potatura minima. Nel corso della giornata sono stati esposti i principali meccanismi fisiologici dell'olivo e i criteri della potatura minima, con dimostrazioni pratiche e approfondimenti sugli attrezzi da utilizzare per potare in sicurezza e ridurre i tempi operativi.

Il collaudo e il trasferimento di strategie di irrigazione in deficit controllato e di inerbimento controllato sono stati effettuati presso le aziende partner del progetto e gli interventi proposti sono stati in ogni caso rispettosi delle possibilità tecniche ed economiche delle rispettive aziende al fine di non gravare sui costi di gestione o stravolgere la tecnica colturale consueta. Per quanto riguarda la gestione dell'irrigazione, sono stati applicati dei protocolli irrigui che prevedevano la somministrazione di volumi sub-ottimali di acqua con lo scopo di ridurre i consumi idrici durante la stagione irrigua, mantenere elevate le produzioni e migliorare le caratteristiche qualitative degli oli prodotti. In particolare, l'irrigazione è stata gestita in modo da differenziare due livelli irrigui: piena irrigazione e irrigazione in deficit controllato (**Figura 5**).



Figura 3. Interventi di potatura differenziata presso un oliveto ad altissima densità.



Figura 4. Giornata dimostrativa dedicata alla potatura minima di oliveti intensivi.

I volumi di acqua erogati sono stati calcolati a partire dai valori di evapotraspirazione potenziale (ET_o) rilevati da una centralina meteo situata nelle vicinanze. Gli olivi pienamente irrigati hanno ricevuto dei volumi irrigui pari al 100% dell'acqua evapotraspirata, mentre quelli irrigati in deficit ne hanno ricevuto circa la metà. Le differenze tra le due tesi sono state poi valutate in termini di parametri carpologici e qualità dell'olio alla raccolta.



Figura 5. Oliveto irriguo, ad alta densità in provincia di Siena.



Figura 6. Posizionamento di trappole cromotropiche gialle per il monitoraggio della mosca delle olive.

In merito alla difesa fitosanitaria nell'oliveto, sono state impostate le strategie di difesa integrata contro la mosca delle olive, *Bactrocera oleae*, mediante posizionamento di trappole cromotropiche gialle per monitoraggio delle popolazioni degli adulti presso le aziende partner (**Figura 6**). Nel mese di settembre 2013 è stata effettuata una giornata dimostrativa per la difesa eco-compatibile nell'agro-ecosistema oliveto (**Figura 7**). L'evento è stato dedicato ai protocolli di utilizzazione di caolino, spinosad e insetti utili in programmi di lotta biologica e ha visto la partecipazione di oltre 60 partecipanti. Nell'occasione sono stati riportati i risultati dell'azione di monitoraggio della mosca delle olive, condotta all'interno del P.I.F. mediante il posizionamento di trappole cromotropiche gialle (una ad ettaro) per il monitoraggio degli adulti e la valutazione dell'infestazione attiva sui frutti. Sono state illustrate le corrette modalità di distribuzione dei prodotti fitosanitari nell'oliveto mediante apposite macchine irroratrici (es. atomizzatori a basso volume) e le norme di sicurezza relative.



Figura 7. Giornata dimostrativa per la difesa eco-compatibile nell'agro-ecosistema oliveto.

Nel mese di aprile 2014, è stato realizzato un focus completamente dedicato a biologica, ecologia e controllo di *Bactrocera oleae* in Toscana, con esplicito riferimento ai risultati riguardanti il controllo dacico nel senese, ottenuti all'interno del P.I.F. “Un Filo d'Olio”. Tale lavoro è stato pubblicato, in forma di articolo di review “Il controllo eco-compatibile della mosca delle olive” da Benelli, Caruso, Canale e Gucci sulla *Rivista di Frutticoltura*, 2014, (4):42-44.

Nel mese di giugno 2014 si è tenuta la giornata intitolata “La gestione dell'irrigazione in olivicoltura”, che ha visto la partecipazione di olivicoltori, agronomi e operatori del settore. Nel corso della giornata sono stati illustrati i principali effetti dell'irrigazione sulla produttività dell'olivo, presi in esame i criteri per la gestione e la manutenzione dell'impianto di irrigazione ed esposti i risultati di un'analisi economica delle aziende monitorate nell'ambito della misura 124 (**Figura 8**). Per ciò che concerne la gestione del suolo è stato effettuato un monitoraggio presso gli oliveti su suolo inerbito e su suolo lavorato presso le aziende coinvolte, al fine di valutare un possibile effetto della gestione del suolo sui parametri produttivi e qualitativi dell'oliveto. La gestione del suolo presso le aziende è stata quella consuetudinaria.



Figura 8. Giornata dimostrativa dedicata alla gestione dell'irrigazione in olivicoltura.

2.1.3.. Valutazione agronomica dei risultati ottenuti attraverso l'utilizzo delle tecniche innovative di gestione della potatura, della raccolta, dell'irrigazione, del suolo e della difesa fitosanitaria

I risultati agronomici relativi all'adozione di tecniche innovative di potatura sono stati valutati sulla base della risposta vegeto-produttiva degli alberi. Il confronto ha riguardato gli alberi potati secondo i criteri della potatura minima e quelli non potati presso un oliveto ad altissima densità. Gli effetti della gestione della risorsa idrica mediante strategie innovative d'irrigazione in deficit e d'inerbimento controllato sono stati valutati nel corso della stagione di crescita e alla raccolta attraverso rilievi sul frutto e sulle produzioni. Il confronto ha riguardato gli alberi coltivati secondo la conduzione aziendale tradizionale e gli alberi coltivati utilizzando le tecniche innovative di gestione dell'irrigazione e del suolo. Inoltre, per quanto riguarda le caratteristiche del suolo è stato effettuato un secondo campionamento, a distanza di circa 19 mesi dal primo, al fine di valutare eventuali cambiamenti delle proprietà chimico-fisiche del terreno e la sua eterogeneità all'interno della stessa azienda.

Per quanto riguarda il monitoraggio della qualità dei frutti, per ogni campionamento, subito dopo il prelievo dei frutti, è stato determinato il peso fresco dei frutti mediante bilancia tecnica digitale, l'indice di maturazione delle olive utilizzando una scala colorimetrica da 0 a 7, dove 0 indica il frutto completamente verde e 7 il frutto con epidermide e polpa completamente imbrunita, il colore mediante un colorimetro (CM-700, Minolta, Japan) e il contenuto in olio nel mesocarpo mediante risonanza magnetica nucleare (MQC-23 Oxford Analytical Instruments Ltd., Oxford, UK). La polpa è stata separata dal nocciolo, il peso fresco della polpa è stato misurato, quindi il campione è stato essiccato in stufa a 70°C fino a peso costante (determinato mediante pesate periodiche durante il processo di essiccazione). Una volta preparato il campione di polpa essiccata le misure sono state effettuate in triplo. Le micro-oleificazioni sono state effettuate con un mini-frantoio da laboratorio utilizzando circa 2.5 kg di olive per campione. In ogni campionamento è stato prelevato un campione di olive (circa 2.5 kg) che successivamente è stato sottoposto a microoleificazione presso il DISAAA-a. L'olio è stato estratto mediante un sistema Abencor (MC2 Ingegneria y Sistemas, S.L., Siviglia) a partire da un campione di olive sane. Le olive sono state lavate, quindi macinate con un frangitore a martelli da tavolo NM-100 e successivamente poste in una gramola da laboratorio TB-100 per 30 min ad una temperatura di 28 °C. La separazione dell'olio è stata ottenuta mediante una centrifuga CF-100 e successiva decantazione della parte affiorante entro 8 min avendo cura di escludere lo strato di olio (almeno 1 cm) a contatto con la fase acquosa sottostante. Gli oli ottenuti sono stati analizzati per l'acidità libera, il numero di perossidi e il potere antiossidante utilizzando un analizzatore Oxitester (CDR, Ginestra Fiorentina, Italia).

Per quanto riguarda le varietà Maurino, Pendolino e Leccio del Corno non sono emerse differenze nei parametri vegetativi e carpologici dei frutti prelevati da alberi potati e non potati. Il legno di potatura ha raggiunto quantità comparabili nei due anni di esame. Nel 2014, le piante non potate nel 2013 hanno prodotto quantità maggiori di legno di potatura (**Tabella 3**). Il peso fresco del frutto è risultato compreso tra i 2.2 e i 2.4 g per le tre varietà indipendentemente dall'intensità di potatura. In merito al contenuto in olio nella polpa i valori maggiori per la varietà Leccio del Corno sono stati riscontrati nei frutti di alberi potati, mentre per le altre varietà non è emersa nessuna differenza (**Tabella 4**). La qualità degli oli, indipendentemente dalla strategia di gestione della chioma adottata nel 2013 (potatura minima o assenza di potatura), è risultata di buon livello, con valori di acidità e numero di perossidi molto bassi in entrambi i casi. I valori più alti per il potere antiossidante dell'olio nella cv. Leccio del Corno sono stati misurati in oli di alberi gestiti mediante potatura minima (214 mg di ac. gallico/kg) rispetto agli alberi non potati (112 mg ac. gallico/kg) (**Tabella 5**). Nel 2014

non è stato effettuato il confronto tra alberi potati e non potati in quanto, per esigenze aziendali, non è stato possibile lasciare una parte degli alberi non potati per problemi legati al metodo di raccolta mediante macchina scavallatrice.

Per quanto riguarda i campionamenti dei frutti effettuati al fine di valutare l'effetto dei diversi regimi irrigui sui parametri carpologici, nel 2013 le analisi sul frutto, effettuate immediatamente dopo la raccolta, hanno evidenziato un chiaro effetto dell'irrigazione sulle dimensioni del frutto e sul contenuto in olio nella polpa. Entrambi i parametri hanno presentato i valori maggiori nei frutti degli alberi maggiormente irrigati (**Tabella 6**). Nel 2014, a causa delle frequenti piogge, non è stato possibile differenziare i regimi irrigui, in quanto l'impianto non è stato messo in funzione. La qualità degli oli ottenuti da olivi sottoposti a differenti strategie di gestione dell'irrigazione (irrigazione piena vs. irrigazione in deficit) è risultata di buon livello per entrambi i protocolli irrigui. Valori leggermente superiori per il potere antiossidante sono stati riscontrati negli oli ottenuti da olivi sottoposti a deficit idrico controllato rispetto alla piena irrigazione. (**Tabella 7**).

In merito alle caratteristiche dei frutti nel 2013, è stato osservato, in tutti i casi in esame, un incremento del peso fresco e del contenuto in olio nel corso della stagione. Il maggior incremento di olio nella polpa è stato riscontrato nella cultivar Maurino su suolo inerbito (+68%) (**Tabella 8**). L'andamento di crescita del frutto nel 2014 è stato influenzato dalle frequenti piogge estive che hanno comportato una crescita piuttosto regolare durante tutta la sua fase di sviluppo (**Tabella 9**). Le maggiori dimensioni dei frutti alla raccolta sono state misurate sui frutti di Frantoio e Leccino su suolo lavorato. Il minor peso fresco del frutto, invece, è stato registrato sulla cultivar Pendolino su suolo inerbito, allevata in parete in impianto ad altissima densità. Il contenuto in olio nella polpa misurato alla raccolta è stato generalmente inferiore a quello misurato nel 2013. Tale risultato è stato dovuto ad un generale anticipo di raccolta a causa delle elevate infestazioni di mosca olearia e, allo stesso tempo, ad un diffuso ritardo di maturazione legato alle abbondanti precipitazioni estive (**Tabella 9**). Per quanto riguarda la colorazione dell'esocarpo, misurata mediante spettrofotometro portatile, le maggiori

Tabella 3. Legno di potatura asportato nel 2013 e 2014 nell'oliveto ad altissima densità in provincia di Siena.

Varietà	Gestione della chioma	Legno di potatura 2013 (kg/pianta)	Legno di potatura 2014 (kg/pianta)
Leccio del Corno	Potato	4.964 ± 2.092	5.531 ± 1.299
Leccio del Corno	Non potato	-	6.865 ± 3.004
Maurino	Potato	4.980 ± 1.974	4.921 ± 1.508
Maurino	Non potato	-	5.863 ± 2.327
Pendolino	Potato	3.299 ± 0.975	5.118 ± 1.629
Pendolino	Non potato	-	7.006 ± 1.954

Tabella 4. Influenza della gestione della potatura nel 2013 sui parametri carpologici negli oliveti delle aziende in provincia di Siena partners della Misura 124 “MODOLIVI”. IM = indice di maturazione.

Azienda	Varietà	Gestione della chioma	26/9/2013		29/10/2013		
			P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	IM
5	Leccio del Corno	Potato	1.14 ± 0.45	43.6 ± 1.44	2.18 ± 0.41	61.5 ± 0.91	1.0 ± 0.0
	Leccio del Corno	Non potato	1.19 ± 0.22	42.9 ± 0.93	2.35 ± 0.27	58.5 ± 1.02	1.0 ± 0.0
	Maurino	Potato	1.47 ± 0.27	37.8 ± 0.92	2.42 ± 0.23	63.7 ± 1.13	1.4 ± 0.10
	Maurino	Non potato	1.42 ± 0.39	40.5 ± 0.49	2.31 ± 0.32	62.6 ± 0.90	1.3 ± 0.15
	Pendolino	Potato	1.55 ± 0.25	34.9 ± 1.62	2.42 ± 0.39	57.7 ± 0.57	2.7 ± 0.12
	Pendolino	Non potato	1.62 ± 0.73	40.7 ± 0.93	2.33 ± 0.41	58.0 ± 0.94	3.0 ± 0.13

Tabella 5. Acidità libera, numero di perossidi e potere antiossidante di oli ottenuti mediante mini-frantoio da laboratorio Abencor da olivi potati secondo criteri di potatura minima o non potati in provincia di Siena nel 2013.

Azienda	Varietà	Gestione della chioma	Numero di perossidi (meqO ₂ /Kg)	Acidità libera (g ac. oleico/100 g)	Potere antiossidante (mg ac. gallico/100 g)
5	Leccio del Corno	Potato	1.45 ± 0.10	0.065 ± 0.01	214 ± 2.91
	Leccio del Corno	Non potato	2.0 ± 0.18	0.07 ± 0.03	112 ± 4.61
	Maurino	Potato	1.2 ± 0.27	0.09 ± 0.05	311 ± 2.91
	Maurino	Non potato	0.9 ± 0.16	0.07 ± 0.02	282 ± 3.47
	Pendolino	Potato	1.9 ± 0.29	0.095 ± 0.03	258 ± 3.97
	Pendolino	Non potato	1.4 ± 0.41	0.08 ± 0.02	209 ± 4.15

Tabella 6. Influenza della gestione dell'irrigazione sui parametri carpologici negli oliveti delle aziende partners della Misura 124 “MODOLIVI”. IM = indice di maturazione.

Azienda	Varietà	Irrigazione	03/09/2013		26/09/2013		04/11/2013		
			P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	P.F. frutto	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	P.F. frutto	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	IM
4	Leccino	Piena	2.06 ± 0.49	29.6 ± 0.67	2.33 ± 0.29	45.28 ± 0.98	3.67 ± 0.17	65 ± 0.92	4.1 ± 0.22
	Leccino	Deficit	1.46 ± 0.81	28.3 ± 1.72	2.10 ± 0.62	45.9 ± 0.59	2.57 ± 0.09	58.2 ± 0.53	4.2 ± 0.19

Tabella 7. Acidità libera, numero di perossidi e potere antiossidante di oli ottenuti mediante mini-frantoio da laboratorio Abencor da olivi sottoposti a piena irrigazione o irrigazione in deficit in provincia di Siena nel 2013.

Azienda	Varietà	Irrigazione	04/11/2013		
			Numero di perossidi (meqO ₂ /Kg)	Acidità libera (g ac. oleico/100 g)	Potere antiossidante (mg ac. gallico/100 g)
4	Leccino	Piena	0.92 ± 0.11	0.03 ± 0.01	185 ± 7.3
	Leccino	Deficit	1.87 ± 0.10	0.04 ± 0.03	202 ± 3.9

Tabella 8. Influenza della gestione del suolo sui parametri carpologici negli oliveti aziende in provincia di Siena partners della Misura 124 “MODOLIVI”. IM = indice di maturazione.

Azienda	Varietà	Gestione del suolo	03/09/2013		29/09/2013		29/10/2013			04/11/2013		
			P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	IM	P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	IM
1	Varie	Inerbimento	1.41 ± 0.61	34.7 ± 1.15	1.63 ± 0.50	54.2 ± 1.43	-	-	-	2.14 ± 0.10	65.8 ± 0.87	2.7 ± 0.11
2	Varie	Inerbimento	1.44 ± 0.43	33.2 ± 0.95	1.69 ± 0.76	54.4 ± 1.61	-	-	-	1.53 ± 0.07	56.7 ± 0.71	2.4 ± 0.18
3	Varie	Lavorato	0.97 ± 0.78	24.6 ± 1.89	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Leccino	Lavorato	1.76 ± 0.59	28.9 ± 0.47	2.21 ± 0.53	25.6 ± 0.61	-	-	-	3.12 ± 0.14	61.6 ± 0.69	4.15 ± 0.39
5	Leccio del Corno	Inerbimento	1.0 ± 0.59	21.9 ± 1.15	1.16 ± 0.32	43.25 ± 1.23	2.26 ± 0.34	60.0 ± 0.97	1.0 ± 0.0	-	-	-
	Maurino	Inerbimento	1.1 ± 0.38	14.3 ± 1.62	1.44 ± 0.41	39.15 ± 1.32	2.37 ± 0.28	63.1 ± 1.02	1.2 ± 0.10	-	-	-
	Pendolino	Inerbimento	0.97 ± 0.47	11.9 ± 1.98	1.59 ± 0.54	37.8 ± 1.12	2.38 ± 0.40	57.8 ± 0.76	2.5 ± 0.10	-	-	-
6	Minerva	Lavorato	1.46 ± 0.36	20.7 ± 1.11	-	-	-	-	-	2.49 ± 0.04	62 ± 0.56	2.0 ± 0.28
	Maurino	Lavorato	1.54 ± 0.62	19.0 ± 1.45	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Arbequina	Inerbimento	1.28 ± 0.45	-	-	-	-	-	-	2.06 ± 0.17	65.96 ± 0.70	1.9 ± 0.11
	Varie	Inerbimento	1.28 ± 0.52	41.6 ± 0.1.85	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 9. Influenza della gestione del suolo sui parametri carpologici negli oliveti aziende in provincia di Siena partners della Misura 124 “MODOLIVI”. IM = indice di maturazione.

Azienda	Varietà	Gestione del suolo	028/08/2014		15/09/2014		15/10/2014		
			P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	P.F. frutto (g)	Olio nel mesocarpo (% d.w.)	IM
1	Varie	Inerbimento	1.57 ± 0.06	30.0 ± 1.83	1.76 ± 0.10	44.0 ± 1.62	-	-	-
2	Varie	Inerbimento	1.48 ± 0.07	30.7 ± 1.44	1.53 ± 0.12	45.7 ± 1.67	1.76 ± 0.13	59.0 ± 1.51	1.9 ± 0.15
4	Leccino	Lavorato	1.76 ± 0.59	28.9 ± 0.47	1.88 ± 0.37	38.2 ± 1.41	2.13 ± 0.07	54.8 ± 1.57	2.5 ± 0.25
4	Frantoio	Lavorato	1.76 ± 0.59	28.9 ± 0.47	1.93 ± 0.03	48.5 ± 1.61	2.41 ± 0.13	57.7 ± 1.69	2.1 ± 0.51
5	Leccio del Corno	Inerbimento	0.96 ± 0.05	18.2 ± 1.69	1.25 ± 0.09	41.3 ± 1.22	1.44 ± 0.11	49.5 ± 2.39	1.4 ± 0.10
	Maurino	Inerbimento	0.82 ± 0.38	17.8 ± 1.30	1.51 ± 0.40	41.8 ± 1.90	1.65 ± 0.13	57.3 ± 1.29	1.5 ± 0.25
	Pendolino	Inerbimento	0.86 ± 0.03	13.8 ± 1.23	1.07 ± 0.51	27.8 ± 1.09	1.50 ± 0.12	64.4 ± 1.07	2.3 ± 0.38
6	Minerva	Lavorato	0.96 ± 0.15	36.0 ± 1.06	1.46 ± 0.03	32.4 ± 2.39	-	-	-
	Arbequina	Lavorato	1.54 ± 0.62	19.0 ± 1.45	1.57 ± 0.51	46.2 ± 1.37	1.62 ± 0.11	59.2 ± 0.85	2.0 ± 0.55

differenze, in entrambi gli anni, sono state riscontrate tra i frutti della cultivar Leccino (maturazione precoce) e quelli della cultivar Arbequina. La qualità degli oli ottenuti da oliveti sottoposti a differenti modalità di gestione del suolo (inerbimento permanente o lavorazione superficiale) è risultata comparabile sia in termini di acidità libera che di numero di perossidi. Il livello maggiore di attività antiossidante è stato misurato, in entrambi gli anni, negli oli ottenuti da olivi della cv. Maurino su terreno inerbito (297 e 147 mg di ac. gallico/kg nel 2013 e 2014, rispettivamente) (**Tabelle 10 e 11**). È interessante notare come, a causa delle frequenti precipitazioni del 2014, il contenuto in composti antiossidanti nell'olio sia risultato inferiore rispetto al 2013. In merito alle caratteristiche dei suoli nelle diverse aziende non sono state riscontrate variazioni fisico-chimiche rispetto al primo campionamento effettuato circa 19 mesi prima. Ciò è dovuto al fatto che le modificazioni chimiche, e ancor di più fisiche, nel suolo avvengono molto lentamente e delle variazioni apprezzabili sono riscontrabili solo a distanza di diversi anni.

Gli oli delle diverse aziende ottenuti mediante estrazione industriale sono stati inviati ad un centro di analisi accreditato per ulteriori analisi chimiche e ad un panel di assaggio della provincia di Siena per la valutazione organolettica. Le analisi chimiche hanno evidenziato una buona qualità degli oli in esame, con valori dei parametri merceologici bassi e ben al di sotto dei limiti previsti per la categoria extravergine (**Tabelle 12 e 13**). Per quanto riguarda la composizione acidica, il contenuto in acido oleico è stato compreso tra 75.3 e 77.3% e tra 70.4 e 77.4% nel 2013 e 2014, rispettivamente, mentre l'acido palmitico è stato compreso tra 12.31 e 13.22% e tra 12.1 e 15.2%, rispettivamente (**Tabelle 14 e 15**). Infine, le analisi sensoriali effettuate sugli oli del 2013 e 2014 hanno evidenziato in generale una buona qualità organolettica, anche se nel 2014 il livello qualitativo è stato, a causa dei forti attacchi di mosca olearia, inferiore rispetto all'anno precedente.

Il monitoraggio della mosca delle olive è stato effettuato mediante periodici interventi, (**Figura 9**), posizionando trappole cromotropiche gialle (1/ha) per il monitoraggio degli adulti e valutando l'infestazione attiva sui frutti.

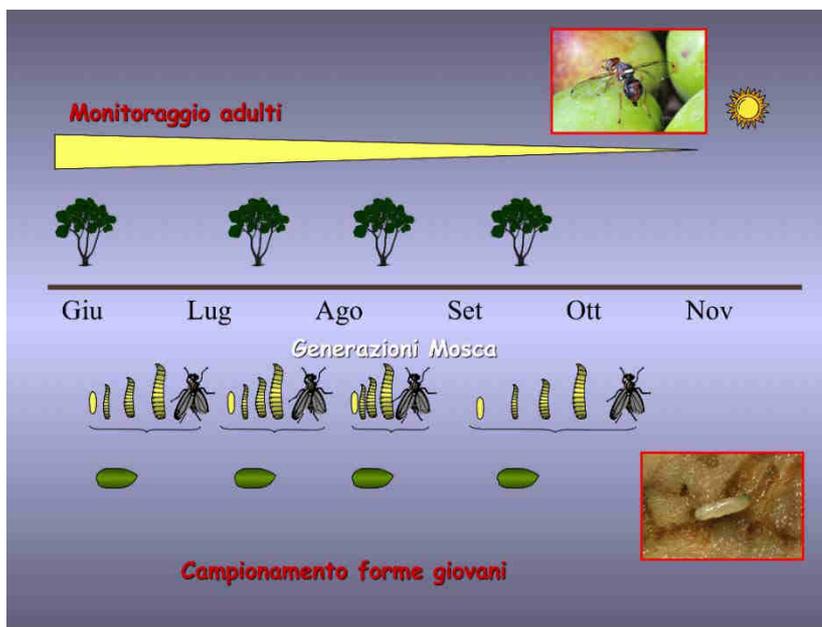


Figura 9. Diagramma schematico illustrante il periodo di monitoraggio della mosca delle olive negli oliveti senesi ospitanti le attività del progetto. Il numero di generazioni illustrato è relativo all'annata 2014

Tabella 10. Acidità libera, numero di perossidi e potere antiossidante di oli ottenuti mediante mini-frantoio da laboratorio Abencor da olivi coltivati su terreno inerbito o lavorato in provincia di Siena.

Azienda	Varietà	Gestione del suolo	29/10/2013			04/11/2013		
			Numero di perossidi (meqO ₂ /Kg)	Acidità libera (g ac. oleico/100 g)	Potere antiossidante (mg ac. gallico/100 g)	Numero di perossidi (meqO ₂ /Kg)	Acidità libera (g ac. oleico/100 g)	Potere antiossidante (mg ac. gallico/100 g)
1	Varie	Inerbito	-	-	-	3.37 ± 0.30	0.14 ± 0.05	264 ± 5.6
2	Varie	Inerbito	-	-	-	2.74 ± 0.29	0.08 ± 0.03	118 ± 4.2
3	Varie	Lavorato	-	-	-	-	-	-
4	Leccino	Lavorato	-	-	-	1.39 ± 0.15	0.035 ± 0.02	194 ± 6.24
5	Leccio del Corno	Inerbito	1.7 ± 0.31	0.07 ± 0.02	163 ± 3.12	-	-	-
	Maurino	Inerbito	1.1 ± 0.37	0.08 ± 0.04	297 ± 5.15	-	-	-
	Pendolino	Inerbito	1.7 ± 0.37	0.09 ± 0.05	234 ± 3.21	-	-	-
6	Minerva	Lavorato	-	-	-	2.01 ± 0.28	0.05 ± 0.02	234 ± 6.8
	Maurino	Lavorato	-	-	-	-	-	-
7	Arbequina	Inerbito	-	-	-	1.84 ± 0.45	0.11 ± 0.05	208 ± 5.5
	Varie	Inerbito	-	-	-	-	-	-

Tabella 11. Acidità libera, numero di perossidi e potere antiossidante di oli ottenuti mediante mini-frantoio da laboratorio Abencor da olivi coltivati su terreno inerbito o lavorato in provincia di Siena nel 2014.

Azienda	Varietà	Gestione del suolo	15/10/2014		
			Numero di perossidi (meqO ₂ /Kg)	Acidità libera (g ac. oleico/100 g)	Potere antiossidante (mg ac. gallico/100 g)
2	Varie	Inerbito	4.7 ± 0.16	0.14 ± 0.03	96 ± 4.28
4	Leccino	Lavorato	6.7 ± 0.16	0.16 ± 0.02	115 ± 5.24
4	Frantoio	Lavorato	5.5 ± 0.23	0.14 ± 0.02	120 ± 7.23
5	Leccio del Corno	Inerbito	3.6 ± 0.15	0.08 ± 0.03	88 ± 5.24
	Maurino	Inerbito	3.1 ± 0.25	0.07 ± 0.02	145 ± 3.24
	Pendolino	Inerbito	3.4 ± 0.15	0.08 ± 0.04	147 ± 4.24
6	Arbequina	Lavorato	6.5 ± 0.24	0.75 ± 0.02	65 ± 5.34

Tabella 12. Acidità libera, numero di perossidi, costanti spettrofotometriche e contenuto fenolico in oli ottenuti mediante frantoio industriale da olivi in provincia di Siena presso le aziende partners della Misura 124 “MODOLIVI” nel 2013.

Azienda	Acidità libera (g ac. oleico/100 g)	N. perossidi (meqO ₂ /Kg)	K ₂₃₂	K ₂₆₆	K ₂₇₀	K ₂₇₄	Δ K	Biofenoli (mg/Kg)	Tocoferoli (mg/Kg)
1 (cv. varie)	0.22	6.6	1.65	0.16	0.16	0.16	-0.00	317	182
2 (cv. varie)	0.42	6.7	1.58	0.15	0.14	0.14	-0.00	219	214
5 (cv. Maurino)	0.10	6.5	1.71	0.13	0.12	0.12	-0.00	213	213
5 (cv. varie)	0.13	6.3	1.77	0.16	0.15	0.15	-0.00	285	198
7 (cv. Arbequina)	0.19	9.6	1.78	0.17	0.16	0.16	-0.00	348	204

Tabella 13. Acidità libera, numero di perossidi, costanti spettrofotometriche e contenuto fenolico in oli ottenuti mediante frantoio industriale da olivi in provincia di Siena presso le aziende partners della Misura 124 “MODOLIVI” nel 2014.

Azienda	Acidità (%)	N. perossidi (meqO ₂ /Kg)	K ₂₃₂	K ₂₆₆	K ₂₇₀	K ₂₇₄	Delta K	Biofenoli (mg/Kg)	Tocoferoli (mg/Kg)
4 (cv. varie)	0,47	9,35	1,59	0,18	0,17	0,17	0,00	159	115
5 (cv. Maurino 1)	0,08	4,18	1,46	0,12	0,11	0,11	0,00	261	222
5 (cv. Maurino 2)	0,10	4,40	1,63	0,13	0,12	0,11	0,00	405	374
5 (cv. Maurino 3)	0,17	5,46	1,40	0,13	0,12	0,11	0,00	250	209
6 (cv. Arbequina)	0,14	9,75	1,92	0,13	0,13	0,12	0,00	155	114

Tabella 14. Composizione acidica (%) degli oli ottenuti mediante frantoio industriale nel 2013 da olivi situati presso le aziende in provincia di Siena.

Azienda	Beenico	Lignocerico	Linoleico	Linolenico	Miristico	Oleico	Palmitico	Palmitoleico	Stearico	Arachico	Eicosanoico	Margarico	Margaroleico	Trans C 18:1	Trans C 18:2+C18:3
1 (cv. varie)	0.11	0.05	5.84	0.61	0.01	77.33	12.40	0.94	1.92	0.34	0.31	0.04	0.08	0.01	0.01
2 (cv. varie)	0.12	0.05	5.76	0.69	0.01	77.34	12.43	0.86	1.91	0.36	0.32	0.04	0.08	0.02	0.02
5 (cv. Maurino)	0.09	0.04	6.92	0.75	0.01	75.26	13.22	1.40	1.55	0.29	0.28	0.04	0.11	0.02	0.02
5 (cv. varie)	0.10	0.05	6.75	0.74	0.01	75.80	12.82	1.17	1.73	0.33	0.31	0.04	0.10	0.02	0.02
7 (cv. Arbequina)	0.12	0.06	6.41	0.74	0.01	76.78	12.31	0.83	1.87	0.37	0.35	0.04	0.09	0.02	0.02

Tabella 15. Composizione acidica (%) degli oli ottenuti mediante frantoio industriale nel 2014 da olivi situati presso le aziende in provincia di Siena.

Azienda	Beenico	Lignocerico	Linoleico	Linolenico	Miristico	Oleico	Palmitico	Palmitoleico	Stearico	Arachico	Eicosanoico	Margarico	Margaroleico	Trans C 18:1	Trans C 18:2+C18:3
4 (cv. varie)	0,11	0,05	6,50	0,76	0,01	76,04	12,64	0,99	2,08	0,36	0,30	0,04	0,08	0,01	0,01
5 (cv. Maurino 3)	0,10	0,04	7,80	0,68	0,01	75,16	12,58	0,96	1,94	0,32	0,27	0,04	0,08	0,01	0,01
5 (cv. Maurino 1)	0,08	0,04	8,49	0,77	0,01	73,86	13,12	1,16	1,78	0,29	0,26	0,04	0,08	0,01	0,01
5 (cv. Maurino 2)	0,11	0,06	6,06	0,62	0,01	77,38	12,08	0,93	1,92	0,35	0,31	0,04	0,08	0,01	0,03
5 (cv. Maurino 3)	0,10	0,04	7,80	0,68	0,01	75,16	12,58	0,96	1,94	0,32	0,27	0,04	0,08	0,01	0,01
6 (cv. Arbequina)	0,11	0,06	9,51	0,92	0,01	70,44	15,20	1,33	1,61	0,33	0,33	0,04	0,08	0,01	0,02

Nel corso del 2013, tale parametro non è mai risultato superiore al 7%, con valori medi compresi tra 2% e 5%, concentrati prevalentemente nella parte finale del periodo temporale in esame. Pertanto l'infestazione dacica nelle aziende in oggetto è risultata essere sotto controllo, senza necessità di interventi con mezzi chimici e/o biotecnici. È interessante notare che, nel tardo autunno 2013, a causa dell'anomalo andamento climatico, con temperature decisamente sopra la media, è stato registrato un consistente aumento delle popolazioni di mosca delle olive, in tutte le realtà aziendali oggetto di monitoraggio. Ad ogni modo, tale evento, di cui i partner aziendali sono stati informati in occasione della giornata dimostrativa relativa alla difesa, non ha mai raggiunto valori tali da mettere a rischio la qualità del prodotto finito. Ben diversa è apparsa la situazione nell'anno 2014, dove tutto il territorio senese è stato caratterizzato da una forte infestazione da mosca delle olive, con gravi perdite per la produzione olearia. L'andamento dell'infestazione attiva nelle aziende ospitanti le attività del progetto è descritto in **Figura 10**.

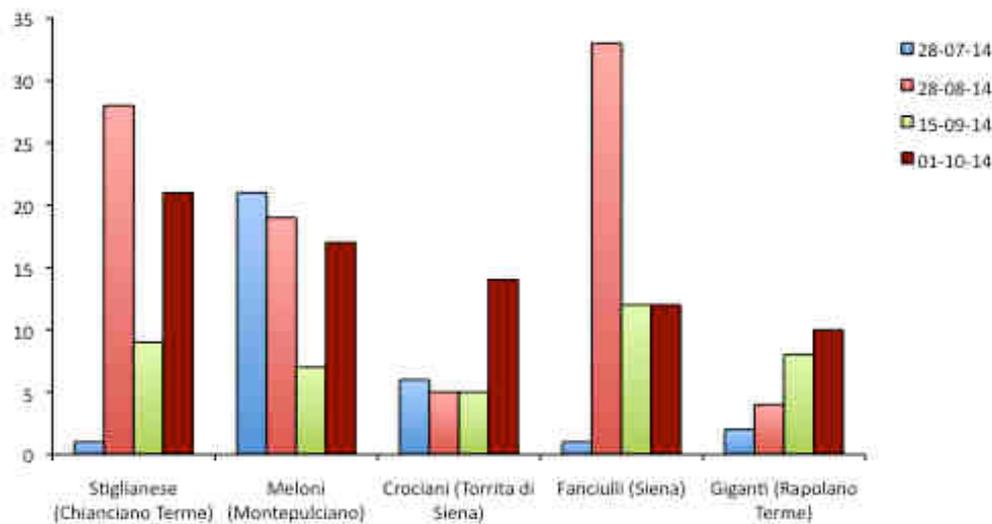


Figura 10. Andamento dell'infestazione attiva da *Bactrocera oleae* in oliveti senesi nel corso della stagione 2014.

Anche nel 2014, il monitoraggio della mosca delle olive è stato effettuato mediante periodici interventi di posizionamento di trappole cromotropiche gialle (1/ha) per il monitoraggio degli adulti e valutazione dell'infestazione attiva sui frutti. In seguito al campionamento con trappole cromotropiche gialle, non sono state rilevate catture significative. Il parametro di infestazione attiva invece, valutato in data 01-10-14, è risultato superiore alla soglia economica di intervento (fissata al 10% di infestazione attiva) in quattro delle cinque aziende senesi oggetto di monitoraggio (**Figura 10**). Nel caso di aziende non biologiche che avevano superato la soglia di intervento, è stata consigliata la raccolta anticipata compatibilmente con lo stadio di maturazione del frutto. Come alternativa, è stato proposto un ultimo intervento insetticida contro le larve con formulati ad azione larvicida (fosfororganici, neonicotinoidi) autorizzati all'impiego su olivo, rispettando rigorosamente il tempo di carenza (28-30 giorni, secondo il formulato commerciale). Per le aziende a conduzione biologica, se compatibile con la fenologia della cultivar utilizzata, è stata fortemente incoraggiata la raccolta anticipata. Infine, è stato nuovamente ricordato che, per le aziende biologiche site in contesti ad elevato rischio dacico, è importante ricorrere, già a partire dall'inizio di luglio, a metodi preventivi adulticidi o adulto-repellenti (trattamenti con

spintor-fly o caolino) la cui efficacia dipende dalla tempestività di inizio del ciclo dei trattamenti, non avendo essi alcun potere curativo in questa fase. Le indicazioni sopra riportate sono state diffuse in note mensili, trasmesse mediante bollettino elettronico a tutti i partner del progetto e ai partecipanti alle giornate dimostrative 2013-2014 (**Appendice 1**). Una sintesi aggiornata dei metodi di lotta eco-compatibile alla mosca delle olive in Toscana è stata pubblicata in *Frutticoltura*, 2014, n. 4, pagine 42-44.

2.2.Valutazione tecnica e organizzazione attuale dei cantieri di lavoro per la potatura, raccolta, difesa, trasferimento di tecniche innovative e valutazioni finali

2.2.1. Valutazione tecnica e organizzazione attuale dei cantieri di lavoro per la potatura, raccolta, difesa

Le attività del progetto svolte dagli agronomi Daniele Sarri e Marco Rimediotti per conto della Società Cooperativa Oleificio Val d'Orcia hanno riguardato l'analisi delle criticità delle fasi che incidono maggiormente sui costi di produzione e le possibili innovazioni trasferibili nelle aziende. A tal proposito le fasi analizzate sono quelle relative alla gestione della difesa fitosanitaria, della potatura e della raccolta.

Per quanto riguarda gli aspetti inerenti i trattamenti fitosanitari il quadro emerso è una generale scarsa attenzione degli olivicoltori alla realizzazione di tale fase. Ciò è in parte riconducibile alla scarsa redditività della coltura condotta in molti casi al di sotto della competitività economica, in parte alla concezione che l'olivo non necessiti di particolari cure colturali per la produzione. Ne consegue che molto spesso gli unici interventi siano effettuati con tecniche (lotta a calendario senza prendere in esame il superamento della soglia di intervento) e tecnologie non appropriate (lance a mano, irroratrici obsolete e non regolate). Negli ultimi anni invece, gli interventi di lotta antiparassitaria sono divenuti fasi essenziali del processo produttivo per gli importanti riflessi che hanno ai fini dell'ottenimento del prodotto finito. Le motivazioni sono riconducibili sia ai cambiamenti climatici che stanno progressivamente modificando le tipologie dei patogeni/parassiti e le dinamiche di sviluppo dei focolai, sia agli imminenti adempimenti legislativi imposti dal DL 150/2012 recepimento nazionale della direttiva europea 128/2009 sugli usi sostenibili degli agrofarmaci. Un quadro assai complesso e in evoluzione che implica innovativi approcci gestionali basati sulla adozione di modelli previsionali, sulla creazione di reti di monitoraggio aziendali-comprendoriali per la tempestiva ed efficace gestione delle operazioni di difesa antiparassitaria e sull'impiego di macchine efficienti per la distribuzione degli agrofarmaci. Parallelamente, anche il settore dei prodotti antiparassitari, sta evolvendo verso la produzione di formulati a ridotto impatto ambientale (in particolare quelli di origine naturale), nel rispetto delle buone pratiche agricole (GAP).

A tal proposito durante gli eventi dimostrativi sono state illustrate soluzioni innovative per gestire correttamente la fase distributiva di esche proteiche a base di Spinosad, commercialmente Spintor Fly®, per la lotta adulticida contro la mosca delle olive (*Bractocera oleae* Gmelin). Utilizzando questo metodo di lotta si ottiene un'ottima protezione del frutto con il vantaggio di non avere residui sul raccolto, si evitano i fenomeni di deriva, l'esposizione per l'operatore è totalmente assente e gli effetti sull'ambiente (acqua/aria/suolo) sono irrilevanti.

Tale applicazione si realizza mediante erogazioni in micro dosi (10-15 ml) di miscela per pianta trattata e interessa solo una piccola porzione della chioma. Data la particolarità di

applicazione del prodotto sono state analizzate le possibili tecnologie impiegabili già presenti sul mercato.

Una delle soluzioni individuate è la macchina irroratrice "SPINJET" (<http://www.bibbiani.it>) Figura 11 disponibile in varie versioni, con serbatoio singolo da 16 L o doppio serbatoio per un volume complessivo di 54 L. L'azionamento può essere di tipo manuale, tramite un pulsante a fungo oppure tramite una fotocellula che rileva la chioma della pianta e dà un consenso a un timer dotato di elettrovalvola.

Altre macchine irroratrici identificate per le applicazioni in micro-dosi sono prodotte dall'azienda Casotti di Fellino (PR) (<http://www.casotti.it>). Tra le tante soluzioni e configurazioni disponibili il modello Doctor Fly presenta caratteristiche ideali per la gestione di oliveti o frutteti fino a 4 ha di estensione. La macchina si compone di un serbatoio in acciaio inox con volume di carico di 20 L, di una pompa autopescante alimentata in tensione continua a 12 V con membrane in Viton® termopolimero specifico per liquidi viscosi. La gestione dell'erogazione avviene mediante due elettrovalvole poste sulla linea di mandata destra e sinistra che regolano l'apertura e la chiusura degli ugelli, un flussimetro per il controllo dei volumi da erogare e un pulsante di azionamento posto in cabina. L'irroratrice è installabile sia su trattore sia su fuoristrada pick-up o mezzi simili purché dotati di presa di alimentazione a 12 V. La configurazione della macchina prevede la impostazione iniziale dei millilitri di miscela da distribuire per pianta, realizzata tramite il selettore "Komandante".



Figura 11. Nuove tecnologie per la distribuzione delle esche proteiche a microdosi

In campo l'operatore avvia il sistema mediante un pulsante di attivazione in corrispondenza della pianta da trattare. Tramite un interruttore posto sul selettore è possibile attivare/disattivare le elettrovalvole di destra o sinistra, oppure simultaneamente. Tra gli accessori disponibili è prodotto anche un dispositivo di regolazione della distribuzione proporzionale alla velocità di avanzamento.

Tra le recenti novità dell'Azienda Casotti c'è la pompa spalleggiata "Spara Mosca". La pompa a zaino con volume di 12 L, peso di 6,2 kg a vuoto, ed una portata 3,8 L/min alla pressione di 3,1 bar è dotata di un sistema di temporizzazione per ottenere spot con volumi variabili da 3 ml a 40 ml. La lancia è dotata di interruttore, elettrovalvola ed un ugello regolabile del diametro di 1,5 mm.

Inoltre, è stata individuata una innovativa macchina ideata dalla azienda Dow AgroSciences in collaborazione con i ricercatori dell'Università degli Studi di Firenze e sviluppata per la parte meccanica dalla ditta Andreoli Engineering di Novi di Modena (MO). L'irroratrice è accoppiabile a trattori mediante attacco a tre punti standard e si compone di un serbatoio principale per la miscela, con volume di 85 L e forma tronco-trapezoidale per un agevole

pescaggio anche in condizioni di pendenza, di un serbatoio lava mani e un serbatoio lava impianto. Quest'ultimo risulta essenziale con lo Spintor Fly® poiché la composizione molto adesiva, tende ad ostruire ugelli e filtri con potenziali danni all'impianto, per cui è consigliabile intervenire dopo ogni trattamento con un accurato lavaggio.

L'azionamento della macchina avviene tramite alimentazione elettrica a 12 V dal trattore. La polverizzazione del liquido è ottenuta grazie alla pressione creata da una pompa alimentata a 12 V dotata di bypass regolabile fino a 6 bar mediante un comando ad azionamento manuale. Un manometro permette la corretta impostazione del valore di pressione per un'ottimale taratura. Per consentire un'adeguata agitazione del prodotto nel serbatoio principale è presente un agitatore idraulico. Un filtro in aspirazione, ispezionabile anche con serbatoio pieno, impedisce l'ostruzione dell'ugello. Quest'ultimo, direttamente collegato con un'elettrovalvola, è posto sulla parte terminale di una asta telescopica di alluminio estensibile da 2 m a 3,5 m per un impiego efficace anche in piante alte fino a 8 m. Il lavaggio dell'impianto è ottenuto grazie a un selettore a due vie che preleva l'acqua pulita dal serbatoio dedicato, ed esegue un risciacquo del serbatoio principale e della linea di uscita. Perseguendo la strada di rendere minimi i costi il controllo elettronico della macchina è stato implementato su base "ARDUINO".

Il dispositivo è stato concepito per operare ad ampio spettro sia in frutteti e oliveti impostati in modo tradizionale con sestri ampi, quindi con interruzioni tra le piante sulla fila, sia per i moderni impianti intensivi allevati su parete continua.

Importante anche l'ottimizzazione dei costi colturali che devono essere ridotti, mantenendo la tipicità del prodotto. Tale obiettivo è raggiungibile con l'adozione delle nuove tecniche di coltivazione e l'impiego di soluzioni innovative per la meccanizzazione delle operazioni. Quest'ultima rappresenta una condizione essenziale per un ammodernamento aziendale, consentendo contemporaneamente l'aumento della produttività, la diminuzione del carico di lavoro e dei rischi ad esso connessi. Le moderne tecniche colturali prevedono la riduzione del fabbisogno di manodopera al fine di ottenere benefici economici senza compromettere produttività dell'albero e qualità del prodotto. Questo è ottenibile adottando un turno di potatura variabile da uno a due anni con una drastica riduzione del numero di tagli a pianta. Ciò implica interventi di taglio su rami e branche ben sviluppate realizzabili con attrezzature in grado di effettuare tagli precisi con operatore a terra.

Le nuove normative in materia di sicurezza impongono adempimenti anche per le piccole aziende, che sono obbligate a utilizzare macchine e attrezzature conformi ai requisiti essenziali di sicurezza e a operare nel rispetto delle buone pratiche. Tali aspetti sono perseguibili con l'utilizzo di attrezzature agevolatrici dotate di aste telescopiche che consentono di operare in sicurezza da terra oppure con gli innovativi dispositivi anti-taglio. Gli utensili ad azionamento pneumatico continuano ad essere certamente le attrezzature più comuni per la gestione della potatura, grazie alla possibilità di ammortizzare l'investimento per il compressore anche nella fase di raccolta con gli agevolatori. Tale possibilità si è recentemente ampliata con la produzione di tosasiepi, seghetti alternativi, scuotitori a gancio. Tuttavia, negli ultimi anni stiamo assistendo ad una vera rivoluzione tecnologica, con la crescente diffusione di dispositivi portatili ad azionamento elettrico sempre più leggeri, affidabili ed economici. Il successo della loro diffusione è senza dubbio riconducibile all'ampia casistica di configurazioni, alla progressiva riduzione dei costi di investimento e alla loro facilità di impiego che li rendono fruibili anche ad operatori non esperti. La forbice elettronica è un'attrezzatura ampiamente diffusa e costituisce il primo strumento di ottimizzazione della fase di potatura. Le moderne attrezzature di tipo professionale sono in grado di tagliare rami fino a 50 mm di diametro, riducendo del 35-40% i tempi di lavorazione rispetto alla potatura manuale. Non meno importanti sono i benefici conseguibili per l'operatore in termini di riduzione del carico di lavoro e dei rischi di insorgenza di malattie

muscolo scheletriche come la sindrome del tunnel carpale. L'evoluzione di tali dispositivi è stata indirizzata dalle case costruttrici verso l'incremento delle performance di taglio e della versatilità di impiego, la riduzione dei pesi e il miglioramento prestazionale e polifunzionale delle batterie. La polivalenza di utilizzo è stata ottenuta grazie alla possibilità di scelta della modalità operativa: la prima definita “servo assistita”, prevede un avanzamento progressivo della lama proporzionale alla pressione esercitata sul grilletto di azionamento, privilegiando così precisione e controllo del taglio. La seconda detta “ad impulsi”, realizza una chiusura della lama ad impulso con ampiezza regolabile dall'operatore incrementando così velocità di esecuzione e produttività del lavoro. Inoltre, in funzione della lavorazione, alcuni modelli prevedono dei kit di lame e contro-lame intercambiabili che consentono di ammortizzare l'investimento su più coltivazioni. Altre aziende offrono sistemi di avviso di affilatura della lama che consentono una facile manutenzione oppure configurazioni specifiche di lame e contro lame che rendono possibile l'impiego sia a personale destrorso o sinistrorso. Per le batterie l'innovazione più importante è l'introduzione di quelle a polimeri di litio, tecnologicamente differenti dalle più note basate su ioni di litio. Tali accumulatori, utilizzando come componente di accumulo materiale polimerico solido il glicole polietilenico o il poliacrilonitrile, permettono di ottenere forme come una sottile lamina. In questo modo la batteria risulta molto compatta, la densità energetica infatti è maggiore oltre il 20% rispetto ad una litio-ione classica, ed è in grado di offrire autonomie lavorative che coprono tranquillamente la giornata lavorativa con oltre 12 ore per il modello lixion dell'azienda Pellenc Italia di ColleVal d'Elsa (Si) www.pellencitalia.com. Non solo, la tecnologia Li-po è circa tre volte migliore rispetto alle batterie convenzionali, avendo pesi e ingombri molto ridotti, tutte caratteristiche ideali per la realizzazione di accumulatori spalleggiati. Questi ultimi, nelle recenti versioni disponibili in commercio, offrono kit di interfacciamento multi-utensile per incrementare il numero di ore di impiego annuo. Questa è una novità importante dato che mediamente una azienda per dotarsi di attrezzature professionali necessita di investimenti variabili da 1.300-1.600 € per una forbice elettronica (utensile e batteria) e 2.000-2.500 per una sega a catena (utensile e batteria).

In riferimento alle operazioni di raccolta si evidenzia una maggiore attenzione degli agricoltori verso questa fase con alcune realtà in cui il ricorso alla meccanizzazione è già acquisito e consolidato. Nelle piccole realtà si notano ancora forti carenze strumentali ed la consueta gestione manuale dell'operazione. Viceversa nelle aziende più strutturate è ormai generalizzato il ricorso ad un livello base della meccanizzazione conseguenza del progressivo abbattimento degli investimenti necessari per la dotazione aziendale. Tuttavia, l'implementazione di tecnologie nella olivicoltura mostra ancora alcune criticità di tipo logistico nella organizzazione dei cantieri operativi. Infatti si osserva una non corretta pianificazione delle risorse (uomo-macchine-materiali) impiegate, ad esempio l'utilizzo di agevolatori con dispositivi di intercettazione non idonei per l'ottimizzazione delle operazioni. Inoltre, gli impianti risultano spesso inadeguati strutturalmente per la proficua introduzione della meccanizzazione.



Figura 12. Innovativi cantieri per la raccolta meccanica

Quindi sono state affrontate ed indicate agli olivicoltori le ideali condizioni di organizzazione dell'impianto in funzione della tecnologia che vi andrà ad operare. In particolare per la raccolta meccanica è indispensabile una struttura della pianta rigida di volume contenuto in modo da ottenere un efficace assorbimento delle vibrazioni e la conseguente elevata resa di distacco. Viceversa per la raccolta agevolata occorre concentrare la produzione sulla parte esterna della chioma e contenere l'altezza entro i 5m. Inoltre, durante le attività di divulgazione sono state presentati e visionati i modelli internazionali di coltivazione ed i relativi cantieri per la raccolta meccanica in continuo (figura 12).

La macchina presentata nasce per la viticoltura per cui la testata di raccolta oscillante è progettata per operare in una fascia di 1,5 m, mentre in queste tipologie di impianto sarebbero opportune altezze di lavoro maggiori per poter distaccare anche le olive poste nella sommità della chioma. I vantaggi conseguibili sono una elevata produttività, si stima circa 2,5/3 ha/h, che permette di intervenire nel momento di maturazione ottimale, con la possibilità di conferire immediatamente il prodotto al frantoio.

Per le piccole e medie aziende gli agevolatori rappresentano una importante risorsa per incrementare la produttività uomo ed eliminare le pericolosissime scale, causa di frequenti infortuni per caduta. Il mercato offre, ormai da anni, svariate tipologie di modelli, per tutte le esigenze. Possono essere alimentati da motore a scoppio, elettrico o da compressori motorizzati o portati da trattori. Una importante innovazione per la diffusione delle attrezzature elettroniche caratterizzate da alti costi di investimento è la multifunzionalità offerta da appositi kit che consentono di ammortizzare l'investimento dell'acquisto della batteria su più attrezzature. Per rispondere alle esigenze di agricoltori che necessitano di meccanizzare olivi ricostituiti dai polloni, dopo la gelata del 1985 sono oggi disponibili sul mercato alcuni macchinari in grado di gestire la raccolta meccanicamente. Presentano delle testate scuotitrici applicabili su trattori e piccoli escavatori (20-35 q.li) e, abbinabili ad ombrelli per l'intercettazione dei frutti formando, cantieri di raccolta integrati. Recentemente tale soluzione è stata anche allestita su minicingolati allo scopo di meccanizzare gli oliveti non facilmente accessibili.

Un'altra fase estremamente delicata nelle operazioni di raccolta è rappresentata dal recupero a terra delle olive, che richiede tempi operativi, molto spesso non attentamente quantificati. Stime condotte hanno evidenziato come il tempo impiegato alla fase di recupero dai teli ed incassamento costituisce mediamente il 50% del tempo di raccolta. Una soluzione

innovativa che si prefigge lo scopo di risolvere tali aspetti per gli impianti tradizionali, è stata presentata dall'Azienda Bosco di Garlasco (PV). Si tratta di un ombrello a movimentazione manuale o motorizzata con diametri disponibili di 4, 5 e 6 m. Nella parte sottostante presenta due contenitori che permettono un rapido stoccaggio del raccolto. Tale soluzione abbinata all'impiego di agevolatori o scuotitori, consente di evitare la stesura delle reti, agevolando le operazioni di recupero.

Le tecnologie per la raccolta costituiscono attualmente le soluzioni che possono contribuire alla riduzione dei costi colturali dell'olivicoltura nella maggior parte dei contesti olivicoli presenti sul territorio nazionale. Parallelamente allo sviluppo di nuove tecniche, tecnologie e macchinari, oggi risulta indispensabile l'aggregazione degli investimenti e il loro impiego su aree sufficienti, ed ammortizzarli con soluzioni quali, lo sviluppo dei servizi contoterzi o dell'uso consortile, la formazione di esperti e operatori tecnici, l'accordo e l'aggregazione territoriale, la riconversione o ricostituzione strutturale degli impianti (laddove possibile e utile), la creazione di adeguati accessi nelle aree difficili. A monte delle valutazioni appena esposte per una efficiente introduzione della meccanizzazione, sia in fase di progettazione che di conduzione, c'è la conoscenza del binomio pianta-territorio. Inoltre, ulteriori valutazioni si rendono necessarie nel caso della intensificazione colturale, poiché i vantaggi qualitativi conseguibili con la raccolta meccanica in continuo possono essere vanificati da una logistica di lavoro non attentamente pianificata. Infatti, l'aumento di produttività e l'immediato conferimento al frantoio comporta evidenti incrementi di produttività e la necessità di soluzioni per lo stoccaggio temporaneo delle olive.

2.2.2. Trasferimento di tecniche innovative

Le attività di progetto inerenti la divulgazione ed il trasferimento delle innovazioni alle aziende olivicole è stata realizzata attraverso l'organizzazione di cinque eventi dimostrativi, incentrati sugli aspetti inerenti la difesa fitosanitaria, la raccolta, la potatura ed infine l'irrigazione.

Il primo evento avvenuto in data 26-09-13 ha interessato le tematiche della difesa eco-compatibile nell'agro-ecosistema oliveto. Tra i temi affrontati: l'utilizzazione di formulati innovativi, a ridotto impatto ambientale, a base di esche proteiche come lo spinosad e di polveri ad azione corroborante quali il caolino. Inoltre sono stati illustrati i possibili insetti utili impiegabili in programmi di lotta biologica. L'evento è stato ospitato presso l'Az. Agr. Stiglianese e ha visto la partecipazione di oltre 60 partecipanti. I lavori sono stati aperti dal Prof. Riccardo Gucci che ha collocato il contributo della giornata in oggetto all'interno del panorama contemporaneo relativo alla moderna gestione dell'agro-ecosistema oliveto. A seguire, il Dr. Angelo Canale ha passato in rassegna le principali avversità biotiche dell'oliveto, con particolare riferimento agli insetti fitofagi. Nell'occasione sono stati riportati i risultati dell'azione di monitoraggio della mosca delle olive, condotta all'interno del P.I.F. mediante il posizionamento di trappole cromotropiche gialle (n°1/ha) per il monitoraggio degli adulti e la valutazione dell'infestazione attiva sui frutti. Successivamente i dottori agronomi Marco Rimediotti e Daniele Sarri hanno illustrato i nuovi adempimenti imposti dalle normative sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, successivamente sono state approfondite le tematiche inerenti le corrette modalità di distribuzione dei prodotti fitosanitari nell'oliveto mediante apposite macchine irroratrici. In questa sessione sono stati coinvolti direttamente i costruttori di macchine irroratrici a microdosi per la distribuzione di esche proteiche. Infine sono state affrontati tutti gli aspetti riguardanti le normative relative alla gestione in sicurezza della fitosanitaria. A conclusione della sessione tecnica dell'evento il Dr. Giovanni Benelli ha illustrato gli insetti entomofagi, predatori e parassitoidi, utili per il controllo dei fitofagi dannosi all'olivo. Le conclusioni della giornata sono state tratte dal Dr.

Castellani (Consorzio Fitosanitario di Siena) e dal Dr. Bucelli (Dirigente della Provincia di Siena).

Il secondo evento dimostrativo, realizzato in data 11-11-13, ha affrontato gli aspetti relativi alla raccolta meccanica e agevolata dell'olivo. La giornata condotta dai dottori agronomi Daniele Sarri e Marco Rimediotti ha avuto luogo presso l'Azienda Agricola Giganti a Rapolano Terme (Siena). Tale realtà produttiva è caratterizzata dalla presenza di diverse tipologie di oliveto: tradizionali, intensivi e ad altissima densità. I lavori sono stati aperti dal Prof. Riccardo Gucci (Università di Pisa) che ha effettuato una panoramica sui diversi modelli di impianto e sulle problematiche gestionali dell'oliveto, con particolare riferimento alle operazioni di raccolta. In particolare, sono stati trattati gli aspetti agronomici, in termini di gestione del suolo e della chioma, per un'efficiente introduzione della meccanizzazione nell'oliveto. I lavori sono proseguiti con approfondimenti sui diversi cantieri di raccolta utilizzabili nelle varie tipologie di oliveto e con dimostrazioni pratiche di raccolta meccanica mediante scuotitori, raccolta in continuo con macchina scavallante e con diverse tipologie di agevolatori. In conclusione dei lavori è stata posta l'attenzione sui sistemi di recupero dei frutti tramite macchine per il posizionamento e riavvolgimento meccanico dei teli di raccolta o attraverso un ombrello a movimentazione manuale o motorizzata con diametri di 4, 5 e 6 m ad apertura manuale.

Infine gli eventi si sono conclusi con la giornata del 30 ottobre 2014 che ha affrontato gli aspetti della raccolta meccanica realizzata con macchine scuotitrici e le tecnologie per l'intercettazione, prima pulizia e incassamento delle olive, presso l'Azienda Agricola Poggio Ulivo Chiusi (SI). Nonostante la disastrosa campagna olivicola, l'evento ha visto la partecipazione di diversi agricoltori interessati soprattutto al nuovo cantiere acquistato dal Frantoio Capofila del PIF, che svolge il servizio presso le aziende associate. Tale cantiere risulta particolarmente innovativo in quanto riunisce in un'unica macchina le fasi di distacco e intercettazione delle olive, riducendo fortemente i tempi operativi. Inoltre, è stato mostrato un cantiere per la raccolta meccanica impiegabile in zone svantaggiate ed idoneo per le piccole e medie imprese agricole, caratterizzato da un modulo semovente cingolato dotato di testata scuotitrice a potenza regolabile. Infine gli agronomi Sarri e Rimediotti hanno coinvolto nell'evento la azienda leader a livello mondiale per la produzione di agevolatori ed attrezzature elettroniche per la gestione di tutte le fasi operative dell'oliveto da terra.

2.2.3. Valutazione finale

La sopravvivenza dell'olivicoltura, così come evidenziato dal progetto soprattutto per le operazioni maggiormente a rischio, quali raccolta e difesa fitosanitaria e potatura, è legata alla possibilità di aggregazione territoriale, in una gestione realizzata mediante l'apertura ad imprese di servizi che possono introdurre anche in piccole aziende, tecnologie innovative in grado di garantire i livelli qualitativi in tutte le realtà produttive.

D'altronde la gestione dell'olivicoltura deve necessariamente essere basata sulla produzione di reddito da parte dell'impresa agricola. Tale obiettivo è perseguibile con l'adozione delle nuove tecniche di coltivazione e l'impiego di soluzioni innovative per la meccanizzazione delle operazioni. Quest'ultima rappresenta una condizione essenziale per un ammodernamento aziendale, consentendo contemporaneamente l'aumento della produttività, la diminuzione del carico di lavoro e dei rischi ad esso connessi. La scelta delle soluzioni tecnologiche possibili dipende da fattori tecnico-organizzativi come le caratteristiche strutturali del territorio e dell'azienda e, soprattutto, da fattori economici come la produzione ottenibile e il prezzo di mercato.

La terribile campagna 2014 in un momento di profonda crisi dell'impresa agricola deve rappresentare uno spunto di riflessione per il futuro della produzione olivicola e uno stimolo alla maggiore attenzione verso le tecniche e tecnologie divulgate e trasferite nel progetto.

2.3. Valutazione economica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, difesa antiparassitaria e trasferimento dei risultati economici con tecniche innovative e valutazione finale

La produzione dell'olio di oliva è fortemente caratterizzata dal punto di vista geografico e rispecchia le varie condizioni naturali, sociali ed istituzionali del territorio regionale tanto che possiamo parlare di *olivicolture*. Esse sono diverse dal punto di vista strutturale, tecnologico e per le funzioni svolte (produttiva, paesaggistica, ecc.), ma simili per il livello qualitativo dell'olio prodotto.

L'olivicoltura manifesta tuttavia alcune difficoltà di adattamento all'adozione di nuove tecnologie in grado di diminuire i costi unitari di produzione. La riduzione dei costi di produzione può essere realizzata sviluppando ricerche inter-disciplinari indirizzate alla definizione sia delle caratteristiche strutturali di moderni impianti di oliveto, sia di tecnologie produttive volte alla razionalizzazione meccanica delle principali operazioni colturali, quali la potatura e la raccolta, sia alla definizione dell'efficienza economica-organizzativa delle diverse soluzioni ipotizzate.

Il progetto ha l'obiettivo di trasferire agli agricoltori innovazioni sia nell'organizzazione che nella gestione dell'oliveto, introducendo un certo grado di meccanizzazione in aziende diverse per tipologia di impianto e capacità economica di investimento ed effettuando conseguenti analisi economiche per la compatibilità dei moduli e prototipi proposti.

2.3.1. Valutazione economica attuale della potatura, raccolta, irrigazione, gestione del suolo, difesa antiparassitaria

L'indagine, dopo aver individuato le tipologie olivicole presenti nelle aziende aderenti al progetto ne ha determinato la sostenibilità e l'efficienza economica attuale. Le tipologie olivicole sono state definite incrociando parametri aziendali e di impianto degli oliveti, ne è emersa la configurazione della olivicoltura senese che può essere sintetizzata in quattro situazioni colturali principali:

a) *olivicoltura marginale* dal punto di vista produttivo, ancora diffusa in vaste aree delle zone collinari più difficili. Il lento accrescimento delle piante, la loro longevità, le caratteristiche del suolo e delle sistemazioni agrarie che limitano il sistema produttivo, ha fatto sì che gran parte di questi oliveti sia di scarsa produttività e privo di meccanizzazione. Questa olivicoltura non è stata oggetto di indagine;

b) *olivicoltura tradizionale*; riguarda oliveti con bassa densità di impianto, seppure specializzati, sestati talvolta irregolari e senza irrigazione. Rispetto all'olivicoltura marginale la fertilità del terreno, la giacitura ed il tipo di impianti presentano condizioni migliori per la coltura anche se la collocazione, prevalentemente di collina, il tipo di impianto e le forme di allevamento stesse comportano alti costi di produzione per l'elevato impiego di mano d'opera necessario per la potatura e la raccolta. Questo tipo d'impianti costituisce oggi il corpo più consistente del patrimonio olivicolo produttivo;

c) *olivicoltura intensiva*; comprende nuovi oliveti intensivi che, seppure limitati come superficie complessiva, consentono elevate produzioni unitarie e costi di produzione contenuti non solo in pianura, ma anche nella collina meno declive e più fertile;

d) *olivicoltura superintensiva*; comprende nuovi oliveti ad elevata densità di impianto, molto limitati come superficie complessiva e situati in zone di pianura che consentono elevate

produzioni unitarie e costi di produzione contenuti anche grazie alla possibilità di eseguire la raccolta in continuo. Le tipologie analizzate sono evidenziate nella figura 13.

Le tre tipologie rappresentano rispettivamente la situazione attuale e quella futura dell'olivicoltura senese.

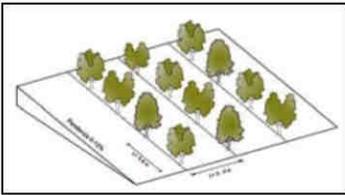
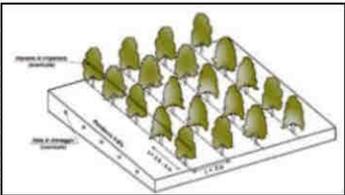
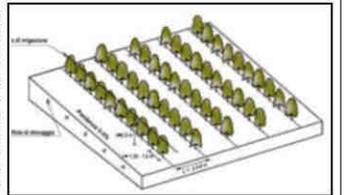
	Tipologia oliveto		
			
	Tradizionale	Intensivo	Superintensivo
Pendenza	media	modesta	pianeggiante
Sesto	6 x 10 m	6 x 6 m	3,80 x 2,40 m
Densità	170 p./ha	330 p./ha	1.090 p/ha
Forma di allevamento	vaso (cespugliato)	vaso (monocaula)	palmetta libera
Varietà	Frantoio, Leccino, Moraiolo, ecc.	Frantoio, Leccino, Moraiolo, ecc.	Leccio del como
Gestione del suolo	lavorazione del terreno	inerbimento controllato (sfalcio)	inerbimento controllato (sfalcio)
Raccolta	manuale	meccanica con scuotitrice	meccanica in continuo

Figura 13. Tipologie oliveto

La raccolta dei dati è stata eseguita nelle sei aziende che partecipano al progetto compilando “schede delle tecniche colturali” al fine di evidenziare:

- 1) le caratteristiche tecniche delle aziende e dell'oliveto;
- 2) l'impiego dei fattori produttivi;
- 3) i risultati economici riferiti a ettaro e a quintale di prodotto.

La sostenibilità economica è stata quindi determinata dall'analisi dei redditi degli *oliveti* rilevati nelle differenti *tipologie aziendali olivicole*. Nella tabella 16 viene calcolata la produzione, in quantità e valore, mantenendo costante sia le rese che il prezzo di vendita dell'olio, tuttavia la quantità di olive prodotte ad ettaro aumenta nel passaggio dall'impianto tradizionale agli impianti moderni mentre la produzione di olive a pianta diminuisce con il crescere della densità d'impianto. I ricavi quindi aumentano in funzione della produzione sull'unità di superficie. Possiamo tuttavia osservare che la differenza di produzione ad ettaro tra gli impianti intensivi e quelli superintensivi, nelle situazioni agronomiche osservate, non risulta molto diversa.

Tabella 16. La produzione in quantità e valore

Descrizione	Azienda		
	Tradiz. Prod.	Intens. Prod.	Superint. Prod.
olive prodotte ad ettaro	34,00	49,50	54,50
olive prodotte a pianta	20,00	15,00	5,00
resa olio/olive	12,5%	12,5%	12,5%
olio prodotto	4,25	6,19	6,81
prezzo olio	6,90	6,90	6,90
Ricavi	2.932,50	4.269,38	4.700,63

Nelle tabelle 17 e 18 sono stati analizzati costi monetari e totali per tipologia di oliveto e le produzioni e i prezzi a pareggio. Negli impianti tradizionali il costo economico è sempre superiore al valore della produzione, mantenendo costante la produzione unitaria di olio, per azzerare la perdita economica, il prezzo a chilogrammo di olio dovrebbe oscillare dai 15,0 ai 16,0 euro mentre per contenere i soli costi monetari il prezzo a pareggio si riduce a 13,0 euro al chilogrammo. In questa tipologia produttiva, considerando costante il prezzo di mercato dell'olio (€ 6,90 al Kg), la coltivazione risulta economicamente sostenibile fino al momento in cui la produttività degli impianti si mantiene intorno a 10 quintali di olio ad ettaro.

Nei nuovi impianti intensivi il costo economico è superiore all'attivo mentre il costo monetario è inferiore al valore della produzione; per azzerare la perdita economica il prezzo a chilogrammo di olio dovrebbe oscillare ai 9,0 euro mentre il prezzo a pareggio per contenere i soli costi monetari diminuisce a 7,0 euro a chilogrammo. Considerando costante il prezzo di mercato dell'olio la coltivazione risulta economicamente remunerativa fino a quando la produttività ad ettaro si mantiene intorno a 8,0 quintali di olio. Negli impianti superintensivi si assiste ad un profitto negativo ad ettaro ma ad un ricavo monetario positivo. Il prezzo economico a pareggio è di circa 8,0 euro a chilogrammo d'olio mentre il prezzo monetario di circa 5,5 euro. Questo risultato è determinato essenzialmente dalla raccolta in continuo che diminuisce in maniera consistente i costi della operazione colturale più onerosa. Infatti, dalla tabella 19 possiamo osservare che l'incidenza percentuale dei costi di raccolta sul passivo negli oliveti tradizionali è molto elevata e si aggira intorno al 50%; risulta più bassa negli oliveti intensivi dove viene usata la raccolta meccanizzata (27%), mentre negli oliveti superintensivi l'incidenza del costo della raccolta sul passivo è molto più bassa e si mantiene al 16%.

Tabella 17. I costi di produzione

Descrizione	Tipologia Oliveto		
	Tradiz. Prod.	Intens. Prod.	Superint. Prod.
Costi monetari variabili			
Spese per materie prime e servizi			
Concimi	67,20	240,42	240,42
Fitofarmaci	65,70	57,82	45,56
Servizi	544,00	792,00	872,00
Totale materie prime	676,90	1.090,24	1.157,98
Spese per la meccanizzazione			
Macchine aziendali *	523,93	780,83	334,85
Terzisti e noleggi	-	-	600,00
Totale meccanizzazione	523,93	780,83	934,85
Spese per la manodopera esterna			
Salari e oneri sociali m.d.o. :	-	-	-
Pagamento in natura m.d.o.	-	-	-
Totale manodopera esterr	-	-	-
Totale costi monetari variabili	1.200,83	1.871,07	2.092,84
Costi monetari fissi			
Spese generali e di amministrazi	43,99	64,07	70,48
Salari e oneri sociali m.d.o. fissa	4.468,80	2.547,51	1.494,99
Totale costi monetari fissi	4.512,79	2.611,58	1.565,47
Costi monetari totali	5.713,62	4.482,64	3.658,31
Reddito monetario	-	2.781,12	-

Descrizione	Tipologia Oliveto		
	Tradiz. Prod.	Intens. Prod.	Superint. Prod.
Quote ammortamento			
degli investimenti fondiari	302,00	216,00	1.118,90
delle macchine	174,67	538,57	375,89
Totale ammortamenti	476,67	754,57	1.494,79
Interessi			
sul capitale fondiario	273,25	241,00	325,25
sul capitale macchine	165,00	77,65	55,41
sul capitale di anticipazior	105,85	68,47	56,88
Totale interessi	544,10	387,11	437,54
Costi calcolati totali	1.020,76	1.141,69	1.932,33
Costo economico totale	6.734,39	5.624,33	5.590,64
Profitto o perdita	-	3.801,89	-

Tabella 18. Produzione e prezzo a pareggio

Descrizione	Tipologia Oliveto		
	Tradiz. Prod.	Intens. Prod.	Superint. Prod.
Produzione di pareggio (con olio a 6,90 €/kg e resa del 12,5%)			
sui costi monetari	8,28	6,50	5,30
	66,24	51,97	42,42
	38,97	15,75	3,89
sul costo totale	9,76	8,15	8,10
	78,08	65,21	64,82
	45,93	19,76	5,95
Prezzo di pareggio (con resa del 12,5%)			
sui costi monetari	13,44	7,24	5,37
sul costo totale	15,85	9,09	8,21

Tabella 19. Ripartizione percentuale dei costi per tipologia

Descrizione	Tipologia Oliveto		
	Tradiz. Prod.	Intens. Prod.	Superint. Prod.
Per tipologia materie prime e servizi			
materie prime e servizi	12%	27%	51%
macchine	9%	17%	9%
manodopera	78%	56%	40%
Per tipologia di operazioni			
potatura	16%	36%	37%
fertilizzazione	3%	7%	8%
lavorazioni	8%	4%	5%
difesa, diserbo	18%	5%	5%
raccolta	54%	27%	16%
trasformazione	0%	22%	29%

Nella tabella 20 si mette in evidenza l'incidenza delle innovazioni di processo che hanno caratterizzato la produzione olivicola senese. Si assiste nel tempo sia a un aumento di produttività della terra che ad un minore impiego del lavoro umano e meccanico passando da impianti tradizionali ad impianti moderni. Particolarmente elevata è l'aumento delle produzioni passando da oliveti tradizionali a oliveti intensivi (45,6%), più contenuta da oliveti intensivi a oliveti superintensivi (10,1%). Elevata è anche la diminuzione d'impiego della manodopera e delle macchine sia ad ettaro che a quintale d'olio, tutto ciò ha comportato una diminuzione dei costi totali e monetari sia ad ettaro che a quintale d'olio.

Da queste analisi possiamo dedurre che la redditività degli oliveti è molto legata ai loro livelli di produttività e che gli elementi discriminanti appaiono essere la produttività a pianta e a ettaro, la quantità di lavoro impiegato, l'efficienza dei cantieri di lavoro specialmente per la potatura e la raccolta delle olive. In questo contesto i nuovi impianti risultano più competitivi degli impianti tradizionali, gli impianti moderni sono infatti in grado di rimanere sul mercato sopportando maggiori oscillazioni sia di prezzo che di produzione.

Tuttavia i maggiori livelli di produttività sia degli oliveti sia del lavoro non sono stati sufficienti a rendere competitivo il settore, come vedremo meglio in seguito, a questi cambiamenti devono seguire azioni di valorizzazione della produzione attraverso

l'aggregazione e la differenziazione della produzione in modo tale da essere in grado di incidere sui prezzi di vendita dell'olio.

Tabella 20. La produttività dei fattori

		Tipologia di Oliveto		
		Tradizionale (170 p.ha)	Intensivo (330 p.ha)	Superintensivo (1090 p.ha)
Produttività della terra				
produzione	q.li/ha olio	4,25	6,19 (45,6%)	6,81 (10,1%)
Impieghi				
mandopera	ore/ha	304	173 (-43,1%)	102 (-41,0%)
	ore/q.le olio	72	28 (-60,9%)	15 (-46,4%)
macchine	ore/ha	40	36 (-10,0%)	17 (-52,8%)
Costi				
monetari	Euro/ha	5.714	4.483 (-21,5%)	3.658 (-18,4%)
	Euro/kg olio	13,44	7,24 (-46,1%)	5,37 (-25,9%)
Costo totale	Euro/ha	6.734	5.624 (-16,5%)	5.591 (-0,6%)
	Euro/kg olio	15,85	9,09 (-42,6%)	8,21 (-9,7%)

2.3.2. Trasferimento dei risultati economici di tecniche innovative

L'attività di trasferimento e divulgazione delle innovazioni in ambito economico è stata realizzata attraverso l'organizzazione di tre incontri con gli agricoltori, gli incontri hanno riguardato sia i criteri logici per l'analisi economica delle aziende monitorate dalla misura 124, i costi di produzione dell'olive e dell'olio rilevati nelle aziende stesse e i risultati economici delle innovazioni nella filiera olivicola senese. Gli incontri dedicati agli aspetti economici sono avvenuti rispettivamente il 26 giugno 2014 a Torrita di Siena (azienda Crociani) il 26 settembre 2014 a Castiglione D'Orcia e il 10 marzo 2015 a Siena.

L'attività di divulgazione dei risultati è stata effettuata anche attraverso contatti, diretti e personali, con gli agricoltori, in questi incontri sono stati presentati e discussi gli elaborati contenenti sia i dati tecnici delle aziende sia i costi di produzione di settore.

I risultati dell'analisi economica fanno emergere alcune indicazioni, per migliorare il reddito occorre agire sul lato dei costi e dei ricavi.

Relativamente ai costi occorre intervenire:

- 1) sull'impianto e sulla tecnica agronomica per aumentare la produzione a pianta e a ettaro con il vincolo dell'ambiente agronomico;
- 2) sulla tecnica produttiva per ridurre i costi dei cantieri con il vincolo dell'organizzazione aziendale ed interaziendale.

Relativamente ai ricavi occorre incrementare i prezzi attraverso la valorizzazione della produzione.

Partendo da queste considerazioni nell'attività di trasferimento delle analisi economiche è stato messo a punto un *modello interattivo informatico* in grado di guidare gli agricoltori nella scelta degli interventi nel settore olivicolo aziendale.

In particolare il modello consente di simulare le decisioni da prendere nei confronti:

- 1) del rinnovo degli impianti olivicoli (convenienza alla trasformazione degli impianti tradizionali in impianti intensivi);
- 2) delle tecniche agricole (olivicoltura biologica, convenzionale);
- 3) della esecuzione delle operazioni colturali (raccolta meccanizzata per tipologia di macchina e in funzione delle dimensioni dell'oliveto).

La metodologia seguita è articolata nelle seguenti fasi: definizione: 1) della *tipologia d'impianto*; 2) della *tecnica agronomica e/o colturale* applicata all'impianto; 3) delle *tecniche produttive*; 4) della *funzione della scelta tecnologica* con il parametro del minimo costo per unità di superficie o per unità di prodotto.

Le prime due fasi sono in realtà connesse tra di loro. In particolare la *tipologia d'impianto* definisce il numero delle piante ad ettaro, le forme di allevamento, il tipo di potatura, mentre la *tecnica agronomica* definisce: (a) l'elenco della sequenza di operazioni da svolgere, (b) la specificazione dei momenti (periodi utili) in cui le operazioni devono essere effettuate, e (c) l'individuazione di una serie di coefficienti di produzione *input/input* che si riferiscono ai fattori flusso, necessari per l'ottenimento della massima resa ad ettaro. Le modalità con cui vengono condotti gli esperimenti dagli agronomi consentono di definire la *tecnica agronomica* come "output-efficiente".

A partire dalla tecnica agronomica possono essere individuate una o più *tecniche produttive* con le quali vengono specificati i diversi *cantieri di lavoro* in grado di effettuare le operazioni previste dalla tecnica agronomica; è a questo livello che sono individuati i coefficienti tecnici di produzione relativi all'impiego delle macchine e del lavoro umano attraverso l'apporto dell'esperto di meccanica agraria. La scelta fra le varie tecniche produttive non può, però, essere effettuata sulla base di parametri meramente tecnici. Data la loro non comparabilità è necessario adottare una unità di misura comune che consenta di confrontare in maniera univoca i diversi vettori di coefficienti di produzione che descrivono le varie tecniche produttive. E' pertanto necessario fare ricorso ad un criterio di efficienza unificante per poter pervenire ad un ordinamento di efficienza sulla cui base effettuare la scelta di una data tecnica produttiva fra quelle possibili. E' a questo riguardo che si parla di "*funzione della scelta tecnologica*", sulla quale andrebbe operata una "*scelta razionale*" fra le diverse opzioni possibili. Questo passaggio sposta il problema da quello dell'efficienza tecnica a quello dell'efficienza economica che è anche l'unico veramente importante in un contesto di scelte imprenditoriali.

Il programma segue questo percorso logico e guida l'utente proponendo via via una serie di opzioni di scelta, prima circa il tipo di impianto e poi tra le numerose modalità di esecuzione della tecnica agronomica conseguente. Per ogni scelta vengono fornite delle sintetiche informazioni tecniche, in particolare circa i dati tecnico-economici dei diversi cantieri di lavoro per l'esecuzione delle operazioni colturali.

Circa la scelta della tipologia di impianto il modello propone uno schema interattivo che con il metodo dell'analisi Benefici/Costi permette di giudicare la validità dell'investimento nella realizzazione di diversi tipi di oliveto (tradizionale, intensivo e superintensivo) tra loro e con altre ipotesi neutre definibili dall'utente stesso.

Similmente, per le operazioni colturali di maggior impegno economico per l'oliveto (potatura e raccolta), il programma permette di valutare il cantiere di lavoro più conveniente rispetto ad alcuni parametri di base definibili dall'utente stesso (superficie dell'oliveto, periodo utile per la loro esecuzione, ecc.). L'insieme di questi passaggi consente di arrivare alla determinazione delle tecniche e dei costi di produzione da parte degli agricoltori che possono adattare i parametri del modello ai caratteri strutturali ed organizzativi dei propri oliveti.

Il programma, denominato "*Mod.Olivo - Modello per la scelta razionale delle tecniche di coltivazione dell'Olivo*", è stato realizzato come applicazione personalizzata di Microsoft

Excel e sarà messo a disposizione degli interessati con le modalità che si dimostreranno più opportune.

2.3.3 *Valutazione finale*

Relativamente all'aumento del valore della produzione la creazione delle indicazioni di tipicità dovrebbe permettere, abbinata a strategie di marketing collettivo, una serie importanti di vantaggi. Un primo vantaggio riguarda una maggiore conoscenza da parte dei consumatori del prodotto d'eccellenza toscano sui benefici salutistici dell'uso dell'olio di qualità, un ulteriore aspetto si riferisce alla valorizzazione qualitativa dello stesso (in particolare i piccoli quantitativi su segmenti di nicchia come il DOP e l'IGP) sia sul mercato interno che su quello internazionale al fine di posizionare gli oli locali su fasce di prezzo elevate. Un prezzo più elevato consente, infine, di remunerare in modo adeguato gli operatori del settore e compensare gli alti costi di produzione dell'attuale realtà produttiva toscana.

Occorre pertanto realizzare e sostenere iniziative d'informazione e comunicazione al fine di aumentare la consapevolezza dei consumatori circa le qualità organolettiche e nutrizionali, la tipicità e la provenienza di origine, ma anche d'iniziative promozionali e di marketing mirate ad aumentare la penetrazione e la competitività delle produzioni regionali sui mercati interni ed esteri emergenti sfruttando l'immagine del *“made in Italy”* e del *“made in Tuscany”*, per colpire segmenti di mercato internazionali e mondiali interessati all'acquisto di prodotti di elevata qualità e tipicità basando la competitività sempre più sulla qualità e sempre meno sul prezzo delle produzioni.

Due fenomeni economici caratterizzano l'ambiente operativo, la globalizzazione e la smaterializzazione del valore.

- La globalizzazione ha due effetti:
 1. il primo rappresentato da vantaggi di costo per i paesi emergenti che induce il settore olivicolo-oleario senese ad essere competitivo in termini di qualità e innovazione;
 2. il secondo è rappresentato dai vantaggi di specializzazione e di economie di scala dei competitori globali che ci induce ad aprire filiere locali a monte (fornitori di conoscenze, materiali, servizi) e a valle (rete commerciale e di presidio nei mercati esteri).
- La smaterializzazione del valore:
 1. Le fasi che catturano il valore non sono quelle della trasformazione materiale ma quelle della ideazione e della commercializzazione e che controllano la produzione immateriale in termini di innovazione, promozione, marketing e reti commerciali.

E' quindi necessario ristrutturare l'assetto produttivo che sposti l'organizzazione dal locale al globale e dal materiale all'immateriale.

Il consumatore è disposto a pagare di più per prodotti di denominazione di origine (DOP, IGP), per oli confezionati in bottiglie piccole riportanti in etichetta l'indicazione di origine, della denominazione del produttore e delle caratteristiche organolettiche, e per extra-vergini biologici, però questi attributi rappresentano quote di mercato estremamente limitate, sono prodotti di nicchia la cui produzione ha un costo in termini di professionalità, tecnologie, materiali e di tempo necessario prima che si verifichi l'incremento dei ricavi.

Nella figura n 14 è possibile evidenziare i differenziali di prezzo in funzione delle caratteristiche di tipicità dell'olio toscano e dei differenti attributi ricordati.

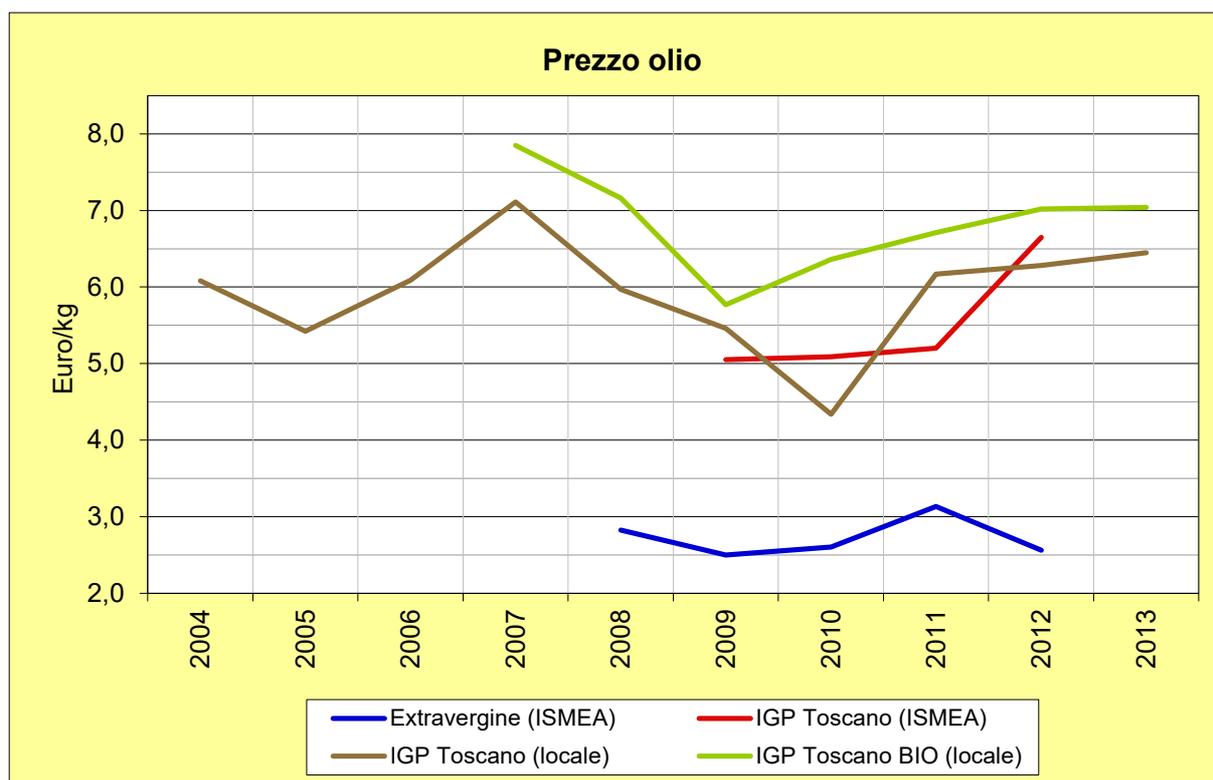


Figura 14. Prezzo dell'olio

Date le piccole dimensioni delle imprese olivicole e delle loro capacità d'investimento occorre ripensare all'azienda nel suo complesso puntando su forme organizzative in grado di generare economie di scala in ogni fase della filiera (sistemi a reti d'impresa, associazioni, consorzi, cooperazione).

La commercializzazione dell'olio di oliva toscano è effettuata con modalità estremamente diversificate in funzione della tipologia aziendale collocata sul territorio Toscano.

Le aziende olivicole di minori dimensioni destinano la parte eccedente il fabbisogno di autoconsumo familiare al collocamento sul mercato nell'ambito della cerchia di amici, familiari e conoscenti; mentre in altri casi e nelle annate di maggiore produzione il quantitativo in eccesso viene direttamente ceduto al frantoio.

Anche le aziende agricole di maggiori dimensioni spesso vendono una piccola parte della loro produzione direttamente in azienda, confezionato in bottiglia o in piccoli contenitori di latta, rivolgendosi non solo ai consumatori locali delle aree rurali o dei centri urbani vicini ma anche a consumatori più lontani all'area di produzione.

In taluni casi la vendita dell'olio è correlata all'offerta di servizi di ospitalità nelle aziende agrituristiche o alla partecipazione dei consumatori ad attività di assaggio e a corsi di degustazione offerti in azienda.

In frantoi, specie quelli di maggiori dimensioni, vendono spesso olio confezionato in bottiglia anche con un proprio marchio, ma una certa incidenza ha anche la vendita di prodotto sfuso o in grandi contenitori; anche in questo largamente prevalenti sono i canali commerciali tradizionali (consumatori finali o grossisti), affiancati da canali più moderni quali ristorazione e moderna distribuzione.

2.4. Valutazione economica delle innovazioni nella frangitura delle olive

In Toscana operano circa 400 frantoi distribuiti su tutto il territorio regionale, in particolare nella provincia di Siena sono presenti circa 54 frantoi attivi (Dati ISMEA servizi fonte Agea relativi alla campagna 2013/2014). I quattro frantoi più grandi producono da soli il 12% dell'olio franto in Toscana. All'opposto vi sono oltre 100 frantoi con un quantitativo di olio prodotto inferiore ai 10 quintali, in larga parte frantoi aziendali, i quali complessivamente moliscono meno dell'1% del totale regionale. Il processo di ristrutturazione e ammodernamento del comparto della molitura negli ultimi 30 anni è stato molto significativo e con importanti risultati non solo dal punto di vista della capacità di lavorazione ma anche del controllo della qualità di processo e di prodotto. La frammentazione e dispersione degli impianti di frangitura che tuttora persiste risponde in parte alla frammentazione della produzione, in quanto consente la disponibilità di strutture di prossimità di lavorazione delle olive che facilitano la tempestività di lavorazione e consentono allo stesso tempo un contenimento dei costi logistici per le aziende olivicole.

2.4.1. Valutazione economica delle innovazioni nella frangitura delle olive

La maggiore parte dei frantoi presenti in Toscana utilizza il metodo di estrazione in continuo per centrifugazione (con sistema a due o a tre fasi), mentre solo una piccola parte prevalentemente rappresentata da frantoi di piccole dimensioni aziendali utilizzano ancora il metodo di estrazione tradizionale meccanico per pressione (processo discontinuo). Il metodo di centrifugazione continua con sistema a tre fasi ha degli svantaggi connessi al maggiore consumo di acqua (circa 30-40 l/quintale di olive) e di energia (dovuto alla necessità di aggiungere acqua calda per diluire la pasta di olive). Questo processo usa un decanter a tre fasi che comporta la produzione di uno scarto solido (la sansa di olive secca) in quantità modeste (circa 50 kg/quintale di olive), l'olio di oliva e le acque di vegetazione (circa 70-75 l/quintale di olive). Il metodo di centrifugazione continua con sistema a due fasi separa l'olio dalla pasta di olive senza l'aggiunta di acqua (o in quantità modestissime e per necessità accessorie) e questo consente di evitare o comunque ridurre drasticamente il problema delle acque di vegetazione; infatti, il metodo genera olio di oliva ed un residuo semisolido chiamato sansa umida (che include acque di vegetazione) in quantità elevate (circa 90 kg/quintale di olive) e nocciolino. Il nocciolino può, a sua volta, essere facilmente separato dalla sansa umida tramite una semplice macchina centrifuga, che restituisce nocciolino secco e la polpa. Il vantaggio consiste nella trasformazione dei rifiuti oleari in preziose risorse e nella possibilità di risparmiare acqua ed energia.

La composizione degli input e output del processo di frangitura ed estrazione olearia del sistema a 2 fasi e a 3 fasi può essere osservata nel figura 15.

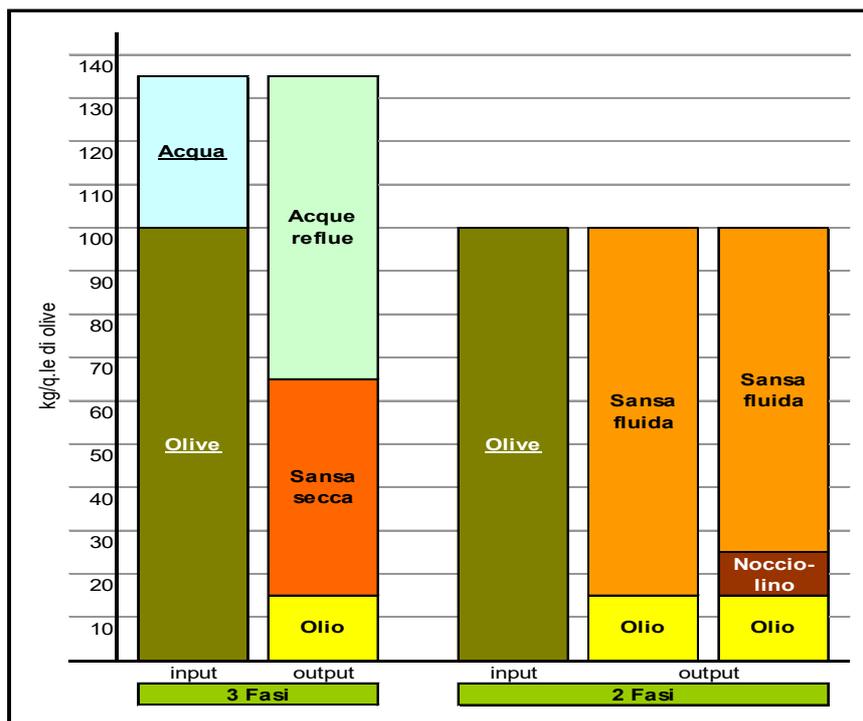


Figura 15. Composizione input e output del processo di frangitura ed estrazione olearia del sistema a 2 e a 3 fasi.

Il confronto di alcuni aspetti dei due sistemi a tre e a due fasi può essere riassunto nella successiva tabella 21.

Tabella 21. Confronto tra i sistemi a due fasi e tre fasi

Confronto di alcuni aspetti dei due sistemi a 3 e 2 Fasi				
Oggetto	Aspetti	3 Fasi	2 Fasi	
Acqua di lavorazione	quantità	elevate (circa 30-40 lt/q.le di olive)	modestissime (solo necessità accessorie)	
	approvvigionamento	può essere una voce di costo notevole	-	
Acqua reflua	quantità	elevate (circa 70-75 lt/q.le di olive)	quantità modeste	
	movimentazione	buona	-	
	stoccaggio	grandi volumi, dipendono dalla rapidità di smaltimento	-	
	smaltimento	agronomico: - difficilmente tempestiva nel periodo di frangitura; - quantità di terreni disponibili a distanza ragionevole digestori: costosa, soprattutto se lontani	-	
Confronto di alcuni aspetti dei due sistemi a 3 e 2 Fasi				
Oggetto	Aspetti	3 Fasi	2 Fasi	
Separazione nocciolino	quantità	-	circa 10 kg/q.le di olive	
	sansa	-	meno apprezzata da sansifici più apprezzata dai bio-digestori modesta riduzione del volume	
	stoccaggio nocciolino	-	facile e ridotto	
	destinazione nocciolino	-	impianti cogenerazione sostituto del pellet: - sfuso (rivenditori); - insacchettato (consumatori) reimpiego energetico nel frantoio	
Confronto di alcuni aspetti dei due sistemi a 3 e 2 Fasi				
Oggetto	Aspetti	3 Fasi	2 Fasi	
Sansa	tipo	secca	fluida (umidità oltre 80 %)	
	quantità	modeste (circa 50 kg/q.le di olive)	elevate (circa 90 kg/q.le di olive)	
	movimentazione	facile (impalpabile)	difficile (pompe specifiche)	
	stoccaggio	volumi modesti	grandi volumi, dipendono dalla rapidità di smaltimento	
	smaltimento		sansifici (costo, pareggio o ricavo?) agronomico: - non conveniente rispetto al sansificio; - qualità fertilizzante migliorabile	sansifici: non accettata agronomico: - difficilmente tempestiva nel periodo di frangitura; - quantità /ha modeste per problemi asfissia; - quantità (maggiore) di terreni disponibili a distanza ragionevole
			impianti cogenerazione (costo, pareggio o ricavo?)	non richiesta
			compostaggio	non richiesta
		bio-digestori: richiesta modesta, dipende dalla distanza	bio-digestori: richiesta apprezzabile, dipende dalla distanza	

2.4.2. Metodologia di rilevazione ed elaborazione dei dati tecnico-economici

La rilevazione dei dati tecnico-economici è stata fatta con un'indagine diretta presso due oleifici sociali toscani aderenti al progetto con l'obiettivo di analizzare le innovazioni di processo della frangitura delle olive, in particolare il confronto ha riguardato i costi e ricavi nel passaggio da un sistema di frangitura a tre fasi a uno a due fasi con denocciolatura della sansa.

Le schede di rilevazione hanno consentito di definire le dimensioni dell'impianto in termini di capacità di lavoro (espresso in quintali di olive e olio annualmente lavorato) e di resa media in olio ottenuta.

Particolare attenzione è stata fatta nella rilevazione e descrizione nei due sistemi in termini di:

- 1) Capitale investito (fondiario ed esercizio);
- 2) Costi di esercizio (manodopera, energia, materie prime);
- 3) Ricavi della frangitura (quintali di olio e tariffa applicata per la molitura delle olive), sansa e nocciolino prodotti per i rispettivi prezzi di vendita.

Il passaggio da un sistema all'altro ha comportato investimenti, specifici e comuni, per la trasformazione degli impianti; gli investimenti sono stati rilevati con un'apposita scheda e hanno riguardato immobili e attrezzature.

Prima di riferire sui costi di produzione è opportuno sintetizzare i criteri utilizzati nell'elaborazione dei dati tecnici ed economici:

- L'impiego delle ore effettuate dalla mano d'opera è stato rilevato in base alle ore imputabili alle singole operazioni;
- Il costo orario della mano d'opera è stato calcolato sulla base del costo aziendale pieno (comprensivo di ferie, festività, ecc.);
- La reintegrazione è stata calcolata in base alla durata del capitale investito;
- Gli interessi calcolati in base al costo opportunità.

Sono stati quindi individuati per ogni frantoio e ogni sistema di estrazione:

- Costi di trasformazione per quintale di olive e per chilo d'olio;
- Ricavi per chilo d'olio.

I risultati ottenuti sono discussi nel paragrafo successivo.

2.4.3 Analisi dei risultati

Le caratteristiche strutturali dei due frantoi sono sintetizzate nella tabella dalla quale è possibile vedere le capacità produttive dei due frantoi in termini di olive lavorate e di investimenti necessari ad effettuare l'adeguamento degli impianti e delle strutture al nuovo sistema di trasformazione. Si tratta di frantoi con capacità produttive diverse e che hanno dovuto sopportare un costo di ristrutturazione differente in base alle caratteristiche degli impianti posseduti prima della trasformazione. Nella tabella 22 vengono indicati le tipologie di sottoprodotti ottenuti dai due metodi di lavorazione e la loro utilizzazione.

Tabella 22. Caratteristiche dei frantoi rilevati

		Frantoio 1		Frantoio 2	
		3 Fasi	2 Fasi	3 Fasi	2 Fasi
Capacità di lavoro	q.li/ora di olive			45	60
Olive lavorate	q.li	30.000	30.000	12.000	17.600
Resa media Olive/Olio		12,50%		16,4%	
Investimenti per la trasformazione	€	-	65.000	-	99.000
di cui: adeguamento linea	€	-	trascurabile	-	5.000
stoccaggio, movimentazione sansa fluida e separazione nocciolino	€	-	40.000	-	82.000
insaccatura e pesa nocciolino	€	-	10.000	-	12.000
caldaia a cogenerazione	€	-	15.000	-	
Destinazione reflui e sottoprodotti					
- acque reflue		smalt. agr. + digestori	-	smalt. agronomico	-
- sanse		sansificio	biodigestore vendita e reimpiego	sansificio	biodigestore
- nocciolino		-		-	vendita

Nelle tabelle n. 23 e 24 vengono confrontati costi e ricavi dei due metodi di trasformazione in ciascun frantoio. Nel primo frantoio, che lavora 30.000 quintali di olive in un anno, si registra un aumento di ricavo nel metodo a due fasi rispetto quello a tre fasi di circa 8,5% ed diminuzione dei costi è di circa il 36,2%; l'aumento dei ricavi è dovuto alla produzione e vendita di nocciolino mentre la diminuzione dei costi è dovuta sia ad un uso più contenuto di acqua e energia che all'assenza di spese per lo smaltimento delle acque reflue.

Il secondo frantoio lavora annualmente 18.000 quintali di olive, anche in questo caso si registra sia un aumento di ricavo che una diminuzione dei costi di diversa entità rispetto al primo frantoio. Infatti, l'umento di ricavo è di circa il 3% mentre le diminuzione dei costi è di circa il 28,2%; l'aumento dei ricavi è dovuto alla produzione e vendita di nocciolino mentre la diminuzione dei costi è dovuta sia ad un uso più contenuto di acqua e energia che all'assenza di spese per lo smaltimento delle acque reflue.

Nei casi analizzati la diminuzione di costo per quintale di olive è compresa tra 2,60 e 2,00 euro mentre la diminuzione di costo per chilo di olio è compresa tra 0,21 e 0,12 centesimi. Nel complesso l'innovazione introdotta determina una diminuzione dei costi per quintale di olive molite e per chilo di olio prodotto in funzione sia delle dimensioni dell'impianto che dell'investimento necessario alla trasformazione.

Tabella 23.

Frantoio 1			
Confronto frangitura a 3 e 2 Fasi nei frantoi rilevati			
Ricavi e costi	Composizione %		Differenza % tra 2 e 3 Fasi
	3 Fasi	2 Fasi	
<u>Ricavi</u>			
Molitura	99,0%	91,2%	0,0%
Olio lampante	0,4%	0,4%	0,0%
Sansa	0,5%	0,5%	0,0%
Nocciolino	0,0%	7,9%	-
Totale ricavi	100,0%	100,0%	8,5%
<u>Costi</u>			
Utenze (acqua, gas, energia)	8,4%	5,4%	-59,5%
Materiali e manutenzioni	4,8%	7,5%	0,0%
Gestione foglie	1,2%	1,9%	0,0%
Spese varie	2,9%	4,6%	0,0%
Movimentazione prodotti	0,0%	2,0%	-
Manodopera	50,2%	78,6%	0,0%
Smaltimento acque reflue	32,5%	0,0%	-100,0%
Totale costi monetari	100,0%	100,0%	-36,2%
su Totale costi	73,6%	62,5%	
Quote ammortamento	26,4%	37,5%	6,6%
Totale costi (esclusi interessi)	100,0%	100,0%	-24,9%
<u>Minori costi</u>			
per q.le di olive molite	€/q.le	2,60	
per kg di olio ottenuto	€/kg	0,21	

Tabella 24.

Frantoio 2			
Confronto frangitura a 3 e 2 Fasi nei frantoi rilevati			
Ricavi e costi	Composizione %		Differenza % tra 2 e 3 Fasi
	3 Fasi	2 Fasi	
<u>Ricavi</u>			
Molitura	100,0%	97,2%	0,0%
Olio lampante	0,0%	0,0%	0,0%
Sansa	0,0%	0,0%	0,0%
Nocciolino	0,0%	2,8%	-
Totale ricavi	100,0%	100,0%	2,9%
<u>Costi</u>			
Utenze (acqua, gas, energia)	36,6%	51,8%	-18,2%
Spese varie	12,7%	15,0%	-31,8%
Manodopera	28,2%	33,2%	-31,8%
Smaltimento acque reflue	22,5%	0,0%	-100,0%
Totale costi monetari	100,0%	100,0%	-42,2%
su Totale costi	42,2%	34,0%	
Quote ammortamento	57,8%	66,0%	-17,9%
Totale costi (esclusi interessi)	100,0%	100,0%	-28,2%
<u>Minori costi</u>			
per q.le di olive molite	€/q.le	1,98	
per kg di olio ottenuto	€/kg	0,12	

3. Terza fase

La terza fase è articolata in due azioni fondamentali, realizzate da due partner effettivi coinvolti che hanno lavorato integrandosi reciprocamente. Le azioni hanno riguardato:

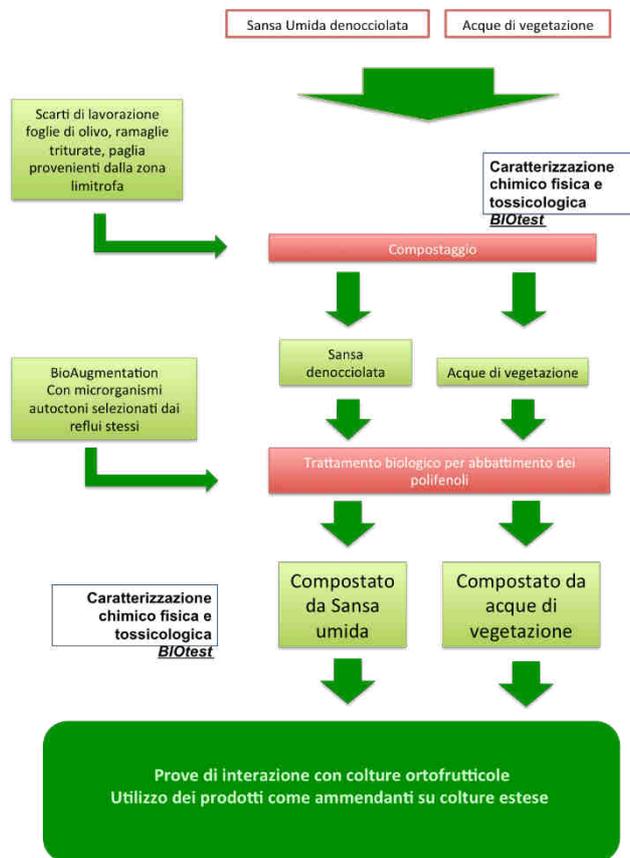
- Controllo processo: caratterizzazione chimico fisica e tossicologica reflui, isolamento microrganismi
- Trattamento biologico per riduzione contenuti polifenolici con tecniche di bioaugmentation: sviluppo di un nuovo processo e nuovi prodotti. Controllo di processo ed efficacia del processo di abbattimento dei polifenoli.

La gestione dei reflui oleari è una problematica importante nei paesi del bacino del Mar Mediterraneo dove più di 2,4 milioni di tonnellate di olive sono prodotte ogni anno (95% della produzione mondiale); il 90% delle quali sono impiegate nella produzione di olio di oliva (Paraskeva et al., 2007) con una produzione più di 30 milioni di m³ di residui oleari, sia allo stato liquido (acque di vegetazione) che solido (sanse).

Con la diffusione dei processi di estrazione a due fasi, inoltre, si è aggiunta una terza tipologia di residuo, quella delle sanse umide, che a sua volta apre la questione del loro difficile smaltimento. Le sanse umide, infatti, sono poco accettate dai sansifici per il loro scarso contenuto in olio ed elevata percentuale di umidità (Albuquerque et al. 2006). Tali reflui, se pur ricchi di elementi nutritivi e privi di agenti patogeni, presentano un alto carico inquinante sia per la presenza di composti fenolici, caratterizzati da una spiccata azione antimicrobica, fitotossica e con limitata biodegradabilità, sia per

l'elevata concentrazione di sostanza organica "fresca", non umificata, di scarsa efficacia o addirittura svantaggiosa per la fertilità del suolo e per la produzione agraria. I reflui della lavorazione olearia, se rilasciati nell'ambiente senza l'adozione di pratiche adeguate, possono provocare effetti dannosi agli ecosistemi e alle stesse colture (D'Annibale et al 1998). In Italia dal punto di vista legislativo la gestione dei reflui dei frantoi è stata regolata dalla legge 112 del D.lgs. 152/2006 per cui: *"le sanse umide e le acque di vegetazione, residue dalla lavorazione meccanica delle olive, che non hanno ricevuto nessun trattamento né ricevuto alcun additivo possono essere oggetto di utilizzazione agronomica attraverso lo spargimento controllato su terreni adibiti ad usi agricoli"* con un limite di 80m³/Ha.

L'obiettivo dei soggetti attuatori A7 e A2 è stato quello di attuare un processo di trattamento/trasformazione dei reflui al fine di migliorarne le caratteristiche chimico fisiche per renderli adatti al loro uso come ammendanti in agricoltura. Durante la terza fase si è proceduto



al compostaggio ed alla riduzione del contenuto in polifenoli con sistemi biologici (BIOaugmentation/biorisanamento), durante la fase successiva i prodotti sono stati testati come ammendanti in coltivazioni in vaso e direttamente in campo in olivete. Tutta la procedura è stata controllata sia dal punto di vista chimico che tossicologico con l'utilizzo di metodologie sensibili ed innovative impiegate per valutare l'efficacia del processo di trattamento e la sicurezza dei prodotti finali.

3.1. Controllo processo: caratterizzazione chimico fisica e tossicologica reflui

Questo step ha previsto la valutazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle sanse umide e delle acque di vegetazione prodotti rispettivamente dal Frantoio Olivicoltori delle Colline del Cetona e dal Frantoio Cooperativo Valdelsano, ambedue partecipanti alla misura. Sono stati anche valutati i potenziali effetti tossicologici tramite l'utilizzo di BIOTest in organismi del suolo e di acqua dolce.

Esemplari di lombrichi appartenenti alla specie *Eisenia fetida* e acquatici appartenenti alla specie *Gambusia affinis* sono stati esposti in condizioni controllate a concentrazioni crescenti di sanse e acque di vegetazione (12,5%, 25%, 50% per i suoli e 0,1%, 1%, 10% per le acque), le concentrazioni rispettivamente del 12,5% e dell'1% corrispondono approssimativamente al limite di legge che regola la fertirrigazione. Le specie utilizzate avevano già mostrato in altri progetti una notevole sensibilità di risposta ai BIOTest. Sui lombrichi e sulle gambusie sono stati quindi eseguiti una serie di test biochimici e cellulari per la valutazione di alcuni effetti potenzialmente legati ai sottoprodotti oleari. L'eventuale presenza di stress ossidativo è stato misurato tramite il test della perossidazione lipidica (LPO) che valuta l'azione dei radicali liberi sulle membrane cellulari. La valutazione dei possibili effetti sul sistema nervoso, ad esempio legati a insetticidi organofosforici e carbammati è stata condotta tramite il test dell'inibizione dell'acetilcolinesterasi (AChE). Sono stati inoltre applicati test per valutare eventuali effetti di frammentazione del DNA, test per valutare l'esposizione a composti organici persistenti, test per valutare gli eventuali effetti di metalli pesanti e test per valutare il livello generale di stress dell'organismo.

In questa fase sono state analizzate le risposte dei BIOTest su sanse umide e acque di vegetazione senza nessun trattamento in modo da poter confrontare queste informazioni con quelle ottenute successivamente nel controllo dei sottoprodotti al termine dei processi di compostaggio e biodepurazione.

Le caratteristiche chimico fisiche delle sanse e delle acque di vegetazione prima del trattamento sono riportate in tabella 25.

Tabella 25. Caratteristiche chimico fisiche delle sanse umide e delle acque di vegetazione

	pH	salinità (mS)	polifenoli (mg/kg)
sansa umida	4	2,7	388,67
Acque di vegetazione	3	12,75	415,13

I parametri chimico fisici misurati nella sansa umida e nelle acque di vegetazione presentavano valori di pH acido con un elevato tasso di salinità e contenuto in polifenoli totali. Queste caratteristiche rendono questi sottoprodotti potenzialmente tossici per il suolo e la vegetazione presente.

I risultati dei BIOTest, su sansa umida, hanno mostrato la presenza di effetti tossicologici sugli organismi del suolo trattati con le concentrazioni del 12,5% (non sempre significativi) e 25% (significativi) e la morte di tutti gli organismi esposti alla dose più elevata di trattamento (50%).

Nel dettaglio, sono stati riscontrati valori di stress ossidativo, valutato attraverso il test

biochimico della perossidazione lipidica (LPO, figura 17), significativamente più elevati nel 25% sia rispetto al controllo con solo suolo che rispetto a gruppi di controllo positivo esposti a dimetolo e cadmio (composti con comprovata azione tossica utilizzati al fine di controllare la correttezza della metodica impiegata). L'aumento significativo dei livelli di perossidazione lipidica negli organismi esposti al 25% potrebbe essere attribuibile all'elevato contenuto in polifenoli del refluo oleario che, legando ioni metallici, causa la loro autossidazione generando specie reattive dell'ossigeno con un aumento dello stress ossidativo.

La valutazione degli effetti neurotossici, valutato attraverso il test dell'inibizione dell'acetilcolinesterasi (AChE, figura 18), ha mostrato un'inibizione delle attività nei bioindicatori esposti alle concentrazioni del 12,5% pari a circa il 10% mentre alla concentrazione del 25% ha mostrato un'inibizione statisticamente significativa, pari a circa il 27% rispetto al controllo. Il fenomeno d'inibizione riscontrato nel gruppo di trattamento al 25% potrebbe essere imputabile ancora alla presenza di polifenoli, metalli e ammoniaca nelle sanse analizzate. Una ulteriore ipotesi potrebbe attribuire gli effetti alla presenza di pesticidi nelle sanse, provenienti dalle acque di lavaggio delle olive, anche se tali composti dovrebbero di norma essere assenti. Attraverso il test del Comet assay (Figura 19) è stato possibile valutare un aumento significativo nella frammentazione del DNA in entrambi i gruppi di trattamento al 12% e al 25% questi valori riscontrati potrebbero essere dovuti all'effetto dei polifenoli presenti nei reflui. Come evidenziato dal lavoro di Danellakis et al. 2011, un elevato contenuto in polifenoli potrebbe causare un aumento nei livelli di perossidazione lipidica attraverso la produzione di specie reattive dell'ossigeno, infatti i prodotti secondari della perossidazione lipidica possono causare danni a vari componenti cellulari tra cui il DNA, causando danni genotossici.

L'esposizione di organismi acquatici (*Gambusia affinis*) a concentrazioni crescenti di sanse umida (0,1%, 1% e 10%) ha evidenziato come la concentrazione più elevata abbia causato la morte di tutti gli organismi. Per quanto riguarda i livelli di perossidazione lipidica (figura 20) i valori più elevati (statisticamente significativi) sono stati riscontrati alla concentrazione dello 0,1%, concentrazione in cui si ipotizza una maggior biodisponibilità dei polifenoli in acqua. Per quanto riguarda gli effetti neurotossici non è stata rilevata nessuna significativa alterazione dell'enzima Acetilcolinesterasi (Figura 21). Infine la valutazione della frammentazione del DNA tramite il Comet assay (Figura 22) ha evidenziato lo stesso trend (significative alterazioni nel gruppo trattato con 0,1%) ottenuto per la perossidazione a conferma degli effetti sul DNA dello stress ossidativo causato dalla presenza di polifenoli biodisponibili.

I risultati dei Biotest, valutati in *Eisenia fetida*, sulle acque di vegetazione hanno mostrato la presenza di effetti tossicologici di minor entità rispetto alle sanse a tutte le concentrazioni di esposizione (12,5%, 25%, 50%). I livelli di LPO (figura 23), indice di stress ossidativo, hanno mostrato un aumento dei valori all'aumentare della concentrazione delle acque di vegetazione anche se con valori simili fra il 25% e il 50%. L'effetto di stress ossidativo riscontrato nell'esposizione alle acque di vegetazione è attribuibile all'elevato contenuto in polifenoli del refluo oleario che, in concentrazioni elevate causa un aumento delle specie reattive dell'ossigeno prodotte. La valutazione degli effetti neurotossici ha evidenziato, tramite il test dell'Acetilcolinesterasi (Figura 24), una minima inibizione, attribuibile ai normali effetti fisiologici dell'animale, alla concentrazione del 50%, mentre le altre concentrazioni mostravano attività simili al controllo.

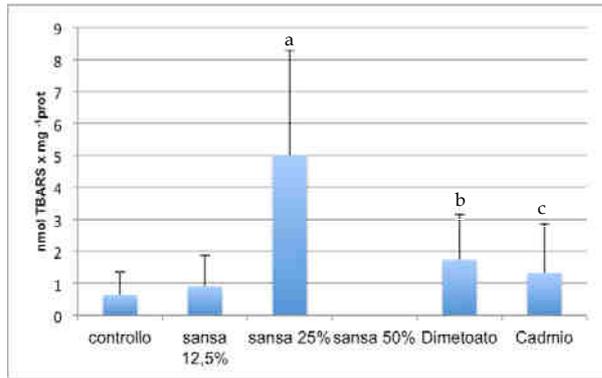


Figura 17. LPO misurato in *Eisenia fetida* (Media, deviazione standard); ^a indica le differenze statisticamente significative rispetto al controllo. ^{b,c}, indicano le differenze statisticamente significative rispetto al controllo positivo.

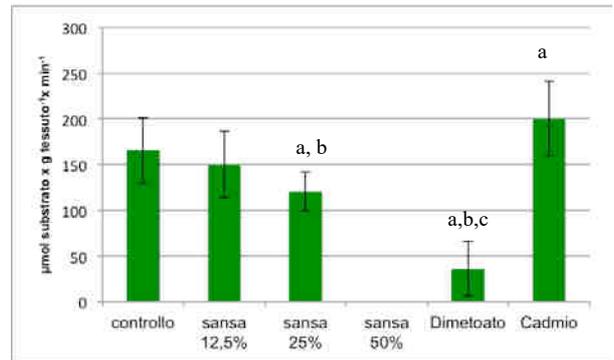


Figura 18. Attività AChE, misurata in *Eisenia fetida* (Media, Deviazione standard); ^a, indica differenze statisticamente significative rispetto al controllo. ^b indica differenza statisticamente significativa rispetto al controllo positivo dimetoato. ^c indica differenze statisticamente significative fra dimetoato e cadmio.

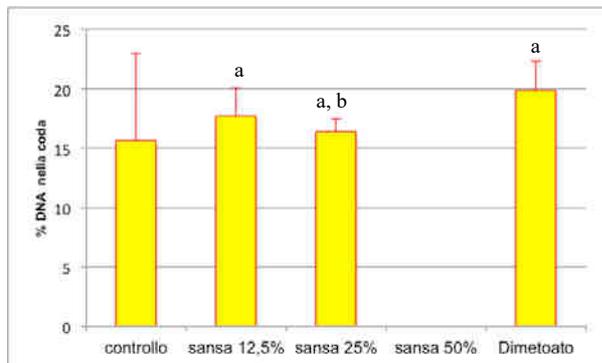


Figura 19. Comet assay in *Eisenia fetida* (media e deviazione standard) ^a indica le differenze statisticamente significative rispetto al controllo. ^b, indica le differenze statisticamente significative fra la sansa al 25% e il dimetoato.

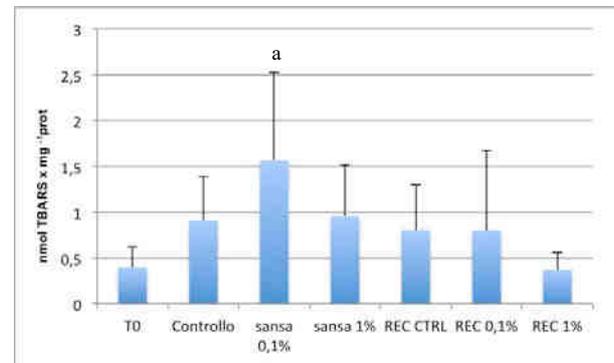


Figura 20. LPO misurato in *Gambusia affinis* (Media, deviazione standard); ^a indica le differenze statisticamente significative rispetto al controllo.

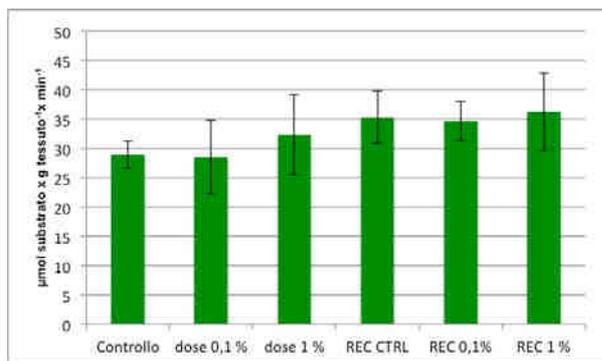


Figura 21. Attività AChE, misurata in *Gambusia affinis* (Media, Deviazione standard);

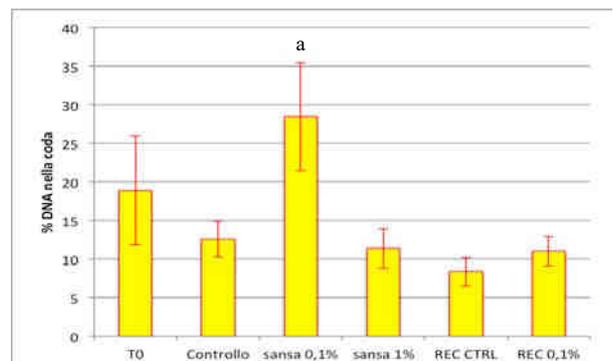


Figura 22. Comet assay in *Gambusia affinis* (media e deviazione standard) ^a indica le differenze statisticamente significative rispetto al controllo.

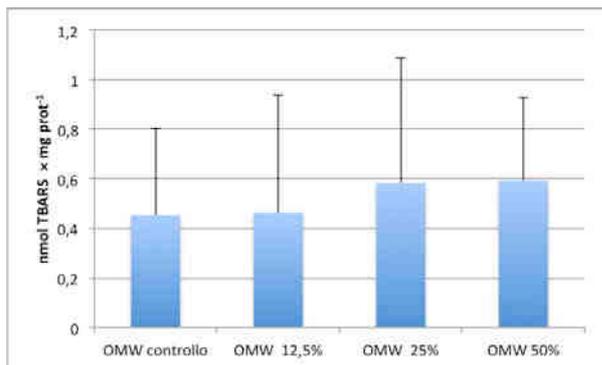


Figura 23. LPO misurato in *Eisenia fetida* (Media, deviazione standard);

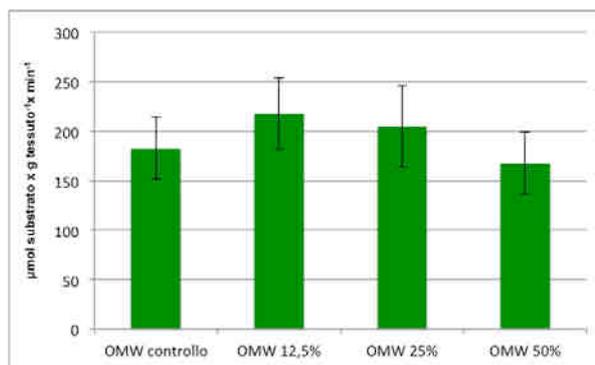


Figura 24. Attività AChE, misurata in *Eisenia fetida* (Media, Deviazione standard);

Il test del comet assay (figura 25) ha evidenziato un aumento significativo della frammentazione del DNA all'aumentare della concentrazione del refluo. Come riportato per i risultati dei trattamenti con le sanse, l'aumento della frammentazione del DNA può essere attribuibile alla presenza dei polifenoli che causando stress ossidativo, e quindi un aumento delle specie reattive dell'ossigeno, vanno ad interagire con il DNA frammentandolo.

I dati ottenuti in questa azione sia tramite le analisi chimico fisiche che tramite i BIOTest hanno evidenziato come i principali aspetti di criticità dei reflui presi in considerazione siano legati alla presenza di elevati livelli di polifenoli ed al basso pH. Queste sono le problematiche spesso evidenziate nei reflui oleari anche in letteratura. La nostra attenzione si è spostata quindi sulla riduzione del contenuto in polifenoli ed abbassamento dell'acidità da perseguire nello step successivo tramite le tecniche di compostaggio e bioremediation – bioaugmentation.

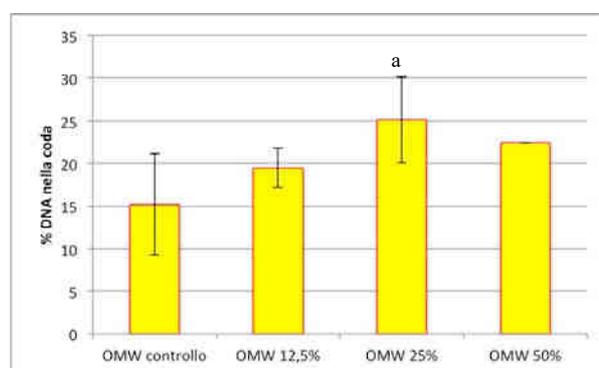


Figura 25. Comet assay in *Eisenia fetida* (media e deviazione standard). ^a indica le differenze statisticamente significative rispetto al controllo.

3.2. Trattamento biologico per la riduzione dei contenuti polifenolici nei reflui e controllo di efficacia del processo

Il carico di polifenoli presente nei reflui oleari, che ne costituisce una delle principali criticità e fonte di tossicità per gli organismi, è stato ridotto, nelle acque di vegetazione e nelle sanse, attraverso l'utilizzo di funghi, polifenoli-degradanti. Questi microrganismi sono stati isolati rispettivamente dalle acque di vegetazione prelevate presso il frantoio cooperativo Valdelsano e dalle sanse umide prelevate presso il Frantoio Olivicoltori delle Colline del Cetona. Le colture di arricchimento per effettuare gli isolamenti sono state allestite utilizzando terreno di coltura minerale in presenza di acido tannico, una molecola modello per lo studio della degradazione dei polifenoli, come unica fonte di carbonio e di energia. Dalle colture che hanno mostrato torbidità sono poi stati effettuati gli isolamenti dei microrganismi di interesse su terreno di coltura solidificato con agar. I ceppi microbici che hanno mostrato i migliori risultati in termini di degradazione dei polifenoli sono stati selezionati ed accresciuti in quantità ottimale per essere inoculati nella sansa e nelle acque di vegetazione compostate.

In concomitanza con il processo di isolamento dei ceppi fungini, presso i frantoi coinvolti nelle attività del progetto, sono stati allestiti due cassoni tipo EuroBox (80 x 120 h.85) con i reflui oleari a cui sono stati aggiunti paglia e foglie (Fig. 26). Il cassone con la sansa umida compostata è stato allestito presso il frantoio di Cetona, mentre quello con le acque di vegetazione compostate è stato allestito presso il frantoio della Valdelsa. La procedura di compostaggio ha previsto la preparazione dei cassoni alla fine del mese di Novembre 2013 e la prima aggiunta di funghi per il processo di bioaugmentation a Dicembre 2013, i cassoni sono stati posti in luogo riparato dagli agenti atmosferici e periodicamente un operatore ha rimescolato il composto. Ad intervalli di 25 giorni è stata effettuata nuova aggiunta di microorganismi per la bioaugmentation. Il processo ha avuto termine a Marzo 2014. Queste attività sono state svolte con la collaborazione costante degli operatori del soggetto attuatore A2.



Figura 26. Compostaggio reflui oleari

Al termine del processo di bioaugmentation per la riduzione dei polifenoli entrambi i reflui compostati e trattati sono stati analizzati sia dal punto di vista sia chimico fisico che attraverso i BIOTest per valutare l'assenza di effetti tossicologici sugli organismi del suolo. I risultati ottenuti sono stati confrontati con quelli precedentemente ottenuti sui reflui non trattati nello step precedente per dimostrare l'efficacia del trattamento di bioaugmentation e la riduzione della tossicità.

I principali parametri chimico-fisici sono riportati in tabella 26 assieme alle concentrazioni dei metalli pesanti e ai nutrienti.

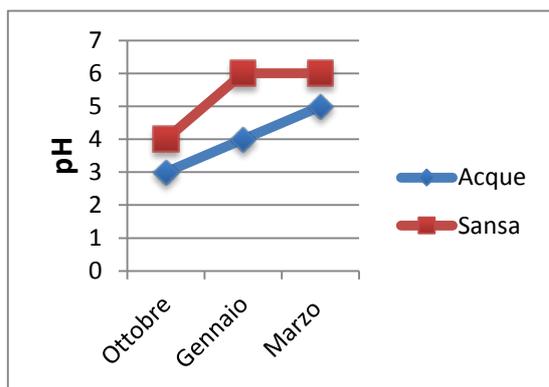


Figura 27. Aumento del pH misurato ad inizio del trattamento di compostaggio (Ottobre), dopo un mese di bioaugmentation (Gennaio) e alla fine del processo (Marzo).

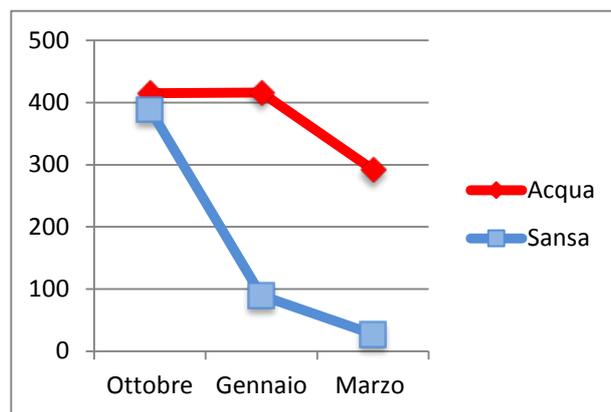


Figura 28. Riduzione del carico di polifenoli misurati ad inizio del trattamento di compostaggio (Ottobre), dopo un mese di bioaugmentation (Gennaio) e alla fine del processo (Marzo).

Tabella 26. Concentrazioni dei principali nutrienti e metalli pesanti valutati dopo il processo di compostaggio confrontati con i limiti di legge riportati nell'allegato 1C legge 748/84.

			Bioaugmentation Sansa Cetona	Bioaugmentation Acqua Vegetazione Valdelsa	Limite di legge 1C legge 748/84
Salinità		mS	2,5	3.1	
nutrienti	Azoto Totale	% s.s.	1,8	2,3	>1
	Fosforo Totale	mg/kg s.s.	1341	2667	>5000
	Potassio	mg/kg s.s.	13524	28788	>4000
metalli	Piombo	mg/kg s.s.	<0,5	<0,5	< 140
	Cadmio	mg/kg s.s.	<0,1	<0,1	<1,5
	Nichel	mg/kg s.s.	0,8	1,4	<300
	Zinco	mg/kg s.s.	21,6	40,6	<500
	Rame	mg/kg s.s.	15,3	18,7	<500
	Mercurio	mg/kg s.s.	<0,1	<0,1	<1,5
	Cromo	mg/kg s.s.	0,8	1,9	750
Cromo esavalente	mg/kg s.s.	<0,1	<0,1	<0,5	

Il processo di compostaggio con paglia, ha permesso un aumento dei valori di pH da acido a neutro (figura 27) ed una riduzione del tasso di salinità (Tabella 26). Il processo di bioaugmentation ha portato ad una riduzione della concentrazione in polifenoli di circa il 94% come mostrato in figura 28. Le concentrazioni di metalli riscontrate sia nelle sanse sia nelle acque di vegetazione compostate risultano essere molto inferiori ai limiti di legge (All 1C 748/84), i livelli di ftalati e di composti organoclorurati si sono rivelati al di sotto dei limiti di rilevabilità. Il miglioramento dei parametri chimico fisici fondamentali ha permesso di procedere con l'applicazione dei BIOTest per verificare ulteriormente, con l'abbattimento dei polifenoli, principali responsabili della tossicità di questi reflui, la diminuzione degli effetti tossicologici sugli organismi bioindicatori.

La valutazione dei BIOTest negli organismi del suolo e acquatici esposti a concentrazioni crescenti di sansa compostata e di acque di vegetazione compostate, ha evidenziato una diminuzione degli effetti tossicologici rispetto ai reflui testati prima del compostaggio e trattamento.

Nel dettaglio, i BIOTest su esemplari di *Eisenia fetida* esposti a concentrazioni crescenti di sansa compostata, mostrano livelli di perossidazione lipidica (figura 29), leggermente più elevati rispetto al controllo ma non statisticamente significativi. Il test dell'acetilcolinesterasi (figura 30) non ha mostrato inibizione dell'attività colinesterasica a dimostrazione dell'assenza di effetti neurotossici causati dalle sanse.

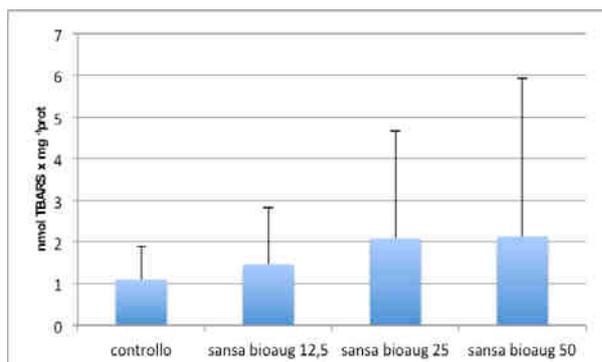


Figura 29. LPO misurato in *Eisenia fetida* (Media, deviazione standard);

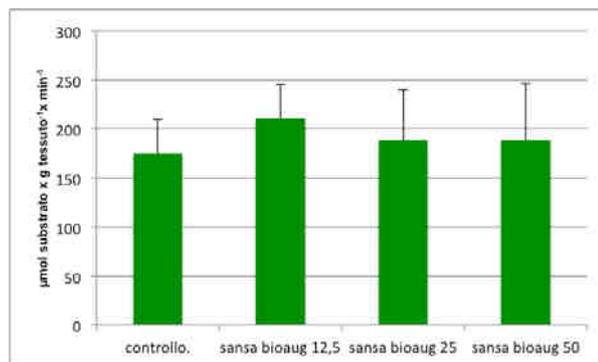


Figura 30. Attività AChE, misurata in *Eisenia fetida* (Media, Deviazione standard);

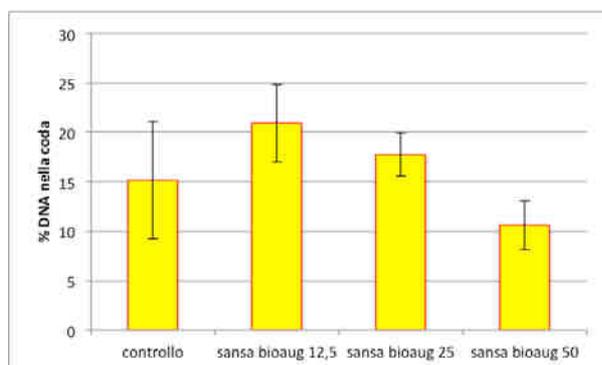


Figura 31. Comet assay in *Eisenia fetida* (media e deviazione standard).

Inoltre a conferma della riduzione della tossicità ottenuta dal compostaggio e dal processo di bioaugmentation di questi reflui, non si evidenziano differenze rispetto al controllo nella frammentazione del DNA valutata tramite il comet assay (fig. 31). I BIOTest negli organismi acquatici *Gambusia affinis* hanno evidenziato una sostanziale assenza di effetti tossicologici se confrontati con i BIOTest valutati al tempo 0. Inoltre è stata ulteriormente confermata l'assenza di effetti neurotossici e genotossici.

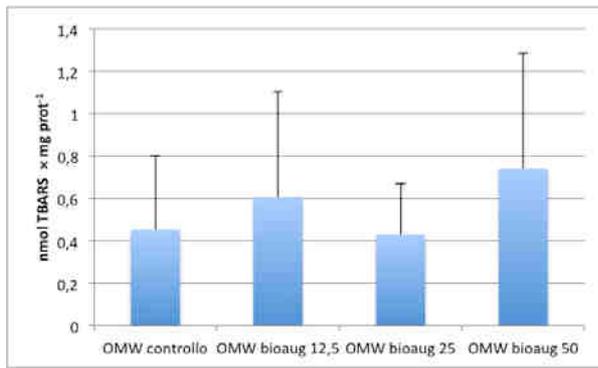


Figura 32. LPO misurato in *Eisenia fetida* (Media, deviazione standard):

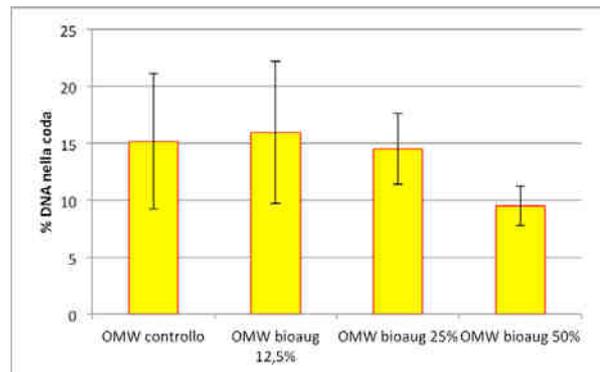


Figura 33. Comet assay in *Eisenia fetida* (media e deviazione standard).

I BIOTest su esemplari di *Eisenia fetida* esposti a concentrazioni crescenti di acque di vegetazione compostate sono risultati essere in linea con quanto riscontrato nelle sanse compostate; i livelli di perossidazione lipidica (figura 32) risultano leggermente più elevati rispetto al controllo ma non statisticamente significativi. Per quanto riguarda la misurazione dei possibili effetti neurotossici anche in questa matrice non si evidenziano inibizioni dell'attività colinesterasica. Come già descritto per le sanse compostate il comet assay non ha mostrato aumenti nelle percentuali di frammentazione del DNA fra il controllo e le concentrazioni crescenti della sansa (figura 33).

In sintesi le attività di questa fase hanno consentito di produrre due tipi di reflui compostati con buone caratteristiche chimico fisiche e tossicologiche. I processi applicati (compostaggio e biorisanamento) che hanno prodotto una notevole diminuzione del contenuto di polifenoli, un abbassamento dell'acidità e della salinità, sono di facile riproduzione ed economicamente convenienti. Il compostaggio è avvenuto utilizzando prodotti di scarto delle attività agricole ed il biorisanamento tramite l'uso di ceppi fungini autoctoni e quindi senza introduzione di organismi trapiantati o di sostanze chimiche aggiunte. Il processo è fondamentalmente realizzabile a km 0. I prodotti ottenuti sono quindi ritenuti idonei per l'utilizzo nelle prove di interazione con colture ortofrutticole e con colture estese (fase quattro).

4. Quarta fase

La finalità di questa fase è stata quella di valutare l'effetto dei reflui, dopo compostaggio e biorisanamento, sia su colture ortofrutticole che su colture estese, per valutarne la possibilità di uso come ammendante. La quarta fase ha riguardato:

- Valutazione della qualità dei reflui ottenuti dal trattamento con prove di interazione con colture ortofrutticole.
- Utilizzo nuovi prodotti su colture estese.

4.1. Valutazione della qualità dei reflui ottenuti dal trattamento con prove di interazione con colture ortofrutticole

Le attività svolte nell'ambito di questa azione sono state finalizzate alla valutazione degli effetti relativi all'utilizzo di substrati compostati ottenuto dall'applicazione del metodo di bioaugmentation a due tipologie di reflui oleari, le sanse umide e le acque di vegetazione. Per l'indagine sono state utilizzate 4 colture ortofrutticole (olivo, tabacco, basilico e pomodoro), che differiscono tra loro sia a livello fisiologico che per tipologia culturale.

In questa fase sono stati valutati i principali parametri fisiologici e strutturali (crescita e sviluppo esterno della pianta, contenuto in pigmenti, espressione di enzimi fotosintetici), sulle piante coltivate con i nuovi prodotti compostati, miscelandoli a varie concentrazioni con il substrato di coltivazione. Il lavoro è stato suddiviso in due parti: in una prima parte, i test hanno riguardato l'utilizzo di reflui "tal quali" e quindi non compostati, addizionati a varie percentuali di terriccio neutro. La seconda parte invece, ha riguardato i test effettuati su piante trattate con sansa e acque di vegetazione in seguito all'applicazione del metodo di bioaugmentation. In entrambi in casi le piante in oggetto di studio sono state coltivate nelle stesse condizioni di crescita, temperatura ed umidità.

La prima parte dell'azione ha riguardato la raccolta delle sanse, addizionate successivamente ad un substrato di crescita (terriccio naturale), in modo da ottenere diverse concentrazioni di dosaggio. Più nello specifico il terreno è stato mescolato con differenti concentrazioni di sansa umida creando terricci artificiali a concentrazioni differenti:

- 12,5% di sansa e 87,5% di terriccio naturale;
- 25% di sansa e 75% di terriccio naturale;
- 50% di sansa e 50% di terriccio naturale;
- 75% di sansa e 25% di terriccio naturale.



Figura 34. Piante di tabacco e basilico durante il trattamento con sansa e terriccio naturale

Il trattamento con le acque di vegetazione, data la natura liquida del sottoprodotto è stato effettuato mediante fertirrigazione delle piante in vaso, testando un numero progressivo di irrigazioni da 2 ad 8 per gruppo (T2, T4, T6 e T8). Ad entrambe le tipologie di trattamento effettuato con i reflui oleari tal quali sono state affiancate delle piante di controllo al fine di poter comparare i risultati degli effetti dei trattamenti stessi. Durante il periodo previsto le piante sono state fotografate per apprezzare e valutare il loro tasso di crescita, sono state campionate le radici e le foglie, determinando successivamente alcuni semplici parametri morfologici relativi alla struttura e crescita delle radici ed il profilo proteico sia delle radici che delle foglie di piante trattate e di controllo. Sia per i trattamenti con sansa che con acque di vegetazione abbiamo proceduto nell'analisi dei seguenti parametri:

- profilo proteico di estratto totale di proteine da radici e foglie da piante in oggetto di studio,
- analisi per immunoblotting di actina e proteine arabinogalattani da estratti di radici,
- analisi per immunoblotting di Rubisco su estratti di foglie,
- analisi di pigmenti fotosintetici (clorofilla *a*, *b*, beta carotene e luteina).

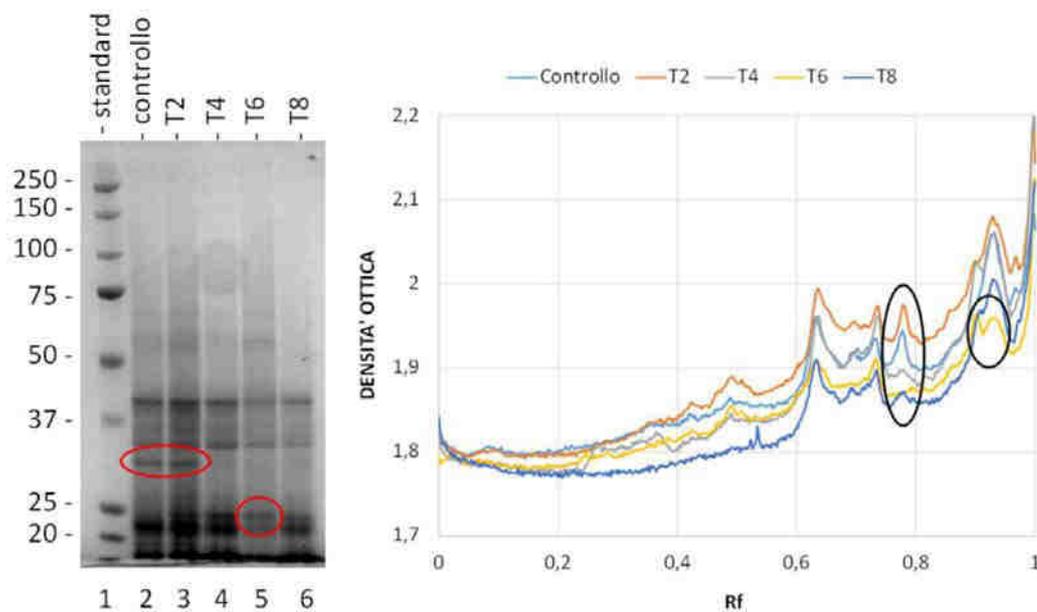


Figura 35. Elettroforesi di proteine estratte da piante di tabacco fertirrigate con acque di vegetazione. I cerchi rossi evidenziano differenze nel profilo proteico dei diversi campioni, differenze che si notano ulteriormente nei profili di densità ottica dei singoli lane.

La seconda parte del lavoro ha riguardato, l'utilizzo di un substrato compostato ottenuto dall'applicazione del metodo di bioaugmentation alle due tipologie di refluo oleario (sansa umida e Acque di vegetazione). La parte operativa è stata eseguita cercando di utilizzare le stesse tecniche e condizioni di coltivazione utilizzate per la prima fase, tuttavia in alcuni casi è stato necessario sostituire e modificare specifici aspetti, che durante le procedure della prima parte sono stati identificati come punti critici. Le modifiche apportate sono ovviamente servite al miglioramento dei dati ed alla migliore comprensione dei vari aspetti studiati. Innanzitutto le difficoltà riscontrate nelle analisi sulle radici e soprattutto nella difficoltà di interpretazione certa dei dati ci ha indirizzato sull'analisi delle foglie, sempre incentrati sui pigmenti fotosintetici e sull'espressione dell'enzima Rubisco. Un'ulteriore variazione è stata quella di sostituire le piante di basilico con quelle di pomodoro, risultate meno problematiche

dal punto di vista dell'estrazione proteica. Le acque di vegetazione trattate con la tecnica del bioaugmentation, in questo caso, non essendo più in uno stato liquido ma compostate, sono state utilizzate a concentrazioni uguali alla sansa in aggiunta a terriccio naturale (con concentrazioni di 12,5%, 25%, 50% e 75%).

Tutte le procedure sono state condotte in laboratorio seguendo protocolli precedentemente testati e pubblicati in letteratura. Per quanto riguarda il protocollo di estrazione delle proteine utilizzato in tutte le fasi del progetto, è un protocollo ottimizzato per l'estrazione delle proteine da tessuti vegetali "difficili". Il metodo si basa sulla rimozione preliminare dei contaminanti mediante lavaggi con solventi organici e nella successiva estrazione delle proteine con fenolo (Wang et al., 2006). Questo protocollo è stato utilizzato con ottimi risultati anche su diverse piante tra cui l'olivo, la vite e anche per l'estrazione delle proteine da licheni (Parrotta et al., 2010, Nicolardi et al., 2012). Per quanto riguarda le analisi sui pigmenti fotosintetici le analisi sono state eseguite mediante la tecnica della cromatografia liquida ad alte prestazioni (HPLC), abbiamo analizzato la concentrazione dei vari pigmenti fotosintetici presenti nelle foglie delle piante di studio mediante un rilevatore con specifiche lunghezze d'onda di eccitazione (440 nm); è stato quindi possibile ottenere un grafico Voltaggio/Tempo, con rappresentati i pigmenti di interesse. In seguito, il software di analisi CSW-32 (Clarity-DataAPEX) ci ha permesso di calcolare la concentrazione dei 4 pigmenti attraverso il calcolo dell'area di ogni picco. Le diverse concentrazioni dei pigmenti sono state messe poi a confronto in dei grafici a barre. Gli anticorpi utilizzati in questo studio sono stati tutti in precedenza testati su estratti di piante poi usate nei nostri test. L'anticorpo anti-Rubisco è stato utilizzato in diversi altri studi, fornendo sempre risultati positivi e molto specifici.

I risultati conseguiti in questa azione hanno fornito indicazioni sull'utilizzo dei reflui oleari come ammendanti agronomici e come substrati nella coltivazione di piante coltivate in pieno campo e in vaso, nel caso specifico su piante modello come il tabacco, pomodoro e olivo.

Le piante utilizzate, appartenenti alle specie di tabacco e basilico, coltivate in condizioni ottimali di umidità, temperatura e illuminazione e fatte crescere in presenza di concentrazioni crescenti di reflui non trattati ("tal quale") hanno evidenziato le seguenti risposte. Nella prima fase di accrescimento per entrambe le specie di piante sottoposte a trattamento sia con il terriccio a base di sansa sia per quelle irrigate con acque di vegetazione, è stato possibile notare i primi segnali di sofferenza rispetto alle piante utilizzate come controllo. Le nuove foglie che si originavano apparivano più piccole e di un colore meno intenso rispetto alle nuove foglie presenti negli individui di controllo.

Proseguendo con il trattamento, è stato possibile evidenziare, che aumentando progressivamente le concentrazioni di sansa o acque di vegetazione, tendenzialmente si induceva un minor sviluppo della pianta trattata rispetto al controllo. Abbiamo osservato che aumentando le concentrazioni dei reflui oleari le piante crescevano in maniera discontinua e irregolare, tendendo a far virare la maggior parte dell'apparato fogliare verso il colore giallo o verde tenue, anche la crescita dell'apparato radicale faticava a preservare un fascio omogeneo. A concentrazioni elevate (oltre il 50%), il trattamento con la sansa umida è risultato eccessivo, non consentendo la crescita delle due specie di piante testate.

I dati relativi sia agli studi di immunoblotting che alle diverse concentrazioni dei pigmenti fotosintetici mostrano un sostanziale effetto negativo di entrambi i reflui oleari non trattati sul sistema fotosintetico.

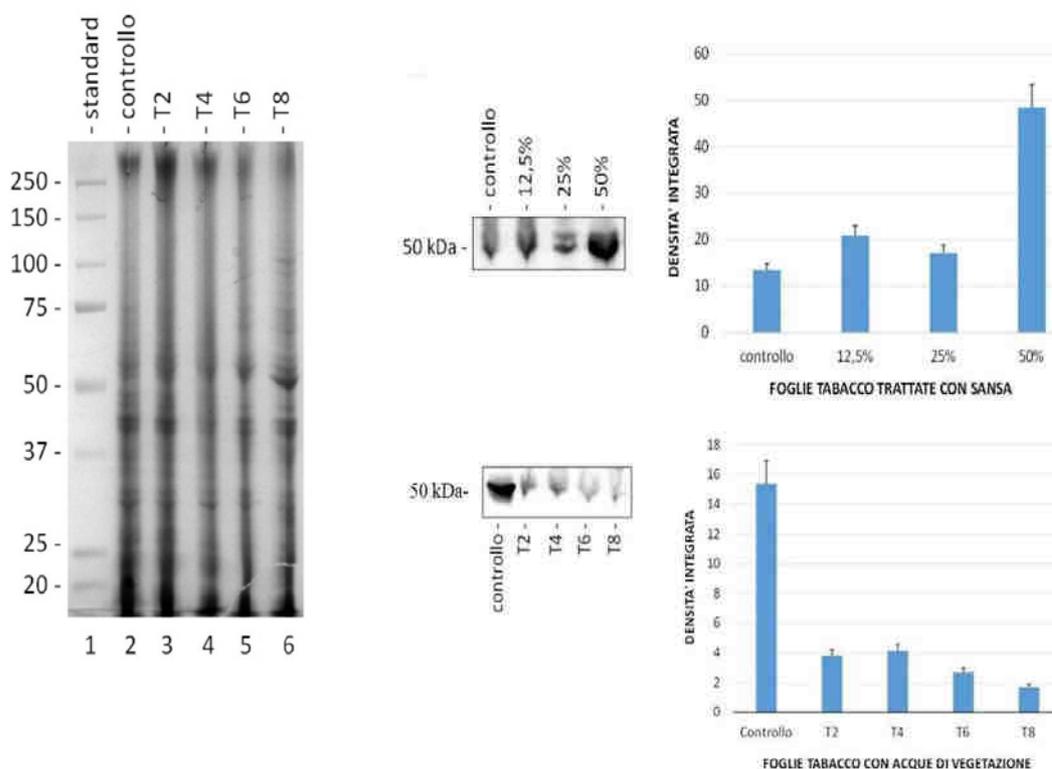


Figura 36. Elettroforesi e immunoblotting anti-Rubisco su estratti di foglie di tabacco trattate con sansa o con acque di vegetazione.

Per quanto riguarda l'enzima Rubisco, i trattamenti con sansa umide indicano un sostanziale aumento della concentrazione dell'enzima solo nel campione al 50%, mentre nei trattamenti con le acque di vegetazione gli effetti sono opposti, ossia la concentrazione di Rubisco diminuisce già dal trattamento al 12,5% per rimanere poi costante all'aumentare delle concentrazioni dei reflui. Nel caso dei pigmenti fotosintetici, i trattamenti con sansa influiscono sulle concentrazioni dei 4 pigmenti presi in considerazione con effetti particolari e non direttamente riconducibili alle differenti concentrazioni dei trattamenti stessi, infatti è evidente solo un sostanziale aumento nella concentrazione dei pigmenti nel campione al 25%, mentre le concentrazioni negli altri trattamenti rimangono simili alle concentrazioni ottenute da piante di controllo. Nel caso invece dei trattamenti con acque di vegetazione, le concentrazioni dei pigmenti mostrano tendenzialmente un aumento dei valori delle concentrazioni dei pigmenti all'aumentare della concentrazione dei trattamenti, anche se questo andamento non è sempre del tutto verificato come ad esempio per quanto riguarda le concentrazioni della luteina, i cui valori non cambiano in maniera statisticamente evidente. Sembrerebbe quindi che avvenga un qualche sistema di compensazione tra le concentrazioni di Rubisco e dei pigmenti fotosintetici; infatti all'aumentare dell'uno diminuiscono gli altri, forse per non sovraccaricare eccessivamente da un punto di vista energetico la pianta stessa. Le analisi relative all'utilizzo di diverse tipologie di substrato compostato ottenuto dall'applicazione del metodo di bioaugmentation sia alla sansa che alle acque di vegetazione hanno riguardato anche in questo caso la verifica di differenze di crescita delle piante coltivate a diverse concentrazioni di compostato. Per quanto riguarda il primo periodo

iniziale, subito dopo la messa a dimora delle piante nel substrato di crescita, abbiamo potuto notare una differente velocità di crescita tra le piante di controllo e quelle trattate, infatti all'aumento delle concentrazioni del compostato rispetto alla percentuale di terriccio naturale utilizzato la velocità di crescita diminuiva rispetto a quella del controllo, sia per quanto riguarda il trattamento con sansa che con acque di vegetazione. Effetti simili, relativi alla sola fase iniziale sono stati osservati anche nel caso del pomodoro. Tuttavia questa differenza nella velocità di crescita non è stata più riscontrata superato il primo periodo iniziale di trattamento dove le piante (tabacco e pomodoro), a quel punto mostravano la stessa altezza tra controllo e trattati. Questo livellamento nella crescita molto probabilmente è dovuto ad un' iniziale fase di adattamento per poi ritornare ad un tasso di crescita normale. Infatti tutte le piante di tabacco alla fine del periodo di osservazione mostrano la stessa altezza di crescita, in entrambi i trattamenti effettuati e nei rispettivi controlli. Lo stesso andamento di crescita è osservabile anche nel caso del pomodoro. Sia nel caso di piante cresciute con sansa trattata, sia nel caso di piante coltivate in presenza di acque di vegetazione trattate, la crescita delle piante era uniforme e paragonabile ai controlli.

Questa parte del lavoro ha riguardato l'analisi degli effetti e delle interazioni tra piante coltivate trattate con sansa e acque di vegetazione a cui era stata applicata la tecnica di bioaugmentation. Per comprendere meglio le interazioni con le piante abbiamo effettuato diversi campionamenti a tempi diversi per le piante di pomodoro e tabacco (1 mese e 2 mesi dal momento del trasferimento delle piantine nei terricci compostati); in aggiunta, per il tabacco è stato effettuato un ulteriore terzo campionamento a distanza di circa 5 mesi per verificare a più lungo termine gli effetti. Parallelamente anche piante di olivo sono state coltivate in vaso su diverse tipologie di substrato come precedentemente descritto per le piante di tabacco e pomodoro. Come accaduto per i test precedenti, anche in questo caso le piante sono state fatte crescere in condizioni ottimali di temperatura, umidità ed illuminazione. Per le piante di olivo non vi è stato alcun rallentamento della crescita nella fase iniziale, tutte le piante, anche quelle coltivate a concentrazioni elevate (75%) di compostato, hanno dimostrato un ottimo e immediato adattamento al substrato. Tra i campioni di tabacco, appare evidente un cambiamento del profilo proteico in corrispondenza dei campioni al 12,5% e soprattutto 50% di sansa, rispetto al controllo e al 25%. Nel caso dei campioni di pomodoro, il profilo proteico è molto simile tra i vari campioni. Nel caso del tabacco, sono evidenti segnali molto intensi di cross-reattività con anticorpo anti-Rubisco nei campioni al 12,5% e 50%, mentre nel caso del pomodoro si evidenziava un aumento di segnale nei campioni trattati con sansa al 12,5% e 25% rispetto al campione di controllo e il campione al 50%. Nel trattamento con acque di vegetazione, il campione di tabacco trattato al 50% mostra un considerevole aumento di Rubisco rispetto al controllo e ai campioni al 12,5 e 25%, che mostrano tuttavia valori maggiori rispetto al controllo. I risultati del blotting sul pomodoro confermano una generale diminuzione nel quantitativo di Rubisco presente rispetto al controllo anche se la quantità di Rubisco sembra aumentare in rapporto al trattamento.

Per il secondo campionamento indagando i vari campioni è possibile osservare una sostanziale equivalenza nel profilo di distribuzione delle proteine con maggiori similarità tra i campioni al 12,5% e il 50%. Durante il trattamento con sansa si evidenzia un aumento considerevole della quantità dell'enzima in corrispondenza del campione al 12,5%. Per quanto riguarda il trattamento con acque di vegetazione, dall'analisi dell'immunoblotting, è possibile osservare un aumento del segnale, derivante dalla cross reazione con anticorpo contro la Rubisco, in corrispondenza del campione al 25%, e segnali meno evidenti in corrispondenza degli altri campioni. Per quanto riguarda le concentrazioni dei pigmenti fotosintetici nelle piante di tabacco non si notano variazioni significative del quantitativo di pigmenti rispetto al controllo, eccetto per quanto concerne, in tutti e 4 i pigmenti studiati, alla concentrazione finale del 75%, dove è evidente un significativo aumento delle concentrazioni.

Al contrario, l'andamento della concentrazione dei pigmenti fotosintetici in piante di tabacco trattate con acque di vegetazione è in calo nei trattamenti rispetto al controllo, tuttavia come accaduto per la sansa anche in questo caso al trattamento al 75% corrisponde un notevole aumento delle concentrazioni in 3 pigmenti, ad eccezione della luteina dove i valori sono paragonabili al controllo, segno forse che questo tipo di trattamento risulta essere significativamente “stimolante” per quasi tutti i pigmenti. Sulle piante di pomodoro trattate con sansa, la concentrazione dei 4 pigmenti è crescente dal controllo al primo trattamento alla percentuale del 12,5%, per poi diminuire sostanzialmente e ritornare su valori paragonabili al controllo nei successivi trattamenti al 25%, 50% e 75%. Nel trattamento con acque di vegetazione, tutti e 4 i pigmenti (luteina, clorofilla b, clorofilla a e β -carotene) aumentano man mano che aumentano le concentrazioni del trattamento, con una leggera diminuzione solo a partire dal 50%, per poi ritornare a valori simili al controllo nei trattamenti al 75%.

Le analisi dei pigmenti per quanto riguarda il tabacco al terzo campionamento mostrano anche in questo caso cambiamenti molto eterogenei. Nel caso delle piante trattate con sansa, dopo un lungo periodo, le concentrazioni dei pigmenti presentano cambiamenti importanti solo in tre dei quattro pigmenti analizzati. Mentre la luteina mostra dei cambiamenti ridotti e statisticamente poco significativi, un cambiamento evidente è stato riscontrato nel caso del beta carotene al campione al 50% dove i valori ottenuti era al disotto del valore di rivelabilità dello strumento (HPLC). Per quanto riguarda la clorofilla *a* e *b* abbiamo identificato delle variazioni simili, infatti abbiamo evidenziato aumenti sostanziali nei valori di concentrazione dei due pigmenti per quanto riguarda i campioni al 12,5% e 25%, mentre negli altri trattamenti le variazioni possono essere considerate come fisiologiche. Le piante di tabacco invece cresciute in presenza di acque di vegetazione mostrano anche in questo caso differenti variazioni; il beta carotene aumenta sostanzialmente (il doppio) solo nel trattamento al 12,5% mentre negli altri trattamenti le variazioni non sono statisticamente non importanti. La clorofilla *a* e *b* mostrano variazioni simili, ossia aumento considerevole già dal primo trattamento diminuendo poi nei successivi trattamenti, anche se rimangono con valori maggiori rispetto al controllo. La luteina invece ha un aumento al campione al 25%, campione centrale nei trattamenti.

le piante di olivo sono state fatte crescere in condizioni ottimali di umidità, temperatura ed illuminazione controllata come è avvenuto per le altre specie indagate all'interno del progetto . Da una prima analisi esterna sullo stato di sviluppo, le piante di olivo sembrano rispondere positivamente ai vari trattamenti effettuati, mostrando un notevole tasso di crescita praticamente uguale e costante per tutti gli individui sottoposti alle diverse tipologie di trattamento.

Analizzando i dati dei pigmenti fotosintetici per i campioni di olivo trattati con sansa, la luteina non sembra mostrare nessun cambiamento nei diversi trattamenti, gli altri pigmenti mostrano variazioni rilevanti. Il beta carotene presenta una notevole diminuzione della concentrazione fin dai primi trattamenti rispetto al controllo, per poi mantenersi costante fino al trattamento al 75% dove vi è un aumento considerevole anche a livelli nettamente superiori del controllo. Andamento simile al beta carotene è mostrato anche dalla clorofilla *a*, mentre la clorofilla *b* pur mantenendo un uguale andamento, non presenta un aumento eccessivo al 75%, infatti, il valore della concentrazione rimane comunque sotto al valore mostrato dal controllo. Nei trattamenti con acque di vegetazione la situazione sembra essere abbastanza differente, infatti, in questo caso le variazioni significative avvengono quasi esclusivamente nelle concentrazioni della clorofilla *a*, dove è evidente una netta riduzione dei valori di concentrazione in tutti i campioni, con un minimo tentativo di ritorno a valori normali nel campione al 50%. I cambiamenti che si verificano negli altri pigmenti possono essere considerati fisiologici e non statisticamente rilevanti.

Il presente lavoro ha cercato di fornire una prima serie di informazioni sull'effetto del trattamento con sansa e acque di vegetazione sia tal quale che compostata e sottoposta a bioaugmentation su piante coltivate. I risultati raccolti sembrano indicare che sia il trattamento con sansa che quello con acque di vegetazione induca dei cambiamenti a livello proteico. Tali cambiamenti potrebbero avere ripercussioni negative trattandosi di proteine (Rubisco) di primaria importanza per la vita delle cellule. Il trattamento con substrati naturali ai quali è stato aggiunto sansa umida o acque di vegetazione tal quali può avere effetti negativi sulla fisiologia di piante. Sicuramente quello che possiamo concludere è che per quanto riguarda il trattamento con i reflui oleari tal quali a dosaggi elevati (75%) provocano danni eccessivi impedendo la crescita delle piante e provocandone la morte. Le piante testate a dosaggi più bassi, riescono a sopravvivere ma coesistono con una più o meno marcata situazione di stress. Più nello specifico i due trattamenti hanno effetti opposti sull'espressione della Rubisco, il trattamento con la sansa aumenta l'espressione della Rubisco a livelli elevati di trattamento (50%), sintomo forse di una migliore tolleranza degli effetti dannosi dei reflui oleari, mentre per quanto riguarda la fertirrigazione con acque di vegetazione, l'espressione della Rubisco diminuisce fin dai primi trattamenti indicando che gli effetti negativi avvengono anche a bassi dosaggi. Questi dati sono in parte correlabili con quanto accade con le concentrazioni dei pigmenti fotosintetici, dove ad esempio per quanto riguarda i maggiori effetti sono stati riscontrati al trattamento intermedio di 25%, per poi decrescere nel trattamento successivo compensato appunto da un aumento dell'espressione della Rubisco. Analogo fenomeno di compensazione è stato riscontrato tra i valori dei pigmenti delle piante trattate con acque di vegetazione e l'espressione della Rubisco, in cui i valori aumentano rispetto al controllo, anche qui dovuto forse alla riduzione di espressione della Rubisco. Quindi durante la prima fase delle analisi, che ha riguardato piante coltivate su substrati ai quali sono state addizionate varie percentuali di reflui tal quali (sansa e AVO), dai dati raccolti sia di immunoblotting che sulle diverse concentrazioni dei pigmenti fotosintetici emerge un sostanziale effetto negativo di entrambi i reflui oleari sul sistema fotosintetico e sugli apparati di crescita.

Dalle analisi effettuate e dai risultati da esse derivate, possiamo dedurre alcune conclusioni in merito ai trattamenti fatti sulle piante di pomodoro e tabacco, trattate con sansa e acque di vegetazione compostate. E' apparso evidente, sin dai primi mesi di trattamento, che entrambe le specie di piante, trattate con l'uno o l'altro dei reflui oleari compostati, hanno mostrato un accrescimento molto più uniforme e lineare rispetto alle specie di piante trattate con terriccio addizionato a reflui non trattati.

Il caso limite è rappresentato infatti dalla coltivazione delle piante sui compost con percentuali del 75%, quando sono stati addizionati i reflui oleari tal quali le piante non sono sopravvissute, quando invece abbiamo utilizzato i reflui trattati attraverso la tecnica della bioaugmentation, le piante coltivate hanno avuto un leggero rallentamento rispetto al controllo (fase di adattamento) e dopodiché hanno continuato a crescere in maniera regolare, raggiungendo valori di sviluppo pari alle piante di controllo.

Per quel che riguarda le piante di tabacco trattate con sansa compostata, osservando l'andamento del quantitativo di Rubisco nelle piante del primo campionamento appare evidente che, a trattamenti iniziali di 12,5% e 25% la pianta non subisce grandi variazioni, cosa che invece accade nel trattamento al 50%, dove il quantitativo di Rubisco è quasi raddoppiato rispetto al controllo. Questo può essere interpretato come un segnale di stress della pianta, probabilmente legato o ad uno stress idrico delle radici, o al fatto che c'è una diminuzione nel quantitativo di CO₂ per una non regolare apertura stomatica, cosa che porta la pianta a reagire aumentando la quantità di enzima responsabile della fase oscura della fotosintesi. Dunque, il trattamento iniziale comporta una variazione nella normale attività

fisiologica delle piante e una fase di adattamento legata al primo contatto con l'elevata concentrazione del compostato, ma successivamente le piante mettono in gioco un meccanismo di adattamento e riescono tranquillamente a svilupparsi ed accrescere come le piante controllo. Ciò è testimoniato dai dati di concentrazione della Rubisco nei campioni di tabacco del secondo campionamento, dove il grafico dei dati mostra un andamento a campana, interpretabile come una situazione "benefica" in cui la pianta produce tanta Rubisco utile alla crescita.

Per quello che riguarda nello specifico le piante di tabacco trattate con acque di vegetazione compostate, l'andamento della concentrazione di Rubisco mostra valori crescenti all'aumentare del trattamento rispetto al controllo, segno di un aumento della risposta della pianta in seguito all'aumento di concentrazione di acque di vegetazione, in modo da compensare un iniziale fase di adattamento. I dati del secondo campionamento sulla Rubisco confermano anche che, a trattamenti più lunghi, le piante di tabacco riescono ad accrescere in maniera regolare così come il controllo.

Sansa - Controllo → 75%



A.V. - Controllo → 75%

Figura 37. Immagini delle piante di tabacco durante il trattamento con il compostato. Da sinistra verso destra sono riportate le piante dal controllo al 75%.

Per le piante di olivo coltivate in vaso non si è verificato alcun rallentamento della crescita nella fase iniziale, tutte le piante, anche quelle coltivate a concentrazioni elevate (75%) di compostato, hanno dimostrato un ottimo e immediato adattamento al substrato di crescita. E' importante sottolineare che le percentuali superiori al 12,5% risultano al di sopra dei limiti previsti dalla legge relativa allo spandimento dei reflui oleari in campo, nonostante la presenza nel substrato di coltivazione di queste importanti concentrazioni le specie di piante trattate hanno potuto crescere e svilupparsi completamente e da ciò deriva che un utilizzo del compostato, messo a punto con il metodo del bioaugmentation, anche in percentuali elevate non risulta assolutamente dannoso sia per le piante di pomodoro, per le piante di tabacco e per le piantine di olivo coltivate in vaso.



Figura 38. Immagine delle piante di olivo con uguale velocità di crescita tra controllo (sinistra dell'immagine) e trattamenti progressivamente crescenti (destra). Nel particolare è mostrato un esempio di nuovi germogli di una pianta trattata con reflui compostati.

4.2. Utilizzo di nuovi prodotti su colture estese

La finalità di questa azione è stata quella di valutare l'effetto sull'ambiente naturale (basandosi sulla composizione in specie vegetali spontanee) e sugli olivi (studio infiorescenze) dello spargimento nelle olivete di sansa compostata e acqua di vegetazione compostata. Ciò è possibile dato che la composizione in specie della flora spontanea è un buon bioindicatore e può dare indicazioni sui potenziali effetti (dannosi, di concimazione etc.) che possono avere vari tipi di trattamenti.

L'obiettivo specifico da perseguire è la fornitura di ammendanti e fertilizzanti a km 0 con conseguente riduzione dei reflui conferiti allo smaltimento (discarica e/o spandimento controllato), riduzione della CO₂ emessa dai processi di trasporto delle acque di vegetazione e della sansa ai siti di smaltimento.

4.2.1. Composizione in specie vegetali spontanee

Per i rilievi sul campo è stato utilizzato il disegno sperimentale BACI (*Before-After Control Impact*), che si basa sul confronto tra l'area trattata con i prodotti sperimentali ed un'area di controllo, entrambe campionate prima e dopo l'intervento. Nel nostro caso sono stati previsti 4 tipi di trattamenti e un controllo, con 5 ripetute per ognuno, per un totale di 25 plot in ciascuna area (50 plot in totale) di 1m x 1m (Gross et al., 2000). In ciascun oliveto sono state scelte aree omogenee tra di loro, con l'obiettivo di ridurre la possibilità che queste presentassero al loro interno gradienti ambientali che potessero influenzare la flora presente. Le due aree hanno quindi una pendenza costante, non ci sono al loro interno fossi o sentieri né altri fattori che potrebbero influenzare la crescita della vegetazione spontanea. Per lo stesso motivo i plot sono stati localizzati lungo filari di olivi adiacenti, in modo da minimizzare la variabilità di base dell'area di studio.



Figura 39. Schema di campionamento effettuato sull'oliveta dell'azienda agricola di Bagno a Sorra (SI)

Il primo step del lavoro è stata la localizzazione del plot a terra effettuata misurando con un metro la distanza tra i tronchi di due olivi adiacenti lungo il filare. Nel punto centrale, equidistante da entrambi gli alberi, è stato collocato anche il punto centrale del plot, che poi è andato a costituire in campo il confine visibile dell'area da campionare. Nel mese di Giugno 2013 è stata quindi rilevata la vegetazione spontanea in tutti i plot, annotando tutte le specie di piante vascolari presenti in ciascun plot con la relativa copertura (espressa in percentuale), in modo da poter conoscere la situazione della composizione in specie vegetali spontanee al “tempo zero”, cioè prima di qualsiasi trattamento

Come secondo step del lavoro, nel Febbraio 2014 è stato messo a punto il disegno sperimentale per lo spargimento di miscele di sansa e acque di vegetazione, entrambe sottoposte a trattamento con ceppi batterici e fungini. Poi, il 26 Marzo nell'oliveto di Cetona e il giorno seguente in quello di Bagno a Sorra, c'è stato lo spargimento in campo secondo 4 trattamenti sperimentali: sansa compostata 4 Kg/m² (T1) e 8 Kg/m² (T2), acqua compostata 5 l/m² (T3) e 10 l/m² (T4)) + 1 controllo (lasciato senza trattamenti), il tutto ripetuto per 5 volte = 25 parcelle per oliveto. Il terzo step del lavoro è stato, nel mese di Giugno 2014, il ricampionamento di tutti i plot, in modo da poter conoscere la situazione della composizione in specie vegetali spontanee nel periodo immediatamente successivo al trattamento.

Le analisi dei dati raccolti hanno riguardato uno studio qualitativo e quantitativo della flora delle due aree, basandosi su ricchezza floristica, composizione specifica, famiglie, forme biologiche e indici ecologici.

Sono state utilizzate: 1) tecniche di analisi multivariata (Principal Component Analysis – PCA - e Principal Response Curves – PRC -) per sintetizzare in maniera efficace la variazione della comunità vegetale in ciascuna area e per analizzare la risposta delle comunità vegetali (tramite l'abbondanza/copertura delle singole specie) ai trattamenti nel tempo (Leps & Smilauer, 2003); 2) analisi statistiche univariate per valutare se esistono o meno differenze significative tra la flora (ricchezza specifica, spettro delle famiglie, spettro biologico, indici ecologici) nei due anni e tra i diversi trattamenti (StatSoft, Inc 1995).

Analizzando le due flore si può constatare che il numero totale delle specie è globalmente diminuito in entrambe le aree tra il 2013 e il 2014. I risultati dell'ANOVA FATTORIALE per analizzare gli effetti del tempo e del trattamento sulla ricchezza specifica indicano che il tempo risulta significativo in entrambe le aree (Bagno a Sorra df=1, F=5,5; p=0,02. cetona df=1, F=59,91; p=0,000000), con una diminuzione del numero medio di specie per plot nel 2014 (Tab. 27). All'oliveto di Cetona anche le differenze tra i trattamenti e il controllo (df=4, F=3,6; p=0,012) risultano significative, anche se in modo meno marcato rispetto al tempo, con un numero mediamente inferiore di specie nei trattamenti rispetto al controllo.

Tab.27 Numero medio di specie (\pm deviazione standard) per controllo e trattamenti nei 2 anni

Bagno a Sorra	C	T1	T2	T3	T4
2013	16 \pm 4,30	16 \pm 3,94	14,2 \pm 5,54	17 \pm 6,52	12,6 \pm 4,5
2014	10,4 \pm 2,17	11,8 \pm 2,17	11,6 \pm 5,23	14,6 \pm 5,32	12,6 \pm 2,97
Cetona	C	T1	T2	T3	T4
2013	14 \pm 1,41	13,2 \pm 2,77	11 \pm 1,41	11,8 \pm 1,92	11,6 \pm 1,95
2014	10,4 \pm 2,88	7 \pm 1,87	7,8 \pm 1,48	6,8 \pm 2,05	8 \pm 1,22

Le specie maggiormente rappresentate sono state *Cynodon dactylon* (gramigna) e *Plantago lanceolata* (orecchie di lepre). *Cynodon dactylon* è una specie che si riproduce molto efficientemente per via vegetativa, per cui l'aumento della sua presenza e copertura nell'area di studio può essere messo in relazione con gli sfalci effettuati in primavera. *Plantago lanceolata* invece può essere stata avvantaggiata dall'essere una specie resistente al calpestio e al passaggio delle ruote dei mezzi agricoli, di cui è stata trovata traccia all'interno dei plot, ma anche all'effetto pressione dovuto alla concimazione.

Le analisi multivariate, rispettivamente con: i) i plot dei trattamenti che si sovrappongono nello spazio del grafico e non si distanziano in modo netto dai plot di controllo nella PCA e ii) il primo asse della PRC che non risulta statisticamente significativo (le figure sono riportate nell'appendice estesa), sembrano suggerire come in entrambe le olivete non ci siano differenze significative nella flora tra il controllo e i vari trattamenti effettuati. Tuttavia, esaminando le specie legate ai vari trattamenti, nella PRC di Cetona si evidenzia come *Plantago lanceolata* mostri abbondanze elevate in corrispondenza del T2.

Le famiglie maggiormente rappresentate si sono confermate essere in entrambi gli anni di rilevamento e per le due olivete *Asteraceae*, *Graminaceae* e *Leguminosae*. Quindi, come composizione, la flora nei due anni non sembra essere stata modificata in maniera importante dai trattamenti, con dominanza numerica di specie delle famiglie più rappresentate nelle flore spontanee dei nostri climi. Tuttavia, in entrambe le aree nel 2014 si osserva una flessione del numero delle *Leguminosae*, specie che di solito si trovano in terreni poveri di nutrienti. Questa flessione può essere messa in relazione con la concimazione del terreno ad opera delle miscele sparse in campo, che hanno contribuito ad aumentarne la fertilità.

Lo spettro delle famiglie ponderato sulle coperture delle specie conferma come nel 2014 la maggior copertura in entrambe le aree indagate sia data dalle *Graminaceae*. Sono abbondanti anche le *Leguminosae*, che tuttavia hanno molto diminuito la loro copertura. La variazione delle famiglie nei due anni di campionamento, con un aumento in copertura essenzialmente a carico delle *Graminaceae* può essere attribuito alle naturali variazioni di una flora nel tempo. Non si può tuttavia escludere che abbiano avuto un certo peso le differenze climatiche tra i due anni di studio e, soprattutto relativamente alla diminuzione in copertura delle *Leguminosae* notoriamente adattate a vivere in ambienti poveri in nutrienti e invece poco competitive quando il terreno si arricchisce in azoto, l'effetto concimazione legato ai trattamenti effettuati.

Dallo spettro biologico si evince come le specie annuali (T), in linea con quanto già riscontrato nel 2013, siano ancora dominanti come numero nelle aree indagate, seguite dalle specie erbacee perenni (H) e, in percentuale minore, dalle bulbose (G). Lo spettro biologico dei due anni di campionamento è sostanzialmente rimasto invariato, a sottolineare come la composizione in forme biologiche delle flore si sia mantenuta costante. Lo stesso spettro biologico, ma ponderato sulle coperture delle specie, sottolinea invece una variazione rilevante nel 2014. Le specie erbacee perenni (H) mostrano una copertura totale nettamente maggiore, che corrisponde invece ad un decremento in copertura delle annuali (T). Tali variazioni risultano anche statisticamente significative, come riportato in Tab. 28. I risultati dell'ANOVA main effects (MANOVA) indicano che il tempo risulta statisticamente significativo, mentre non sembrano esserci differenze significative nelle coperture delle forme biologiche tra i trattamenti. Questo trend potrebbe essere riconducibile ancora all'effetto concimazione che favorisce le erbece perenni (H), più competitive e più adatte ad ambienti meno disturbati e suoli ricchi di nutrienti, a detrimento delle annuali (T), pioniere, adattate a vivere in suoli sottili, poveri di nutrienti e/o aridi (Grime, 1977).

Tab. 28 Tabella con i risultati dell'ANOVA main effect effettuato sulle percentuali medie di copertura (\pm deviazione standard) delle forme biologiche nei 2 anni di rilevamento. In neretto sono indicate le forme biologiche che hanno percentuali significativamente differenti (**= $p < 0,001$; *= $p < 0,01$; = $p < 0,1$).

Bagno a Sorra					
2013	C	T1	T2	T3	T4
Ch	0,1 \pm 0				5,25 \pm 6,72
G	5,27 \pm 8,47	0,35 \pm 0,44	19,3 \pm 42,32	0,1 \pm 0	0,57 \pm 0,40
H *	7,86 \pm 9,90	7,92 \pm 11,27	11,88 \pm 17,41	8,8 \pm 12,59	11,65 \pm 18,85
P	0,2 \pm 0	1 \pm 0	0,1 \pm 0	0,3 \pm 0,14	
T ***	9,18 \pm 17,72	8,04 \pm 16,96	4,58 \pm 9,42	7,71 \pm 13,51	9,36 \pm 18,73
2014	C	T1	T2	T3	T4
Ch		0,05 \pm 0		0,4 \pm 0	0,2 \pm 0
G	2,41 \pm 3,07	2,49 \pm 3,38	6,50 \pm 7,89	2,09 \pm 1,46	10,11 \pm 16,49
H *	7,07 \pm 9,94	5,76 \pm 10,46	7,5 \pm 12,11	4,0 \pm 7,04	1,59 \pm 1,85
P		0,03 \pm 0,03	0,27 \pm 0,33	0,75 \pm 1,06	0,03 \pm 0
T ***	1,03 \pm 1,39	2,46 \pm 3,73	1,77 \pm 3,03	2,51 \pm 6,36	2,15 \pm 5,76
Cetona					
2013	C	T1	T2	T3	T4
G***	2,75 \pm 3,57	9,24 \pm 14,23	16,17 \pm 21,18	9,21 \pm 13,33	14,2 \pm 19,43
H**	12,51 \pm 18,4	10,53 \pm 15,01	17,98 \pm 22,82	11,01 \pm 14,93	15,96 \pm 21,01
T***	6,15 \pm 7,82	10,24 \pm 17,13	9,53 \pm 16,05	9,47 \pm 12,82	8,03 \pm 12,21
2014	C	T1	T2	T3	T4
G***	6,05 \pm 8,12	10,32 \pm 10,86	12,97 \pm 16,42	11,84 \pm 12,27	8,33 \pm 7,42
H**	4,13 \pm 4,71	10,15 \pm 9,53	10,79 \pm 9,77	10,73 \pm 7,13	7,68 \pm 7,38
T***	4,14 \pm 9,41	4,68 \pm 5	3,02 \pm 3,98	4,11 \pm 6,34	2,85 \pm 5,05

L'analisi delle coperture medie di specie con valori differenti dell'indice fertilità del suolo [N di Ellenberg che varia da 1 (suoli estremamente poveri in azoto) a 9 (suoli estremamente ricchi in azoto)] evidenzia come queste nel 2013 siano mediamente più elevate per tutti i valori, eccettuato il valore 7 per l'oliveta di Cetona, che raccoglie specie di suoli piuttosto ricchi in azoto ed ha coperture maggiori nel 2014. Ciò è probabilmente da attribuire delle pratiche agronomiche attuate nelle aree nel 2014 (sfalcio).

Il test di Mann-Whitney evidenzia infatti una differenza significativa ($p < 0,001$) per i valori dell'indice di Ellenberg N tra i 2 anni in entrambe le olivete. Al contrario il test di Kruskal-Wallis effettuato per evidenziare eventuali differenze tra i trattamenti e il controllo non fornisce risultati statisticamente significativi in nessuno dei due anni di studio. Anche questo dato può essere interpretato come indice di un effetto concimazione delle miscele di sansa ammendate e delle acque di vegetazione sparse in campo nel 2014 (le Tabelle sono riportate nella relazione estesa in Allegato).

Complessivamente le analisi effettuate ci permettono di dire che negli oliveti indagati la comunità vegetale nel primo anno dopo il trattamento non risulta significativamente diversa

come composizione specifica dall'anno precedente. I risultati ottenuti evidenziano comunque alcune variazioni nella ricchezza di specie, con decremento dal 2013 al 2014, che potrebbero essere causate dall'effetto concimazione dei trattamenti effettuati che favorisce la dominanza di alcune specie più competitive a detrimento delle altre entità. Anche le variazioni significative nelle percentuali di copertura di famiglie, forme biologiche e indici ecologici tra i 2 anni sono probabilmente causate dall'effetto concimazione seguente allo spargimento in campo di sanse e acque di vegetazione ammendate. I risultati presentati potrebbero però essere riconducibili anche a variazioni della flora conseguenza di diverse pratiche agronomiche effettuate nei due anni, fattori climatici o normali fluttuazioni, come indicherebbe il risultato delle analisi statistiche, dove il tempo risulta significativo, mentre i trattamenti o non lo sono o lo sono solo in modo marginale.

4.2.2. Monitoraggio apparato riproduttore olivo

E' stato creato un database morfologico mediante microscopia elettronica a scansione dell'apparato riproduttore (fiore) derivante da due set di piante di olivo individuate presso le due diverse aziende agricole della provincia di Siena. Le piante di olivo nelle due olivete sono state analizzate per la forma e dimensione dei fiori. Si è ritenuto che il parametro “dimensione e morfologia dei fiori” fosse indicativo dello “stato di salute” delle piante e quindi un indice probante della produttività delle piante stesse. I fiori sono stati raccolti sulle medesime piante in due momenti diversi. La prima raccolta ha rappresentato il “controllo” mentre la seconda raccolta è stata effettuata l'anno successivo dopo trattamento con sansa e acque di vegetazione (“trattati”). I fiori raccolti sono stati analizzati al microscopio elettronico a scansione in modo da ottenere immagini a basso ed alto ingrandimento delle parti floreali. In ciascuna oliveta sono state scelte per il campionamento 3 file di olivi composte da 5 piante ciascuna.

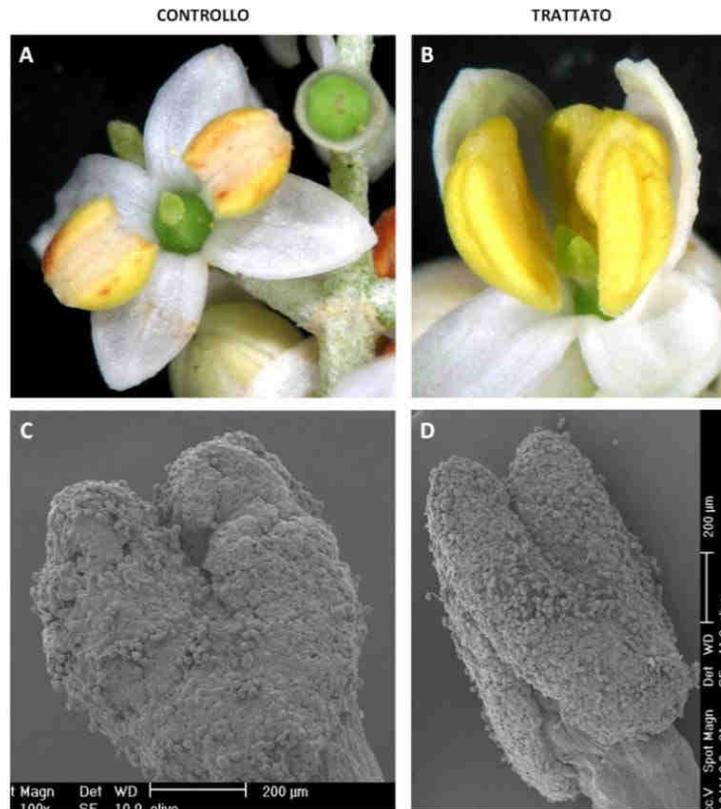


Figura 40. Immagini di fiori di olivo provenienti dall'oliveta di Cetona. A sinistra, fiori da piante di controllo osservati al microscopio ottico stereo (A) ed elettronico a scansione (C). A destra, fiori provenienti da piante trattate (B e D).

Nel nostro caso sono stati previsti 4 tipi di trattamenti e un controllo. Per ognuno di questi trattamenti sono state stabilite 3 ripetute per ognuno degli oliveti. Il totale delle accessioni campionate (5 trattamenti (incluso il controllo) x 3 ripetute x 2 olivete), è stato complessivamente di 30 piante all'interno due aree interessate dall'indagine. In entrambe le fasi di campionamento sono state raccolte le infiorescenze di tutte le accessioni indagate, al fine di poterne valutare i principali parametri morfologici, come il numero di peduncoli fiorali presenti e il numero di fiori. Queste analisi sono state condotte mediante microscopia a scansione, una tecnica oramai molto diffusa e tuttavia di notevole impatto scientifico. Un'eventuale alterazione morfologica potrebbe avere ripercussioni sulla produttiva delle piante.

Dopo un'attenta analisi possiamo affermare che non è possibile riscontrare evidenze negative a carico dell'apparato florale relative alle infiorescenze prelevate dopo il trattamento con entrambi i reflui compostati, infatti non sono state riscontrate differenze con le caratteristiche morfologiche indagate sui fiori di controllo prelevati nel primo anno di progetto.

Le attività delle fasi 3 e 4 sono state oggetto di divulgazione durante la giornata dimostrativa "Costi di produzione nella olivicoltura e metodi innovativi di riciclo dei sottoprodotti della lavorazione delle olive" che si è svolta il 26 settembre 2014 a Castiglione d'Orcia, dove è

stato presentato l'avanzamento dei lavori. I risultati finali del progetto sono stati presentati il 10 Marzo 2015 presso la Camera di Commercio di Siena.

5. Quinta fase

La quinta fase ha riguardato:

5.1. Organizzazione di eventi e seminari per la divulgazione delle innovazioni introdotte con il progetto

La divulgazione delle attività condotte all'interno del P.I.F. "Un Filo d'Olio" è stata alquanto diversificata. Sono stati effettuati brevi articoli su riviste online (e.g. Teatro Naturale), con indicazioni anche degli eventi dimostrativi della misura 124, inviati comunicati all'Ordine professionale dei Dottori Agronomi delle province di Firenze, Siena, Pisa e Arezzo, sono stati pubblicati articoli su riviste divulgative (Frutticoltura, Olivo e Olio). Nel complesso, le giornate dimostrative hanno visto la partecipazione di più di 200 persone. Infine, alcuni risultati della misura 124 sono stati presentati dal Prof. Riccardo Gucci in data 28 marzo 2014, al Banco di Assaggio dell'Olio DOP Terre di Siena (Montepulciano, Siena). In tale occasione sono state illustrate le finalità e potenziali ricadute applicative del P.I.F. "Un Filo d'Olio", all'interno del suo intervento "Olivicoltura tra reddito, tradizione e paesaggio". Nel settembre 2014, presso la proloco di Castiglione d'Orcia è stata organizzata una giornata dimostrativa sull'attività svolta nel progetto MODOLIVI. Infine, il 10 marzo 2015 si è tenuta a Siena la giornata conclusiva del progetto in occasione della quale sono state esposte le attività svolte da tutti i partner e i risultati ottenuti a seguito delle attività di trasferimento.

CONCLUSIONI

Il trasferimento di tecniche di irrigazione in deficit controllato dell'olivo hanno consentito di ridurre di circa il 50% i volumi irrigui somministrati, con conseguenti effetti positivi dal punto di vista economico ed ambientale. Sono stati riscontrati, inoltre, effetti positivi sulla qualità degli oli ottenuti da olivi sottoposti ad irrigazione in deficit. In particolare, gli olivi irrigati in deficit hanno presentato un maggior contenuto in composti fenolici che, come oramai ampiamente dimostrato, sono strettamente legati alle proprietà salutistiche e sensoriali dell'olio. La gestione del suolo attraverso tecniche conservative (inerbimento controllato) ha consentito di contenere i fenomeni erosivi, legati all'azione battente del vento e della pioggia, anche negli oliveti collocati su terreni in pendenza. È stato riscontrato, inoltre, che la gestione del suolo mediante inerimento controllato non comporta variazioni nella produttività dell'oliveto e nella qualità degli oli prodotti. Il trasferimento di tecniche di potatura minima dell'olivo ha consentito di ridurre il fabbisogno in manodopera che, in termini economici, si traduce in un risparmio di circa il 30% rispetto alle tecniche di potatura tradizionale diffuse in molti areali della Toscana. La produttività degli alberi sottoposti a potatura minima non hanno mostrato variazioni rispetto alla potatura tradizionale. A tale riguardo, tuttavia, è bene precisare che le valutazioni effettuate nell'annata olivicola 2014 sono state fortemente influenzate dall'elevato livello di infestazione dacica che ha interessato tutto il territorio italiano.

Per quanto riguarda la meccanizzazione dell'oliveto, gli aspetti presi in considerazione hanno riguardato la gestione della difesa fitosanitaria, della potatura e della raccolta. Relativamente alla difesa fitosanitaria è stato evidenziato come i cambiamenti climatici

verificatisi negli ultimi anni e l'applicazione delle nuove normative sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari abbiano rivoluzionato la gestione dell'intero settore. La terribile annata 2014 per l'olivicoltura, ha dimostrato, d'altronde, la impreparazione di molti operatori nel gestire correttamente la difesa fitosanitaria nell'olivicoltura. Da sempre, si accetta di effettuare numerosi trattamenti nel vigneto, ma si stenta a programmare concretamente una gestione efficace delle operazioni di difesa fitosanitaria in olivicoltura. Come evidenziato nel progetto, oggi, anche nelle piccole realtà produttive, è possibile adottare semplici tecnologie capaci di distribuire preparati commerciali innovativi, che permettono di praticare una gestione sostenibile della difesa fitosanitaria anche nell'oliveto. Le soluzioni tecnologiche proposte a tale scopo consentono di effettuare trattamenti a microdosi con l'applicazione di esche proteiche a base di Spinosad. Una innovativa macchina ideata dalla azienda Dow AgroSciences in collaborazione con i ricercatori dell'Università degli Studi di Firenze e sviluppata per la parte meccanica dalla ditta Andreoli Engineering di Novi di Modena (MO), è stata presentata nell'ambito di un evento dimostrativo realizzato per il progetto MODOLIVI. Le nuove normative in materia di sicurezza impongono adempimenti anche per le piccole aziende, che sono obbligate a utilizzare macchine e attrezzature conformi ai requisiti essenziali di sicurezza e a operare nel rispetto delle buone pratiche. Tali aspetti sono perseguibili, nelle operazioni di potatura, mediante l'utilizzo di attrezzature agevolatrici dotate di aste telescopiche che consentono di operare in sicurezza da terra oppure con gli innovativi dispositivi anti-taglio. Oggi, risulta crescente la diffusione di dispositivi portatili ad azionamento elettrico sempre più leggeri, affidabili ed economici. In riferimento alle operazioni di raccolta si evidenzia una maggiore attenzione degli agricoltori verso questa fase con alcune realtà in cui il ricorso alla meccanizzazione è già acquisito e consolidato. Nelle piccole realtà si notano, invece, ancora forti carenze strumentali ed la consueta gestione manuale dell'operazione. Anche per questa fase operativa, le soluzioni tecnologiche proposte dai costruttori sono numerose: dagli agevolatori, che consentono di operare comodamente da terra ed accessibili anche ai piccoli olivicoltori con ridotti investimenti, agli scuotitori che sono in grado di abbattere drasticamente i tempi operativi. Nelle piccole realtà produttive l'introduzione di scuotitori necessita il ricorso ad imprese di servizi. Tutte le tecniche e le tecnologie introdotte nelle aziende, nell'ambito del progetto MODOLIVI, rappresentano soluzioni che possono contribuire alla riduzione dei costi colturali dell'olivicoltura. Tuttavia è emersa la assoluta necessità dell'aggregazione degli investimenti e del loro impiego su aree sufficienti ad ammortizzarne i costi, anche mediante lo sviluppo dei servizi contoterzi o dell'uso consortile, la formazione di esperti e operatori tecnici, l'accordo e dell'aggregazione territoriale, la riconversione o ricostituzione strutturale degli impianti (laddove possibile e utile), la creazione di adeguati accessi nelle aree difficili.

In merito alla gestione e valorizzazione dei sottoprodotti della lavorazione delle olive, il progetto ha consentito lo sviluppo, la validazione e l'applicazione di un nuovo processo per il biorisanamento delle sanse umide e delle acque di vegetazione. Il compostaggio e la bioaugmentation hanno consentito di produrre due tipi di ammendanti con buone caratteristiche chimico fisiche e controllati approfonditamente da un punto di vista tossicologico, quindi di salute ambientale. Si è ottenuta una notevole diminuzione del contenuto di polifenoli, un abbassamento dell'acidità e della salinità, utilizzando prodotti di scarto delle attività agricole e ceppi fungini autoctoni e quindi senza introduzione di organismi trapiantati o di sostanze chimiche aggiunte. Il processo è fondamentalmente realizzabile a km 0. È stato sviluppato, validato ed applicato di un nuovo processo per il controllo della qualità ambientale e dei prodotti, basato su tecniche sensibili ed innovative, già applicate con successo in altri settori ambientali. Su organismi animali (gambusia e lombrico) e vegetali (piante in vaso) sono stati misurati BIO-test che hanno confermato l'abbattimento del carico tossico dei reflui trattati. Le prove di interazione dei compost con colture in vaso

hanno evidenziato una buona qualità di questi per l'utilizzo come ammendante, questo è comprovato sia dal monitoraggio della crescita delle piante, ed in particolare dell'olivo, sia dalle analisi sui pigmenti. La vegetazione spontanea dei due oliveti esaminati non sembra risentire in modo negativo degli spargimenti delle miscele sperimentali, anzi indica un effetto concimazione. Anche lo studio dell'apparato riproduttore dell'olivo non ha mostrato modificazioni a seguito dell'uso dei reflui trattati. Quindi l'obiettivo specifico di fornire ammendanti e fertilizzanti a km 0 da utilizzare anche nelle olivete, con conseguente riduzione dei reflui conferiti allo smaltimento (discarica e/o spandimento controllato) e riduzione della CO₂ emessa dai processi di trasporto delle acque di vegetazione e della sansa ai siti di smaltimento sarebbe raggiunto. Tuttavia, per avere risultati attendibili da questo tipo di studi in campo servirebbe protrarre il monitoraggio della comunità vegetale e degli olivi per almeno 5 anni dopo il trattamento; sarebbe quindi necessario continuare i monitoraggi anche nei prossimi anni, in modo da avere una conferma dei risultati ottenuti. Dal punto di vista degli obiettivi economici questa procedura, consentendo il recupero degli scarti della lavorazione olearia come ammendanti e fertilizzanti, determinerebbe una riduzione delle spese per il conferimento e lo smaltimento dei reflui, divenendo una possibile fonte di reddito per il frantoio. I nuovi prodotti ottenuti, avendo un tenore di polifenoli ridotto fino ad un 90%, possono risultare particolarmente appetibili per la produzione di energia alternativa in biodigestori, divenendo una possibile fonte di reddito per il frantoio.

Per quanto riguarda l'analisi economica delle aziende inserite nel progetto i putni presi in esame sono stati:

1. la conoscenza dei risultati tecnico-economici degli oliveti e analisi comparata dei risultati economici;
2. la realizzazione di strumenti di scelta relativamente alle differenti tecniche produttive e di gestione delle operazioni colturali con particolare riferimento alla meccanizzazione delle della raccolta e della potatura;
3. la realizzazione di strumenti di analisi economico finanziaria per valutare la convenienza al rinnovo degli impianti di oliveto modificandone eventualmente la tipologia (intensivi, superintensivi).

Per ciò che riguarda il primo punto, le procedure analitiche riconducibili alla valutazione comparata dei risultati tecnici ed economici conseguita in oliveti appartenenti ad aziende diverse hanno avuto lo scopo di aiutare gli agricoltori a individuare i punti deboli del processo produttivo al fine di identificare gli interventi necessari per il miglioramento dei risultati. Tenendo presente queste finalità sono state elaborate delle schede per confrontare i risultati di ogni oliveto con quelli medi degli altri oliveti.

I risultati medi dell'analisi economica fanno emergere alcune indicazioni per migliorare il reddito, agendo sia sul lato dei costi che dei ricavi.

Riguardo ai costi occorre intervenire:

- 3) sull'impianto e sulla tecnica agronomica, per aumentare la produzione a pianta e a ettaro con il vincolo dell'ambiente agronomico;
- 4) sulla tecnica produttiva, per ridurre i costi dei cantieri con il vincolo dell'organizzazione aziendale ed interaziendale.

A proposito dei ricavi occorre incrementare i prezzi attraverso la valorizzazione della produzione.

Sull'aumento del valore della produzione la creazione delle indicazioni di tipicità dovrebbe permettere, abbinata a strategie di marketing collettivo, una serie importanti di vantaggi. Un primo vantaggio riguarda una maggiore conoscenza da parte dei consumatori del prodotto d'eccellenza toscano sui benefici salutistici dell'uso dell'olio di qualità. Un ulteriore aspetto si riferisce alla valorizzazione qualitativa dello stesso (in particolare i piccoli quantitativi su segmenti di nicchia come il DOP e l'IGP) sia sul mercato interno che su quello internazionale

al fine di posizionare gli oli locali su fasce di prezzo elevate. Un prezzo più elevato consente, infine, di remunerare in modo adeguato gli operatori del settore e compensare gli alti costi di produzione dell'attuale realtà produttiva toscana. Occorre pertanto realizzare e sostenere iniziative d'informazione e comunicazione al fine di aumentare la consapevolezza dei consumatori circa le qualità organolettiche e nutrizionali, la tipicità e la provenienza di origine, ma anche iniziative promozionali e di marketing mirate ad aumentare la penetrazione e la competitività delle produzioni regionali sui mercati interni ed esteri emergenti sfruttando l'immagine del "made in Italy" e del "made in Tuscany", per colpire segmenti di mercato internazionali e mondiali interessati all'acquisto di prodotti di elevata qualità e tipicità basando la competitività sempre più sulla qualità e sempre meno sul prezzo delle produzioni. A proposito dei punti 2 e 3 è stato elaborato un *modello interattivo informatico* in grado di guidare gli agricoltori nella scelta degli interventi nel settore olivicolo aziendale. Come già ricordato il modello consente di simulare le decisioni da prendere nei confronti:

- 4) del rinnovo degli impianti olivicoli (convenienza alla trasformazione degli impianti tradizionali in impianti intensivi);
- 5) delle tecniche agricole (olivicoltura biologica, convenzionale);
- 6) della esecuzione delle operazioni colturali (raccolta meccanizzata per tipologia di macchina e in funzione delle dimensioni dell'oliveto).

La metodologia seguita è articolata nelle seguenti fasi: definizione: 1) della *tipologia d'impianto*; 2) della *tecnica agronomica e/o colturale* applicata all'impianto; 3) delle *tecniche produttive*; 4) della *funzione della scelta tecnologica* con il parametro del minimo costo per unità di superficie o per unità di prodotto. Le prime due fasi sono in realtà connesse tra di loro. In particolare la *tipologia d'impianto* definisce il numero delle piante ad ettaro, le forme di allevamento, il tipo di potatura, mentre la *tecnica agronomica* definisce: (a) l'elenco della sequenza di operazioni da svolgere, (b) la specificazione dei momenti (periodi utili) in cui le operazioni devono essere effettuate, e (c) l'individuazione di una serie di coefficienti di produzione *input/input* che si riferiscono ai fattori flusso, necessari per l'ottenimento della massima resa ad ettaro. Le modalità con cui vengono condotti gli esperimenti dagli agronomi consentono di definire la *tecnica agronomica* come "output-efficiente". A partire dalla tecnica agronomica possono essere individuate una o più *tecniche produttive* con le quali vengono specificati i diversi *cantieri di lavoro* in grado di effettuare le operazioni previste dalla tecnica agronomica; è a questo livello che sono individuati i coefficienti tecnici di produzione relativi all'impiego delle macchine e del lavoro umano attraverso l'apporto dell'esperto di meccanica agraria. La scelta fra le varie tecniche produttive non può, però, essere effettuata sulla base di parametri meramente tecnici. Data la loro non comparabilità è necessario adottare una unità di misura comune che consenta di confrontare in maniera univoca i diversi vettori di coefficienti di produzione che descrivono le varie tecniche produttive. E' pertanto necessario fare ricorso ad un criterio di efficienza unificante per poter pervenire ad un ordinamento di efficienza sulla cui base effettuare la scelta di una data tecnica produttiva fra quelle possibili. E' a questo riguardo che si parla di "*funzione della scelta tecnologica*", sulla quale andrebbe operata una "*scelta razionale*" fra le diverse opzioni possibili. Questo passaggio sposta il problema da quello dell'efficienza tecnica a quello dell'efficienza economica che è anche l'unico veramente importante in un contesto di scelte imprenditoriali. Il programma segue questo percorso logico e guida l'utente proponendo via via una serie di opzioni di scelta, prima circa il tipo di impianto e poi tra le numerose modalità di esecuzione della tecnica agronomica conseguente. Per ogni scelta vengono fornite delle sintetiche informazioni tecniche, in particolare circa i dati tecnico-economici dei diversi cantieri di lavoro per l'esecuzione delle operazioni colturali. Circa la scelta della tipologia di impianto il modello propone uno schema interattivo che con il metodo dell'analisi Benefici/Costi permette di giudicare la validità dell'investimento nella realizzazione di diversi tipi di oliveto (tradizionale, intensivo e superintensivo) tra loro e con

altre ipotesi neutre definibili dall'utente stesso. Similmente, per le operazioni colturali di maggior impegno economico per l'oliveto (potatura e raccolta), il programma permette di valutare il cantiere di lavoro più conveniente rispetto ad alcuni parametri di base definibili dall'utente stesso (superficie dell'oliveto, periodo utile per la loro esecuzione, ecc.). L'insieme di questi passaggi consente di arrivare alla determinazione delle tecniche e dei costi di produzione da parte degli agricoltori che possono adattare i parametri del modello ai caratteri strutturali ed organizzativi dei propri oliveti.

Il programma, denominato "*Mod.Olivo - Modello per la scelta razionale delle tecniche di coltivazione dell'Olivo*", è stato realizzato come applicazione personalizzata di Microsoft Excel ed è a disposizione degli interessati nei siti web che riportano i risultati della misura 124 MODOLIVI.

RICADUTE ECONOMICHE E AMBIENTALI

Dal punto di vista ambientale, le tecniche di irrigazione in deficit controllato proposte comportano un minor consumo di acqua (circa il 50%) utilizzata durante la stagione irrigua rispetto alla piena irrigazione. La gestione del suolo mediante inerbimento controllato comporta, nel medio-lungo periodo, un miglioramento delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo rispetto alla lavorazione periodica. Effetti positivi di breve periodo sono stati, invece, quelli legati alla portanza del terreno e alla transitabilità nell'oliveto a seguito di precipitazioni abbondanti.

Un impiego razionale della meccanizzazione passa anche attraverso una maggiore apertura verso le nuove tecniche e tecnologie che possono rendere competitiva e remunerativa l'olivicoltura senza, tuttavia, stravolgere il contesto produttivo nazionale. In tal senso negli ultimi anni si sono notevolmente ampliate le disponibilità tecnologiche. L'imprenditore ha così a disposizione uno scenario che va da sistemi semplici a soluzioni più complesse, in cui ogni tecnologia ha una propria dignità di impiego in relazione alla situazione contingente.

I processi di compostaggio e bioaugmentation delle acque di vegetazione e delle sanse umide hanno consentito di produrre due tipi di ammendanti con buone caratteristiche chimico fisiche e controllate approfonditamente da un punto di vista tossicologico, quindi di salute ambientale. Si è ottenuta una notevole diminuzione del contenuto di polifenoli, un abbassamento dell'acidità e della salinità utilizzando prodotti di scarto delle attività agricole e ceppi fungini autoctoni e quindi senza introduzione di organismi trapiantati o di sostanze chimiche aggiunte. Il processo è fondamentalmente realizzabile a km 0. Le prove di interazione dei compost con colture in vaso hanno evidenziato una buona qualità di questi per l'utilizzo come ammendante, questo è comprovato sia dal monitoraggio della crescita delle piante, ed in particolare dell'olivo, sia dalle analisi sui pigmenti.

La vegetazione spontanea dei due oliveti esaminati non sembra risentire in modo negativo degli spargimenti delle miscele sperimentali, anzi indica un effetto concimazione. Anche lo studio dell'apparato riproduttore dell'olivo non ha mostrato modificazioni a seguito dell'uso dei reflui trattati. Quindi l'obiettivo specifico di fornire ammendanti e fertilizzanti a km 0 da utilizzare anche nelle olivete, con conseguente riduzione dei reflui conferiti allo smaltimento (discarica e/o spandimento controllato) e riduzione della CO₂ emessa dai processi di trasporto delle acque di vegetazione e della sansa ai siti di smaltimento sarebbe raggiunto. Tuttavia, per avere risultati attendibili da questo tipo di studi in campo servirebbe protrarre il monitoraggio della comunità vegetale e degli olivi per almeno 5 anni dopo il trattamento; sarebbe quindi necessario continuare i monitoraggi anche nei prossimi anni, in modo da avere una conferma dei risultati ottenuti.

Dal punto vista degli obiettivi economici questa procedura consentendo il recupero degli scarti della lavorazione olearia come ammendanti e fertilizzanti determinerebbe una riduzione delle spese per il conferimento e lo smaltimento dei reflui. L' utilizzo dei compost nelle coltivazioni ortofrutticole e vivaistiche rappresenta anche un obiettivo sia tipo agronomico che economico.

Per quanto riguarda le innovazioni proposte in merito alla gestione della potatura, dell'irrigazione e del suolo nell'oliveto, al termine del progetto è possibile confermare le ricadute economiche e ambientali previste in fase progettuale. Dal punto di vista economico, le strategie di deficit idrico controllato proposte comportano una riduzione dei costi legati all'energia impiegata per l'irrigazione che, a seconda della strategia di deficit adottata può variare dal 30 al 50%. Anche la gestione del suolo mediante tecniche di inerbimento controllato comporta una riduzione dei costi legata alla minor potenza necessaria per effettuare gli sfalci del prato rispetto alla potenza minima richiesta per le lavorazioni del suolo. Infine, l'adozione di tecniche di potatura minima dell'olivo consente di ridurre il fabbisogno in manodopera che, in termini economici, si traduce in un risparmio di circa il 30% rispetto alle tecniche di potatura tradizionale diffuse in molti areali della Toscana.

L'elaborazione delle prove semi-sperimentali delle differenti tecnologie applicate agli oliveti ha consentito di valutare le condizioni di applicabilità delle stesse attraverso soluzioni partecipative con gli agricoltori nelle differenti realtà analizzate. Alla valutazione della sostenibilità tecnica si è associata una valutazione di sostenibilità economica in termini di ricavi, costi, redditi per tipologia di oliveto e modalità di esecuzione delle operazioni di potatura e raccolta.

I risultati ottenuti hanno consentito di evidenziare l'elevata variabilità dei casi di studio esaminati rispetto alla sostenibilità tecnica ed economica. L'analisi delle tecniche colturali e la rilevazione dei parametri tecnici ed economici delle varie operazioni colturali del processo produttivo consente di mettere in evidenza gli elementi di efficienza e quelli di inefficienza delle soluzioni adottate dalle aziende ed i livelli più o meno elevati di coerenza tra le scelte relative alla struttura produttiva (tipi di impianto) e quelle di gestione (tecniche colturali).

La individuazione dei parametri di cui sopra relativi sia alla struttura sia alla gestione degli impianti olivicoli per le diverse tipologie, consente di ricostruire e simulare processi colturali sostenibili dal punto di vista tecnico ed economico. Combinando le soluzioni (anche parziali) riscontrate nella realtà produttiva, è possibile rappresentare modelli tecnico economici coerenti di scelte relative ai rapporti con l'ambiente, alla organizzazione produttiva (tipo di impianti e cantieri di lavoro) ed alla gestione della produzione. Il modello pertanto può non essere un caso rilevato nella realtà, ma rappresenta la combinazione di soluzioni reali verificate nei casi di studio.

Per determinare i modelli tecnico-economici di olivicoltura è necessario comunque seguire un ordine logico di fasi che può essere sintetizzato secondo questa sequenza:

1. definizione della tipologia d'impianto;
2. tecnica agronomica e/o colturale applicata all'impianto;
3. tecniche produttive;
4. funzione della scelta tecnologica con il parametro del minimo costo per unità di superficie o per unità di prodotto.

Le prime due fasi sono proprie dell'agronomia applicata all'olivicoltura, mentre la terza fase riguarda l'ingegneria meccanica ed attiene alla determinazione dei diversi cantieri di lavoro attuati e/o attuabili per la meccanizzazione delle operazioni colturali negli oliveti. L'ultima riguarda l'individuazione dei criteri e dei parametri economici che consentono

all'imprenditore di scegliere sia la tipologia d'impianto che il cantiere di lavoro economicamente più conveniente.

MATERIALE DIVULGATIVO PRODOTTO

1. Caruso G., 2014. La gestione dell'irrigazione in olivicoltura. Intersezioni, 3 settembre, <http://www.intersezioni.eu/>
2. Benelli G., Caruso G., Canale A., Gucci R. 2014. Il controllo eco-compatibile della mosca delle olive. Rivista di Frutticoltura 76(4): 42-44.
3. Gucci R., Famiani F. 2014. Semplificare la potatura dell'olivo. Olivo e Olio 17(3): 32-37.
4. Caruso G., Rimediotti M., Sarri D., 2013. Per abbattere i costi occorre scegliere il giusto sistema di raccolta Teatro Naturale, 29 Novembre, <http://www.teatronaturale.it/>
5. Caruso G., 2014. Potare l'olivo al minimo ma per ottenere il massimo risultato. Teatro Naturale, 7 Marzo, <http://www.teatronaturale.it/>
6. Benelli G., Canale A. 2013. Dal caolino a *Psytalia concolor*. Nuove strategie di difesa contro la mosca delle olive. Teatro Naturale, <http://www.teatronaturale.it/>

ATTIVITA' DI TRASFERIMENTO REALIZZATE

Data	Evento
26 Settembre 2013	Giornata dimostrativa “Strategie eco-compatibili di difesa in olivicoltura”, Az. Agr. Stigliese, Chianciano Terme (SI)
11 Novembre 2013	Giornata dimostrativa “La raccolta agevolata e meccanica dell'olivo”, Az. Agr. Giganti, Rapolano Terme (SI)
28 Febbraio 2014	Giornata dimostrativa “Potatura minima di oliveti intensivi”, Az. Agr. Stigliese, Chianciano Terme (SI)
26 Giugno 2014	Giornata dimostrativa “La gestione dell'irrigazione in olivicoltura”, Az. Agr. Crociani, Torrita di Siena (SI)
26 Settembre 2014	Giornata dimostrativa “Costi di produzione nella olivicoltura e metodi innovativi di riciclo dei sottoprodotti della lavorazione delle olive”, Sede Pro-loco Castiglione d'Orcia (SI)
30 ottobre 2014	Giornata dimostrativa “La raccolta agevolata e meccanica dell'olivo”, Az. Agr. Poggio Ulivo Chiusi (SI)
10 marzo 2015	Giornata di presentazione dei risultati finali del Progetto Integrato di Filiera “Un Filo d'Olio”, Camera di Commercio di Siena, Siena (SI)

**NOTE SULL'ANDAMENTO DELL'INFESTAZIONE DACICA NELL'ESTATE-
AUTUNNO 2013-2014, TRASMESSA IN FORMA DI BOLLETTINO AGLI
AGRICOLTORI DELLA PROVINCIA DI SIENA**

Prima nota 2013

"Il monitoraggio della mosca delle olive, condotto all'interno del P.I.F. "Un filo d'olio", MISURA 124 MODOLIVI, è stato effettuato, ad oggi, mediante periodici interventi, dal 23-07-13 al 03-10-13. Sono state posizionate trappole cromotropiche gialle (1/ha) per il monitoraggio degli adulti nelle Az. Stiglianese, Meloni, Panarese, Giganti, Fanciulli, Crociani. Nelle medesime aziende è stata altresì valutata l'infestazione attiva sui frutti. Tale parametro non è mai risultato superiore al 7%, con valori medi compresi tra 2% e 5%, concentrati perlopiù nella parte finale del periodo temporale in esame. Pertanto l'infestazione dacica nelle aziende in oggetto risulta essere sotto controllo, senza necessità di interventi con mezzi chimici e/o biotecnici."

Seconda nota 2013

“E' interessante notare che, nel tardo autunno, a causa dell'anomalo andamento climatico, con temperature decisamente sopra la media, è stato registrato un consistente aumento delle popolazioni di mosca delle olive, in tutte le realtà aziendali oggetto di monitoraggio. Ad ogni modo, tale evento, di cui i partner aziendali sono stati informati in occasione della giornata dimostrativa dell'11.11.13, non ha mai raggiunto valori tali da mettere a rischio la qualità del prodotto finito.”

Nota Ottobre 2014 (trasmessa in seguito alle note Agosto 2014 e Settembre 2014)

“Il monitoraggio della mosca delle olive, condotto all'interno del P.I.F. "Un filo d'olio", MISURA 124 MODOLIVI, è stato effettuato mediante periodici interventi, dal 27-07-14 al 01-09-14. Sono state posizionate trappole cromotropiche gialle (1/ha) per il monitoraggio degli adulti nelle Az. Stiglianese, Meloni, Galler, Giganti, Fanciulli, Crociani e Maccari. Nelle medesime aziende è stata altresì valutata l'infestazione attiva sui frutti.

In seguito al campionamento con trappole cromotropiche gialle, non sono state rilevate catture significative. Il parametro di infestazione attiva invece, valutato in data 01-10-14, è risultato superiore alla soglia economica di intervento (fissata al 10% di infestazione attiva) in quattro delle cinque aziende senesi oggetto di monitoraggio.

Nel caso di aziende non biologiche che hanno superato la soglia di intervento, è consigliata la raccolta anticipata compatibilmente con lo stadio di maturazione del frutto. In alternativa, è possibile ricorrere ad un ultimo intervento insetticida contro le larve con formulati ad azione larvicida (fosfororganici, neonicotinoidi) autorizzati all'impiego su olivo, rispettando rigorosamente il tempo di carenza (28-30 giorni, secondo il formulato commerciale).

Per le aziende a conduzione biologica, se compatibile con la fenologia della cultivar utilizzata, è fortemente incoraggiata la raccolta anticipata. Infine, si ricorda nuovamente che, per le aziende biologiche site in contesti ad elevato rischio dacico, è importante ricorrere, già a partire dall'inizio di luglio, a metodi preventivi adulticidi o adulto-repellenti (trattamenti con spintor-fly o caolino) la cui efficacia dipende dalla tempestività di inizio del ciclo dei trattamenti, non avendo essi alcun potere curativo in questa fase.”