



UNIONE EUROPEA  
FONDO EUROPEO AGRICOLO  
PER LO SVILUPPO RURALE  
European Union - LEADER program



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA  
DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE  
E DELLE FORESTE



REPUBBLICA ITALIANA  
REGIONE SICILIANA  
ASSESSORATO REGIONALE  
DELL'AGRICOLTURA, DELLO SVILUPPO RURALE  
E DELLA PESCA MEDITERRANEA



PSR  
SICILIA  
2014  
2022  
PROGRAMMA REGIONALE  
DELL'AGRICOLTURA, DELLO SVILUPPO RURALE  
E DELLA PESCA MEDITERRANEA



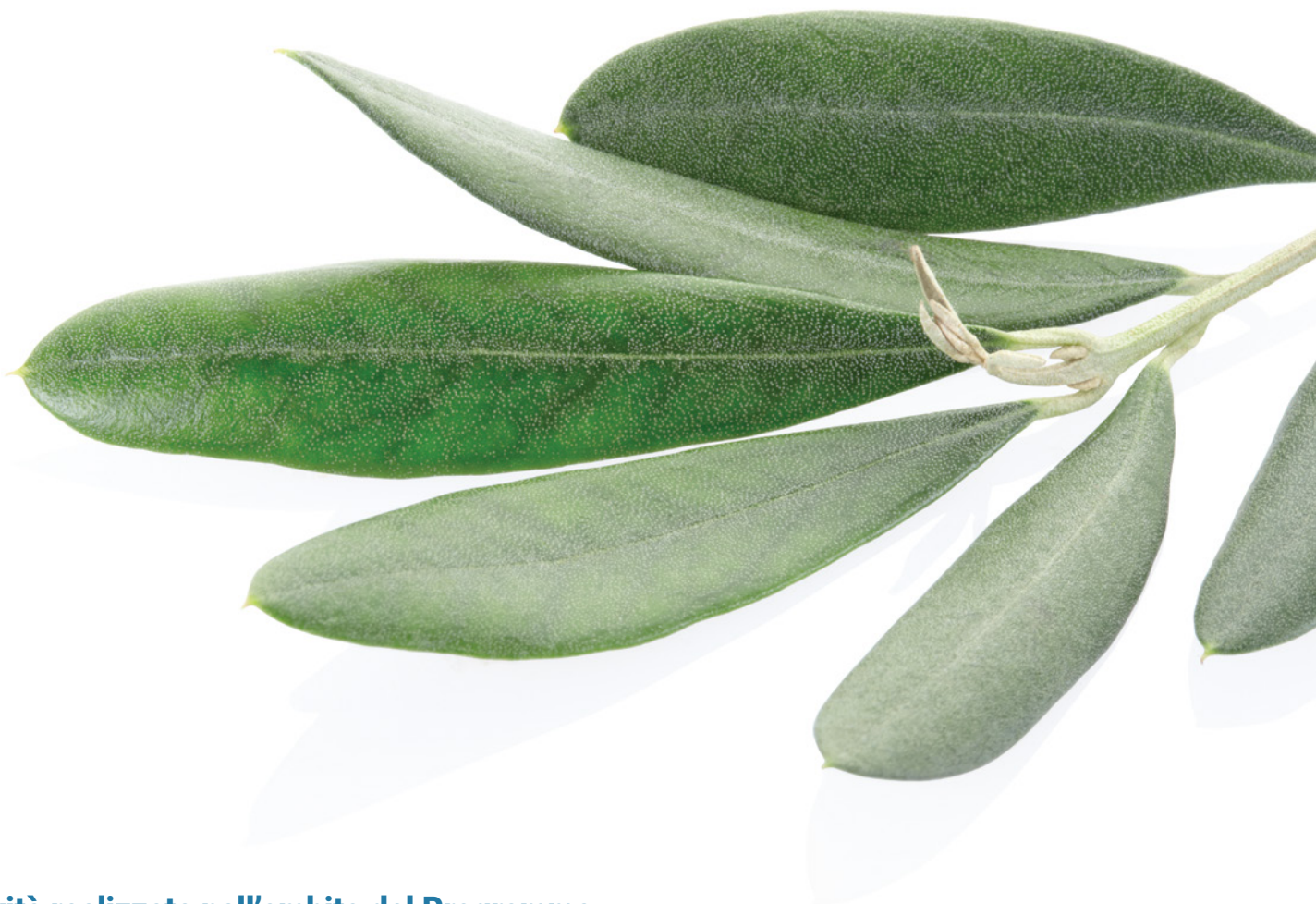
crea  
Consiglio per la ricerca in agricoltura  
e l'analisi dell'economia agraria



# In.Mi.Qu.Oil

*Un innovativo sistema finalizzato  
al miglioramento della qualità della filiera olivicola*

*SOTTOMISURA 16.2 - "Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie"*



**Attività realizzata nell'ambito del Programma  
di Sviluppo Rurale 2014-2020 – Misura 16 – Cooperazione - Sottomisura 16.2**  
*"Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti,  
pratiche, processi e tecnologie"*  
CUP: G49J21018130009

[inmiquoil.it](http://inmiquoil.it)

# Manuale dell'Innovazione

## Manuale operativo del Progetto In.Mi.Qu.Oil - Un innovativo sistema finalizzato al miglioramento della qualità della filiera olivicola



### Informazioni Generali

#### Denominazione del Gruppo Operativo

InnovOil

#### Titolo del progetto

Un innovativo sistema finalizzato al miglioramento della qualità della filiera olivicola

#### Soggetto Capofila

Frantoi Cutrera s.r.l.

#### Responsabile scientifico

Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-OFA)

#### Partner

Soc. agricola Cutrera Giovanni di Salvatore Cutrera & C. s.s., Azienda agricola Cinque Colli di Giaquinta Sebastiano, Azienda Agricola Stella Anna, Tenuta Iemolo Azienda Agricola di Thierry Iemolo, Azienda Agricola La Via Giovanni, Società Cooperativa Agricola Produttori Olivicoli, Tenuta Cavasecca Società Semplice Agricola

#### Soggetti della ricerca

Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-OFA) – Sede di Acireale (CT) e sede di Rende (CS)

#### Innovation Broker

Dott. Agr. Giuseppe Cicero

#### Progettista

Dott. Agr. Giuseppe Spina

**Sito web:** [www.inmiquoil.it](http://www.inmiquoil.it)

#### Curatori del manuale

Giuseppe Spina, Flora V. Romeo, Gianna Bozzali, Daniele Scifo, Giuseppe Camagna

## **Autori**

Salvatore Cutrera, Giuseppe Ardagna, Enzo Perri, Giuseppe Spina, Rodolfo Occhipinti, Simone Caruso, Vincenzo Scibetta, Daria Costantino, Serena Camuglia, Giuseppina Las Casas, Filippo Ferlito, Innocenzo Muzzalupo, Flora Valeria Romeo, Paola Foti, Salvatore Nicolosi, Kevin Garofalo, Margherita Amenta, Veronica Vizzarri, Annamaria Ienco, Giuseppe Cicero

# **INDICE**

**Prefazione**

**Introduzione**

## **Capitolo 1**

Razionalizzazione della gestione degli oliveti mediante la tecnica della potatura

## **Capitolo 2**

Monitoraggio dei parametri chimico-fisici dell'olio extravergine di oliva DOP Monti Iblei mediante tecniche innovative ai fini della qualità e della tipicità

## **Capitolo 3**

Il contributo della piattaforma Agricolus e nuove tecnologie nel progetto In.Mi.Qu.Oil

## **Capitolo 4**

Conclusioni

## Prefazione

### *Frantoi Cutrera (az. capofila del progetto InMiQuOil)*

Il progetto *InMiQuOil* (Innovazioni per il Miglioramento Qualitativo dell'Olio), realizzato nell'ambito del PSR Sicilia 2014-2020, Misura 16 - Sottomisura 16.2, nasce con l'obiettivo di valorizzare e innovare il comparto olivicolo siciliano, in particolare l'area di produzione dell'olio extra vergine d'oliva DOP Monti Iblei, nelle province di Catania, Ragusa e Siracusa. Questo progetto ha rappresentato un'importante sfida per affrontare le problematiche legate alla frammentazione produttiva e agli effetti del cambiamento climatico, contribuendo a costruire un modello di gestione più sostenibile e tecnologicamente avanzato.

La nostra è un'azienda familiare, con una tradizione che affonda le radici nel lontano 1906 e che oggi si riconosce leader nella produzione di olio extra vergine d'oliva di altissima qualità. Nel 1979, abbiamo inaugurato il nostro primo frantoio tradizionale, e oggi l'azienda è un punto di riferimento nel settore olivicolo grazie all'integrazione di tecnologie avanzate e al rispetto per la biodiversità locale. I nostri prodotti hanno ottenuto numerosi riconoscimenti a livello internazionale, distinguendosi per la qualità eccellente e per l'impegno nella valorizzazione del territorio e delle varietà locali. Negli ultimi anni, ci siamo affermati come modello di olivicoltura sostenibile e tecnologica, aprendo la strada a pratiche innovative e rispettose dell'ambiente.

All'interno del progetto *InMiQuOil*, abbiamo svolto un ruolo centrale, coordinando tutte le fasi operative e affrontando le problematiche tecniche e organizzative. Il nostro stabilimento di Chiaramonte Gulfi ha ospitato le principali attività di ricerca e sperimentazione, grazie alla presenza di un frantoio industriale all'avanguardia, di un piccolo frantoio da laboratorio e di avanzati strumenti di analisi chimica, che ci hanno permesso di effettuare prove su piccola e grande scala. Questi strumenti sono stati fondamentali per testare nuove tecnologie di trasformazione, come il protoreattore o il trattamento a ultrasuoni della pasta, e per raccogliere dati scientifici sulla qualità del prodotto in ogni fase del processo.

Inoltre, abbiamo svolto un ruolo chiave nell'organizzazione delle attività divulgative del progetto. Abbiamo ospitato corsi di formazione, aggiornamenti tecnici ed eventi informativi sia nei nostri locali che presso le aziende agricole partecipanti, favorendo lo scambio di conoscenze e competenze tra le diverse realtà coinvolte. Questo ha permesso di creare una rete di comunicazione stabile tra le imprese private, gli enti pubblici e i centri di ricerca, contribuendo così alla diffusione delle innovazioni sviluppate durante il progetto.

Il nostro operato non si limita solo alla produzione di olio di altissima qualità, ma si estende alla promozione di una filiera olivicola sostenibile, capace di rispondere alle sfide globali come il riscaldamento climatico. La nostra attenzione verso la biodiversità e la valorizzazione delle varietà locali ci consente di mantenere una forte identità territoriale, differenziandoci sul mercato internazionale e contribuendo al benessere ambientale e sociale del territorio siciliano.

Grazie al progetto *InMiQuOil*, abbiamo potuto sperimentare e implementare tecnologie innovative che non solo miglioreranno la qualità dell'olio, ma renderanno l'intero processo produttivo più efficiente e sostenibile. La combinazione di tradizione e innovazione rappresenta la chiave per garantire un futuro migliore per l'olivicoltura siciliana, e ci

auguriamo che questo progetto possa fungere da esempio per tutte le realtà del settore che desiderano coniugare eccellenza produttiva e rispetto per l'ambiente.

***Dr. Enzo Perri – Direttore del Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-OFA)***

Il Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura, attraverso l'attività svolta dai suoi ricercatori partecipanti, ha avuto il compito di fornire un prezioso e imprescindibile supporto scientifico nelle diverse fasi del progetto In.Mi.Qu.Oil, facilitato dalle dotazioni strumentali e reso possibile grazie alle competenze interdisciplinari dei ricercatori del Centro che così hanno contribuito al raggiungimento degli obiettivi del progetto.

Il Centro CREA-OFA, per sua mission, si occupa di colture arboree: frutta, agrumi e olivo. Svolge attività di ricerca per il miglioramento delle filiere, sviluppando tecnologie per il miglioramento genetico, la genomica, la propagazione, la sostenibilità delle produzioni e la qualità dei frutti e dei derivati, fino alla valorizzazione dei sottoprodotti. Cura la conservazione, caratterizzazione e valorizzazione delle collezioni frutticole, agrumicole e olivicole. Il Centro dispone di laboratori specialistici, diverse aziende agricole sperimentali, serre e screen house.

La pubblicazione del Manuale Operativo del Progetto In.Mi.Qu.Oil raccoglie le relazioni conclusive delle attività di ricerca svolte dai partner del progetto "Un innovativo sistema finalizzato al miglioramento della qualità della filiera olivicola", che sono state anche esposte nel convegno conclusivo di progetto che si è tenuto il 21 giugno 2024 presso la Camera di Commercio di Ragusa. Il convegno ha indubbiamente rappresentato una ulteriore occasione di confronto tra i diversi attori della filiera e un momento di incontro per la divulgazione dei risultati delle ricerche ed il trasferimento dell'innovazione a tutti gli operatori, tecnici, olivicoltori e/o imprenditori locali. La divulgazione potrà raggiungere anche un pubblico più ampio attraverso il sito del Progetto ([www.inmiquoil.it](http://www.inmiquoil.it)) nel quale sarà pubblicato il presente manuale.

Attraverso l'articolazione dei risultati e dei contenuti, il Manuale dimostra l'importanza e l'impatto del Progetto nel campo dell'olivicoltura e dell'elaiotecnica, in particolare, per la valorizzazione delle produzioni a marchio. Il progetto ha contribuito a favorire il trasferimento tecnologico nel settore olivicolo regionale, promuovendo il know-how necessario per la produzione di oli di alta qualità a marchio DOP. Questi oli, sempre più apprezzati dai consumatori attenti ai parametri nutrizionali e salutistici, garantiscono elevati standard qualitativi. Il miglioramento delle pratiche agronomiche e di trasformazione, insieme all'adozione di sistemi di tracciabilità basati su marker chimici, rafforzano il legame tra la qualità del prodotto e il territorio di origine. Questo approccio contribuisce a valorizzare ulteriormente la percezione del made in Sicily, sia nei mercati nazionali che internazionali. Ma la stessa strategia può essere utilizzata per valorizzare qualsiasi olio nazionale.

Uno dei punti di forza del Progetto In.Mi.Qu.Oil è stato quello di favorire la collaborazione e la cooperazione tra tutti i partner coinvolti, sia produttivi che operanti nella ricerca. In questo modo, il collegamento diretto tra aziende agricole, attività di trasformazione ed Ente di ricerca ha avuto un impatto diretto sui risultati e sulla condivisione delle conoscenze, grazie anche alla gestione dei dati tramite una piattaforma informatica resa disponibile a tutti i partner interessati.

Come Direttore del CREA Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura desidero porgere un sentito ringraziamento all'azienda Frantoi Cutrera, a tutti i partner del progetto In.Mi.Qu.Oil, e ai colleghi ricercatori e tecnici, per aver contribuito con impegno alla realizzazione degli obiettivi del progetto e per aver portato avanti con dedizione e diligenza tutte le attività scientifiche, produttive e divulgative.

## Introduzione

### **Giuseppe Spina (Responsabile del Progetto In.Mi.Qu.Oil)**

Il Partenariato Europeo per l'Innovazione "Produttività e sostenibilità dell'agricoltura" (PEI-AGRI) ha rappresentato una delle novità della programmazione dello sviluppo rurale per il periodo 2014-2022 promuovendo un nuovo approccio interattivo all'innovazione.

Gli obiettivi del PEI-AGRI sono gli stessi della politica agricola (competitività, sostenibilità, biodiversità, sicurezza alimentare ecc.) a cui si aggiunge quello di gettare "ponti tra la ricerca e le tecnologie di punta, da un lato, e gli agricoltori, i gestori forestali, le comunità rurali, le imprese, le ONG e i servizi di consulenza, dall'altro" (Reg. UE 1305/2013 art.55 d) al fine di ridurre la distanza tra i risultati della ricerca e il loro utilizzo nella pratica agricola.

Pertanto, le politiche per lo sviluppo rurale hanno fornito a tale iniziativa contenuti, strumenti di operatività e finanziamenti, attraverso:

- la **Rete europea del PEI** che coordina e anima l'intero intervento;
- i **Gruppi Operativi** che sono stati costituiti in ogni Stato membro per la promozione di progetti di innovazione alla cui realizzazione hanno concorso imprese, ricercatori, tecnici e altri soggetti pertinenti.

Il principale obiettivo, pertanto, è la co-creazione e la diffusione di soluzioni/opportunità pronte per essere implementate nella pratica. Questo approccio ha consentito di rispondere ai bisogni degli imprenditori agricoli, avendo un ruolo attivo nel partenariato dei **Gruppi Operativi** durante la progettazione, l'attuazione e la diffusione del progetto di innovazione.

È con questo spirito che nasce il **G. O. InnovOil** al fine di sviluppare il **Progetto InMiQuOil** che rappresenta un acronimo il cui significato è *"Un innovativo sistema finalizzato al miglioramento della qualità della filiera olivicola"*.

L'area geografica di riferimento, nell'ambito del quale è stato sviluppato il Progetto, ricade nel territorio di produzione dell'olio extra vergine d'oliva DOP Monti Iblei che interessa le province di Catania, Ragusa e Siracusa. In questa zona elettiva, la coltivazione dell'ulivo si basa su sistemi tradizionali e ciò è testimoniato dalla presenza di migliaia di ettari di uliveti e di centinaia di piccoli frantoi, che utilizzano processi di estrazione dell'olio tramite centrifuga, o secondo sistemi ancora più tradizionali, quali i meccanismi a pressione. L'estensione delle coltivazioni olivicole ha determinato la nascita di diverse decine di aziende che imbottigliano il prodotto, lo commercializzano e che sono proiettate sui mercati nazionali ed esteri.

In questo contesto territoriale, dall'elevata variabilità altimetrica, la coltura dell'ulivo costituisce uno dei paesaggi agrari più diffusi, ricco di piante secolari.

Gli olivi sono sparsi nei terreni collinari, oppure abbinati alle altre tre colture tipiche degli Iblei, i carrubeti, i mandorleti e i vigneti, o posti ai margini degli agrumeti e delle aree coltivate ad ortaggi. La concimazione viene effettuata in rapporto alla coltura consociata ed è prevista l'irrigazione di soccorso e la potatura ad anni alterni. Le varietà più coltivate sono: la **Moresca**, la **Tonda Iblea** e la **Nocellara Etnea** o **Verdese**, in minor misura si trova la **Biancolilla**, la **Siracusana**, la **Nocellara Messinese**, e di più recente introduzione varietà non siciliane come la **Carolea** e la **Coratina**.

La raccolta delle olive viene fatta in maniera differenziata a seconda dell'altitudine, dal mese di settembre a gennaio.

I punti di forza del comparto olivicolo ibleo sono riconducibili alla presenza nel territorio di una elevata diversificazione varietale di specie autoctone localizzate all'interno di estese aree vocate e in grado di fornire elevate qualità e quantità di prodotto in tutte le categorie di fruttato. Negli ultimi anni, inoltre, si è assistito ad una costante crescita delle superfici olivicole destinate a produzioni di qualità legate a coltivazioni biologiche o ricadenti nell'ambito della DOP Monti Iblei che caratterizza le principali aree olivicole del comprensorio.

Accanto al notevole significato ambientale, paesaggistico, storico, culturale e antropologico che assumono le superfici olivetate, si va sempre più affermando la valenza multifunzionale della coltivazione dell'ulivo in termini di tipologia di allevamento (oliveti irrigui e in asciutto), di tecniche colturali (tradizionali e moderne) e di destinazione degli impianti (olio, olive, piante ornamentali, agriturismo, oleoturismo, biomassa, etc.). Per quanto concerne le fasi di trasformazione e commercializzazione, si nota una notevole disponibilità di fonti di approvvigionamento e una elevata potenzialità di differenziazione delle produzioni per varietà, per processo (Bio, monovarietale, tracciato), e per tipicità (DOP) a cui si accompagna una capillare diffusione dei frantoi il che implica una riduzione dei tempi di trasformazione a garanzia di una migliore qualità del prodotto.

Le produzioni olivicole del comprensorio di riferimento evidenziano alcuni punti di debolezza riconducibili alla frammentazione della struttura produttiva con conseguenti riflessi sulla competitività dell'intero comparto accompagnata da una considerevole variabilità sia qualitativa che quantitativa delle produzioni. I costi di produzione risultano abbastanza elevati e si evidenzia una certa difficoltà di reclutamento della manodopera specializzata essenziale per la buona riuscita delle operazioni colturali ma anche della fase di raccolta. Da una breve analisi, emerge anche un basso livello tecnologico degli impianti e delle tecniche di lavorazione e, quindi, una scarsa organizzazione tecnico-agronomica delle imprese.

Le principali opportunità per lo sviluppo del comparto sono riconducibili ad una crescita della richiesta di olio d'oliva a livello internazionale legata alla notevole rilevanza del prodotto in termini salutistici (crescente rilevanza assunta dalla dieta mediterranea in ambito internazionale) insieme ad una maggiore sensibilità dei consumatori nei riguardi delle produzioni di qualità che consenta la valorizzazione delle produzioni olivicole del comprensorio.

I rischi a cui potrebbe andare incontro il comparto sono essenzialmente legati all'ingresso di produzioni di scarsa qualità provenienti dai Paesi Terzi che andrebbero ad inficiare la qualità dell'olio siciliano e alla possibilità che vengano abbandonate gran parte delle superfici olivetate localizzate nelle aree marginali con conseguente impatto negativo sulla salvaguardia del territorio e sul paesaggio rurale.



Pertanto, con il **Progetto InMiQuOil** si è inteso proporre lo sviluppo di un modello tecnologicamente avanzato e sostenibile per la produzione di olio extravergine di oliva di qualità. L'implementazione di protocolli mirati al rinnovamento tecnologico, alla qualità e alla tracciabilità del prodotto, nonché l'implementazione e il testing di nuove tecnologie di trasformazione, infatti, possono consentire il superamento dei punti critici che le aziende del comparto oggi si trovano ad affrontare quotidianamente.

Questo manuale divulgativo, pertanto, mira a illustrare il progetto nella sua articolazione con la descrizione sugli obiettivi del progetto di innovazione, sull'ubicazione delle attività, sul partner capofila, sui membri della partnership, la durata del progetto e i risultati ottenuti.

Il manuale potrà essere scaricato dal sito web del G. O. InnovOil ([www.inmiquoil.it](http://www.inmiquoil.it)) e vuole rappresentare un facile strumento di consultazione sia per i professionisti che per gli utenti del settore.

### **Descrizione del progetto**

L'intero processo di realizzazione del progetto si è articolato in più azioni innovative tramite le quali si è inteso trasferire l'innovazione in un contesto aziendale ed interaziendale.

#### **Azione 1. Studi di fattibilità e /o studi propedeutici**

**Avvio del progetto.** L'avvio del progetto ha comportato la messa a punto del progetto esecutivo: in questa sezione rientrano tutte le attività preparatorie all'avvio del progetto: l'individuazione dei lotti di produzione interessati all'innovazione, le tecnologie innovative da impiegare comprese quelle relative alla fase di trasformazione, l'addestramento del personale delle imprese partner da dedicare al progetto.

#### **Azione 2. Animazione del territorio.**

Le attività di animazione del territorio sono state legate al coinvolgimento dei diversi partner ed all'organizzazione delle diverse attività. L'attività di animazione si è esplicitata attraverso l'organizzazione di diversi meeting nell'ambito dei quali si sono discussi gli aspetti legati all'innovazione del progetto pilota da proporre al fine di sviluppare una linea comune d'intenti.

#### **Azione 3. Predisposizione Progetto di cooperazione**

Le attività legate alla predisposizione del progetto di cooperazione hanno portato alla costituzione di un gruppo di lavoro composto dallo Studio Associato Agriengineering di Catania e dal Centro di Ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura (CREA-OFA) con sede in Acireale (CT), di concerto con i fornitori dei servizi previsti, che si è fatto carico dello sviluppo del progetto e del relativo piano finanziario.

#### **Azione 2. Esercizio della cooperazione.**

**a) Coordinamento.** Il coordinamento, il monitoraggio e la gestione del progetto sono state volte a coordinare tutte le azioni e le attività di collegamento tra operatori agricoli, ente di ricerca, assistenza tecnica e frantoio. Il coordinamento scientifico del progetto, sviluppato dal soggetto Capofila in sinergia con l'Ente di ricerca, ha consentito il rispetto del piano di attività con relativo cronoprogramma progettuale per il raggiungimento degli obiettivi previsti, nel corso dell'intera durata temporale del progetto.

**b) Trasferimento di tecniche razionali di gestione della chioma per oliveti**

**tradizionali.** L'azione ha comportato il trasferimento applicato in campo in impianti tradizionali (sesti regolari, con potenzialità di assicurare reddito ma gestiti in modo tradizionale) delle tecniche di potatura dell'olivo a vaso policonico. Il rinnovamento di piante molto vecchie e allevate secondo forme obsolete e spesso condotta in modo non razionale determina tempi lunghi per il ritorno in piena produzione. Pertanto, la presente azione ha avuto lo scopo di definire una serie di soluzioni di intervento rispettose della fisiologia della specie, al fine di minimizzare i tempi per il recupero della piena funzionalità degli alberi, e delle norme sulla sicurezza del lavoro, in grado di creare una struttura della chioma che permette una più facile meccanizzazione con un impatto considerevole sul miglioramento della redditività degli impianti tradizionali.

- c) Tecniche innovative per la difesa fitosanitaria sostenibile di oliveti.** Con la presente azione è stato sviluppato un maggiore presidio nelle aziende agricole in funzione della diminuzione dell'uso di prodotti fitosanitari e dell'implementazione della attività integrata della gestione dei parassiti tramite opportuni monitoraggi con trappole specifiche per ciascun fitofago (con particolare riferimento alla mosca dell'olivo) e l'utilizzo di prodotti innovativi a basso impatto ambientale. A tal proposito, l'azione, indirettamente, ha determinato conseguenze positive sulla salubrità del prodotto finito e, quindi, una maggiore attenzione alla salute del consumatore finale. Inoltre, il monitoraggio effettuato nei diversi oliveti ha consentito di delineare un quadro generale sullo stato fitosanitario delle coltivazioni, evidenziando eventuali criticità legate a fitofagi e patogeni già noti e diffusi sull'olivo, o emergenti e potenzialmente pericolosi.
- d) Innovazioni di processo in frantoio.** L'utilizzo di nuove tecnologie per la molitura delle olive e la maggiore attenzione alla qualità del prodotto in frantoio sono state convalidate da specifiche metodiche analitiche. Il CREA-OFA, pertanto, ha sviluppato un monitoraggio chimico-fisico degli oli, della composizione lipidica e dei composti bioattivi di interesse (polifenoli, tocoferoli, ecc.) per la valutazione dell'impatto delle nuove tecnologie sulla qualità degli oli. In primo luogo, valutando la composizione triacilglicerica degli oli così come la distribuzione degli acidi grassi esterificati alla molecola di glicerolo, ed in secondo luogo, caratterizzando la composizione dei trigliceridi e studiando il profilo fenolico e dei tocoferoli attraverso analisi HPLC e HPLC-MS. L'analisi chimica ha previsto anche l'individuazione dell'acidità libera, il numero di perossidi, le costanti spettrofotometriche, la composizione dei singoli acidi grassi, i tocoferoli totali, gli steroli totali, i fenoli totali, l'analisi FAME+FAEE. L'analisi sensoriale è stata condotta da un panel di esperti altamente qualificati secondo la procedura prevista dal Reg. 2568/91 e s.m.i.
- e) Tracciabilità dell'Olio di oliva DOP Monti Iblei mediante l'applicazione di un approccio chimico multidisciplinare.** Le attività sono state mirate alla valorizzazione di un prodotto che presenta caratteristiche peculiari dovute esclusivamente o essenzialmente all'ambito geografico di provenienza, mettendo in luce, attraverso differenti determinazioni analitiche, l'alta qualità delle produzioni. L'obiettivo generale del progetto, pertanto, è stato quello di creare un database rappresentativo e statisticamente valido, dell'Olio di Oliva Dop "Monti Iblei", la cui origine geografica possa essere autenticata da prelievi appositamente realizzati nelle zone d'origine oggetto di studio. In conformità agli obiettivi previsti dal progetto, gli obiettivi specifici sono stati così articolati:
- realizzazione dei campionamenti presso le aziende partner;
  - caratterizzazione analitica (azione precedente);
  - individuazione di marker di discriminazione mediante spettrometria di massa isotopica.

L'indagine sulla classificazione e l'individuazione dell'origine geografica è stata effettuata utilizzando uno spettrometro di massa isotopico, per mezzo del quale sono stati valutati i rapporti isotopici  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  e  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  degli oli oggetto di indagine. Tali  $\delta$  isotopici sono infatti dovuti a fattori cinetico-chimici e fisici, intimamente correlati all'origine botanico-metabolica o geografica del prodotto.

**f) Attività di gestione dei dati e supporto alle decisioni.** Tutti i dati ottenuti sia in campo che in frantoio sono stati inseriti nella piattaforma informatica dedicata al fine di creare un database in continuo aggiornamento finalizzato alla gestione e al supporto delle decisioni. I dati raccolti sono stati messi a disposizione delle aziende partner, oltre che dei tecnici e dei ricercatori impiegati, e costituiscono uno spunto per le attività migliorative future.

**Azione 3. Disseminazione e trasferimento dei risultati.** I risultati ottenuti sono stati trasferiti agli stessi partner tramite attività divulgative in campo (open day e/o giornate tecniche) e attività di divulgazione (workshop, seminari, forum o pubblicazioni in riviste specializzate del settore sia a mezzo stampa che online). Altresì, è stata predisposta una piattaforma web nella quale sono confluite le varie risultanze delle attività e il presente manuale divulgativo dell'innovazione nel quale sono raccolte le attività di progetto ed i risultati conseguiti oltre ad una conferenza finale nella quale sono stati illustrati i risultati conseguiti.

## **Il contributo della piattaforma Agricolus e nuove tecnologie nel progetto In.Mi.Qu.Oil**

*Rodolfo Occhipinti, Simone Caruso e Vincenzo Scibetta di Sata Srl*

### **Soluzioni tecnologiche per un'olivicoltura sostenibile volta al miglioramento della gestione colturale e all'ottenimento di produzioni quanti-qualitative eccellente**

L'obiettivo generale del progetto è stato quello di dare risposte e soluzioni al comparto olivicolo regionale attraverso un modello produttivo tecnologicamente avanzato e sostenibile. Abbiamo messo a punto tecniche innovative per migliorare l'efficienza irrigua grazie ad un attento monitoraggio dei parametri climatici, abbiamo affrontato con particolare interesse le problematiche causate da fitofagi chiave come la tignola dell'olivo *Prays oleae* e la mosca dell'olivo *Bactrocera oleae*, il loro monitoraggio è stato essenziale per il controllo di queste avversità che minacciano la produzione di olive sia in termini quantitativi che qualitativi. Sono state utilizzate trappole a feromoni per il monitoraggio, tecnica essenziale per conoscere la reale presenza in campo e intervenire tempestivamente quando la soglia di danno non è più economicamente accettabile; sono state utilizzate soluzioni per il loro controllo che hanno ridotto gli input chimici, utilizzando tecniche a minor impatto ambientale e valutandone la loro efficacia.

L'attività svolta ha previsto un presidio delle aziende agricole per favorire l'implementazione del regime di lotta integrata per la gestione dei parassiti, che indirettamente ha influito positivamente sulla salubrità del prodotto finito e, quindi, una maggiore attenzione alla salute del consumatore finale. Inoltre, il monitoraggio effettuato nei diversi oliveti ci ha permesso di avere un quadro generale sullo stato fitosanitario delle coltivazioni, evidenziando eventuali criticità legate a fitofagi e patogeni.

Noi di Sata ci siamo occupati della gestione di una piattaforma web "Agricolus" in grado di garantire l'analisi e il monitoraggio dei parametri di coltivazione attraverso l'integrazione di un software che analizza e preleva i dati grazie ad una rete di satelliti. La piattaforma, infatti, analizza e preleva le informazioni per mezzo di innovativi algoritmi in modo da seguire in maniera precisa e dettagliata quello che succede in campo e controllarne la resa ottimizzando l'impiego di fitofarmaci e dell'irrigazione; tale tecnologia può consentire un risparmio idrico, energetico e un efficiente utilizzo di trattamenti fitosanitari; l'architettura di tale tecnologia prevede ha previsto anche l'utilizzo di capannine posizionate in campo e sensori messi nel suolo per il monitoraggio e l'analisi della temperatura e dell'umidità dell'aria, la radiazione solare, la temperatura e umidità del terreno, la bagnatura fogliare, etc. correlati ai sensori del meteo (velocità e direzione del vento, piovosità); tale tecnologia viene attivata attraverso un'installazione di rete in grado di supportare lo scambio di informazioni ad alta velocità ed in tempo reale con un sistema di connettività a banda larga.

### **La piattaforma Agricolus e il suo funzionamento**

Agricolus è un'azienda che sviluppa strumenti digitali per il settore agricolo, con l'obiettivo di supportare il lavoro degli attori della filiera alimentare.

La piattaforma ci ha permesso di mappare i campi d'interesse del progetto così da poter avere un'efficiente elaborazione dei dati, registrare le informazioni aziendali, pianificare le operazioni colturali.

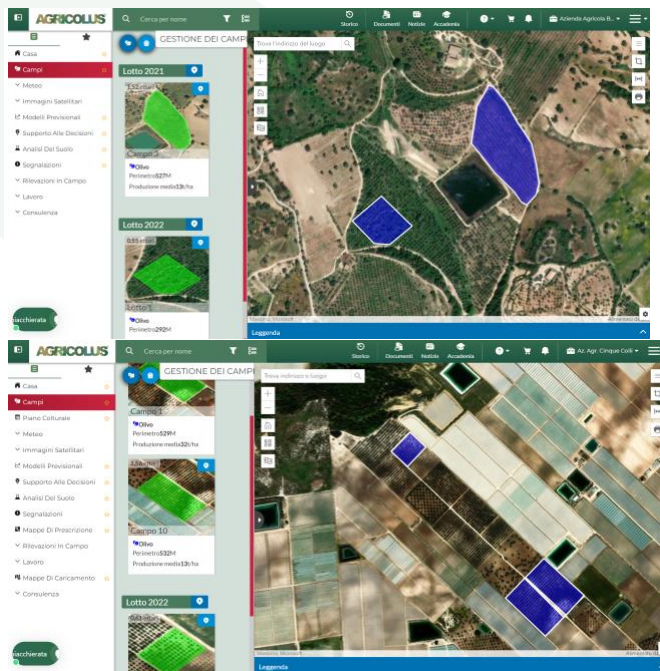


Foto 1: mappatura campi BUS

Foto 2: mappatura campi CIN

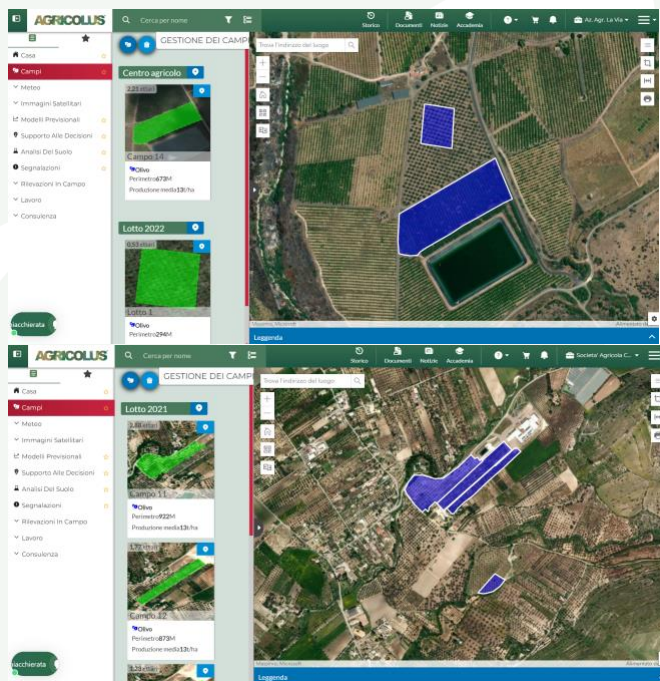
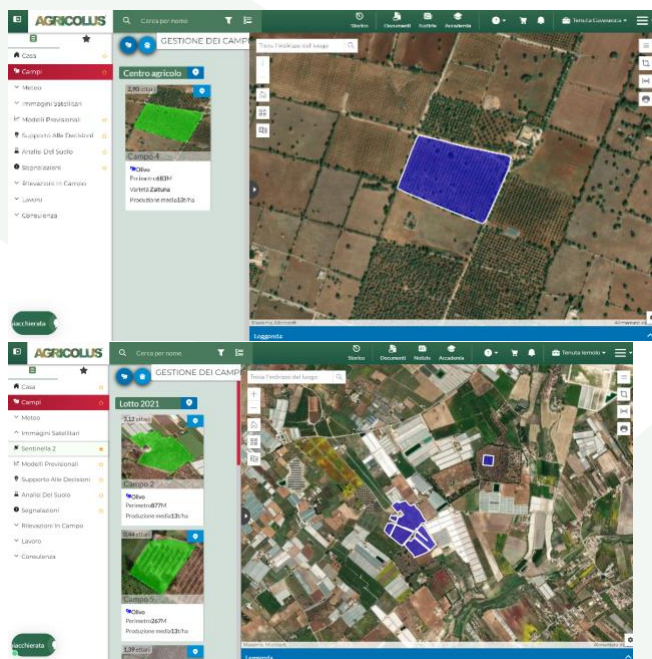


Foto 3: mappatura campi LAV

Foto 4: mappatura campi CUT



**Foto 5: mappatura campi CAV**

**Foto 6: mappatura campi IEM**

Per ogni lotto sono stati inseriti in piattaforma: il nome del lotto, l'uso colturale, la data inizio lavoro, la gestione del suolo, la varietà coltivata, l'anno di impianto, le rese, il sistema di irrigazione, la tessitura del terreno, la pendenza, i dati catastali.

Per ogni lotto caricato, Agricolus è in grado di fornire delle immagini satellitari che consentono di individuare lo stato di salute dell'oliveto. I satelliti sono uno dei mezzi più utilizzati in agricoltura per effettuare il *remote sensing* o telerilevamento. Le immagini satellitari hanno permesso infatti di monitorare le colture da remoto in modo preciso ed efficiente in tempo reale.

Quando si parla di immagini satellitari, e di *remote sensing* in generale, è necessario introdurre il concetto di indice di vegetazione per capire come questi permettano il monitoraggio dello stato di salute delle colture da remoto. Gli indici di vegetazione sono uno strumento chiave della *Smart Farming*: l'utilizzo dei dati satellitari e la loro corretta interpretazione ottimizzano gli interventi in campo e rendono sostenibile, dal punto di vista economico, un'attività di *crop scouting* strutturata. Gli indici possono descrivere la vigoria della pianta, fornendo una misura del suo stato di salute generale, oppure problematiche specifiche come lo stress idrico o la quantità di clorofilla.

Esistono diverse tipologie di indici di vegetazione e sono:

**NDVI:** permette di valutare lo stato di salute della vegetazione e mostra le differenze nel vigore della pianta, analizzando la riflettanza della vegetazione nelle bande del Rosso e del NIR.

**SAVI:** permette di valutare le condizioni di sviluppo della vegetazione nelle fasi di emergenza e inizio dello sviluppo, in quanto applica una correzione al suolo nudo.

**LAI:** indice di area fogliare che è correlato alla superficie fogliare della pianta espressa in m<sup>2</sup> su m<sup>2</sup> derivato dall'indice EVI.

**TCARI/OSAVI:** indice di clorofilla che permette di individuare eventuali aree clorotiche all'interno del campo e ottenere una panoramica sullo stato nutrizionale delle piante.

**WDRVI:** analizza lo stato di salute della vegetazione ed è particolarmente utile quando la vegetazione è ben sviluppata e rigogliosa.

**GNDVI (Green-NDVI):** è un ulteriore indice di vigoria che riduce l'effetto di saturazione quando la vegetazione è particolarmente sviluppata.

**NDMI:** indice specifico che valuta il contenuto idrico della vegetazione, quindi utilizzabile solo con vegetazione sviluppata; può essere utilizzato per valutare il contenuto idrico del terreno; in caso di suolo nudo, un valore alto dell'indice indica suolo asciutto. In presenza di vegetazione, invece, un valore alto dell'indice indica che la pianta non è in stress idrico.

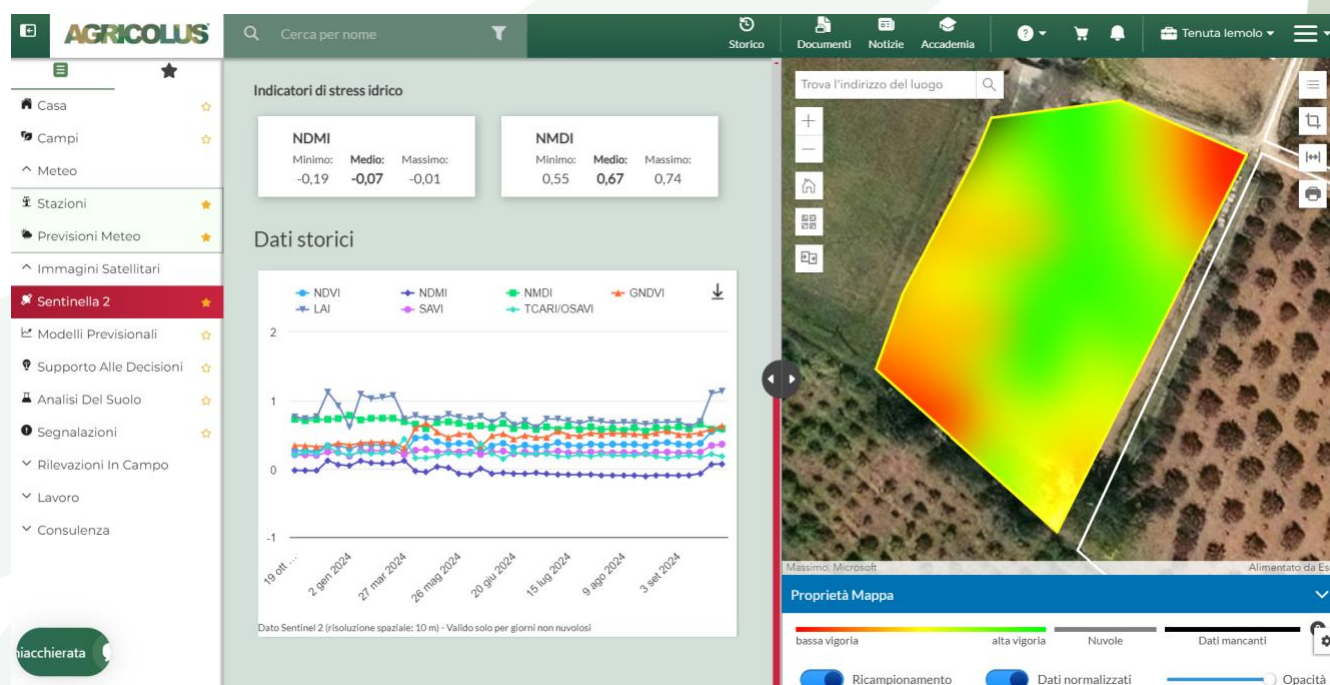


Foto 7: immagini satellitari IEM

Uno degli aspetti innovativi della piattaforma sono i **modelli previsionali** sviluppati per il settore agricolo che forniscono informazioni utili per il supporto alle decisioni come:

- Fenologia della coltura (stadio di sviluppo delle colture o stadio di maturazione dei frutti),
- Rischio di infestazione da patogeni o fitofagi specifici in ciascun momento del ciclo colturale,
- Fabbisogno nutrizionale delle colture,
- Fabbisogno idrico delle colture,
- Adottare strategie efficaci.

I modelli previsionali che sono stati valutati e utilizzati in particolar modo durante il progetto sono stati:

- Modello previsionale per le irrigazioni;
- Modello previsionale della *Bactrocera oleae*.

### Modello previsionale per le irrigazioni

Il modello irriguo di Agricolus ci ha fornito dei consigli irrigui e in particolar modo il quantitativo di acqua da somministrare alla coltura. La piattaforma, infatti riesce a calcolare il contenuto idrico del terreno fino a una settimana successiva alla data di consultazione, questo viene garantito grazie ad un algoritmo che incrocia le previsioni meteo riferite ad ogni singolo lotto mappato così da non consigliare un'irrigazione quando vi è prevista una pioggia nella settimana successiva all'intervento irriguo.

La piattaforma elabora un bilancio idrico che tiene conto di diversi parametri come tessitura del suolo, precipitazioni, portata dell'impianto di irrigazione, n. gocciolatori, coltura presente e irrigazioni effettuate il tutto per fornire un consiglio su quando e quanto irrigare. Il consiglio irriguo viene alimentato dai dati sulla piovosità e dalle operazioni di irrigazione registrate e fornisce aggiornamenti costanti sui valori della curva di deficit idrico, che corrisponde alla quantità di acqua mancante rispetto alla capacità idrica di campo. Sono presenti altre due curve di riferimento: la soglia ottimale (livello di deficit al di sotto del quale la coltura inizia a subire stress) e la soglia critica, conosciuta anche come punto di appassimento, che rappresenta il limite ultimo per evitare danni idrici gravi. Il modello allerta l'agricoltore nel momento in cui il deficit scende al di sotto della soglia ottimale, indicando la quantità di acqua da apportare. Inoltre, è possibile consultare la tabella che riporta i dati di evapotraspirazione e deficit idrico su base giornaliera per pianificare le operazioni di irrigazione in base alle proprie esigenze. L'utilizzo di questo strumento di irrigazione di precisione permette di prevenire stress idrici e razionalizzare il consumo di acqua.

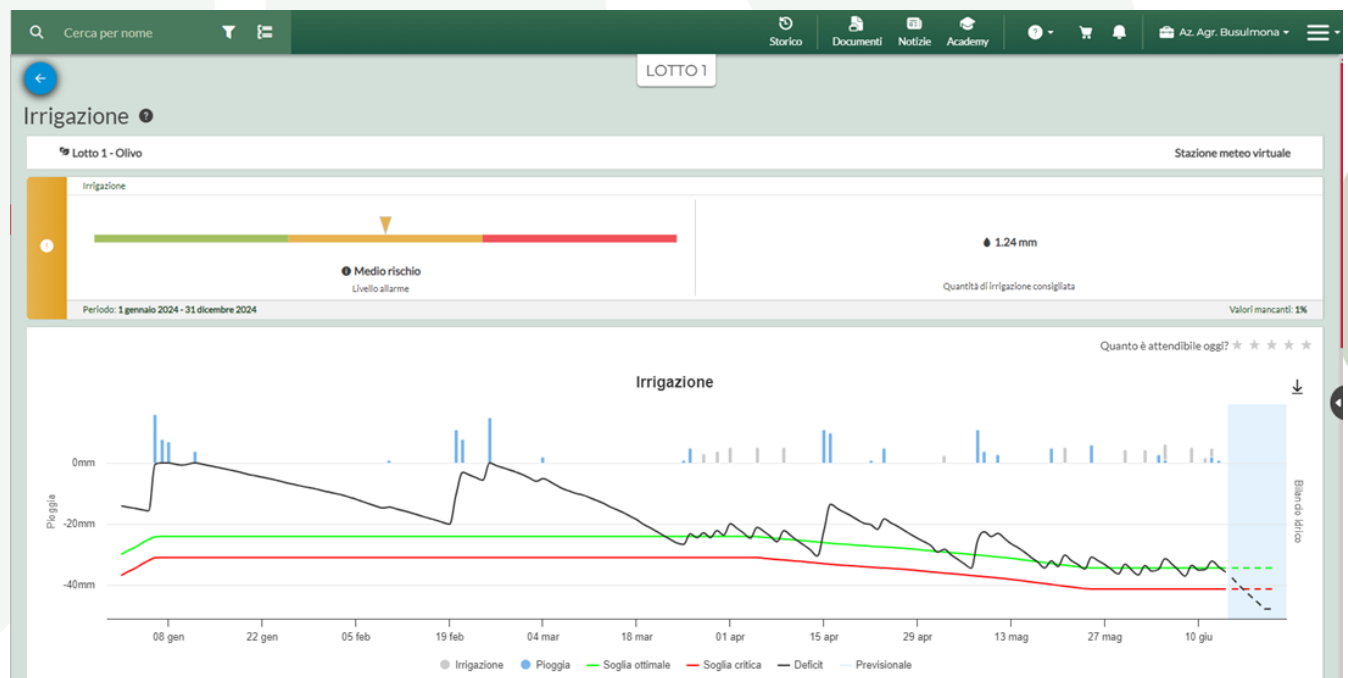


Foto 8: bilancio idrico fornito dalla piattaforma BUS



**Deficit idrico:** mm di acqua che mancano al suolo per portare il terreno alla capacità di campo.

**Soglia critica:** mm di acqua nel suolo sotto i quali la pianta, in quella determinata fase fenologica, inizia ad appassire.

**Soglia ottimale:** mm di acqua che si deve trovare all'interno del suolo per far sì che la coltura, in quella determinata fase fenologica, assorba acqua senza incorrere in stress. Sotto questa soglia la pianta inizia ad andare in stress idrico.

**Rettangolo:** previsione del bilancio idrico calcolato mediante previsione meteo (temperatura, pioggia, vento, etc.).

### **Modello previsionale della *Bactrocera oleae***

La mosca dell'olivo (*Bactrocera oleae*) è uno dei fitofagi chiave dell'oliveto, con l'attività di ovideposizione all'interno delle drupe, causa ingenti danni alla coltivazione sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo. La diffusione della mosca dell'olivo, nell'areale siciliano è sistemica ed è una delle avversità da attenzionare maggiormente. Si possono effettuare attività di monitoraggio preventivo, nelle fasi tardo primaverili ed estive mediante trappole a feromoni e, successivamente, superata la soglia di attenzione, intervenire con i trattamenti previsti dalle normative o mediante l'installazione di trappole a cattura massale. Il clima caldo e le temperature continuative oltre i 35-38°C causano un rallentamento e un blocco dell'attività fitofaga della mosca in quanto le alte temperature dell'aria causano sterilità degli individui adulti e una riduzione delle attività di ovideposizione. Il modello previsionale di Agricolus fornisce, mediante la correlazione tra le capannine meteo (fisiche o virtuali) e i dati fenologici della pianta, l'elaborazione di modelli previsionali di presenza della mosca dell'olivo nelle varie fasi della sua biologia. Il modello simula le generazioni della mosca dell'olivo che, essendo polivoltina, compie un numero di generazioni variabile con l'annata e con la disponibilità termica della località di interesse. Viene calcolata la ripartizione della popolazione dell'insetto tra i vari stadi di sviluppo (uovo, larve, pupe, adulti) tale calcolo viene effettuato sulla base di valori di temperatura giornaliera misurati dalla stazione meteo di riferimento. La consultazione del modello di sviluppo della mosca consente di programmare le attività di monitoraggio in campo e le strategie di difesa più appropriate, siano esse adulticide preventive (prevalenza di adulti) che larvicide curative (prevalenza di uova e larve).

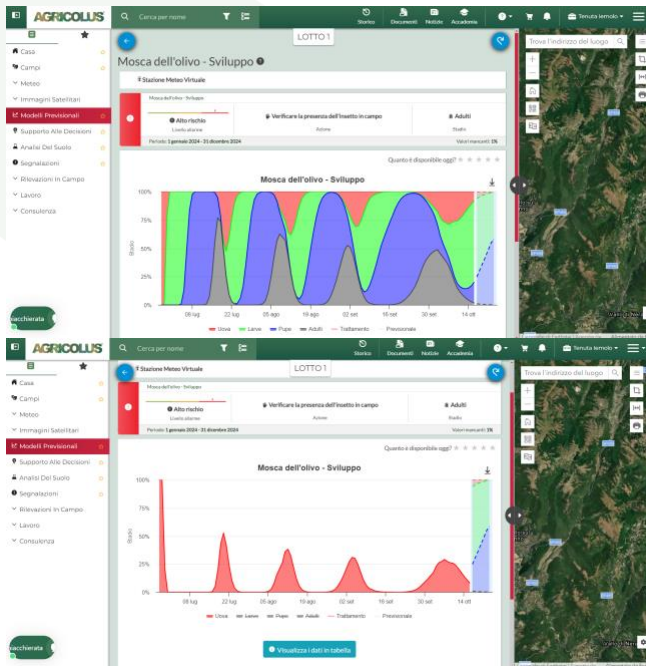


Foto 9: modello previsionale mosca dell'olivo sviluppo Uova – Larve – Pupe - Adulti IEM

Foto 10: modello previsionale mosca dell'olivo sviluppo Uova IEM

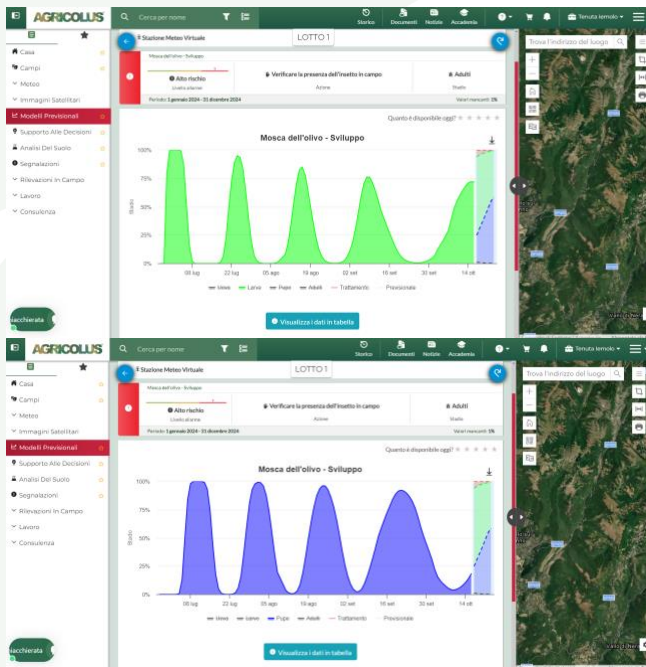
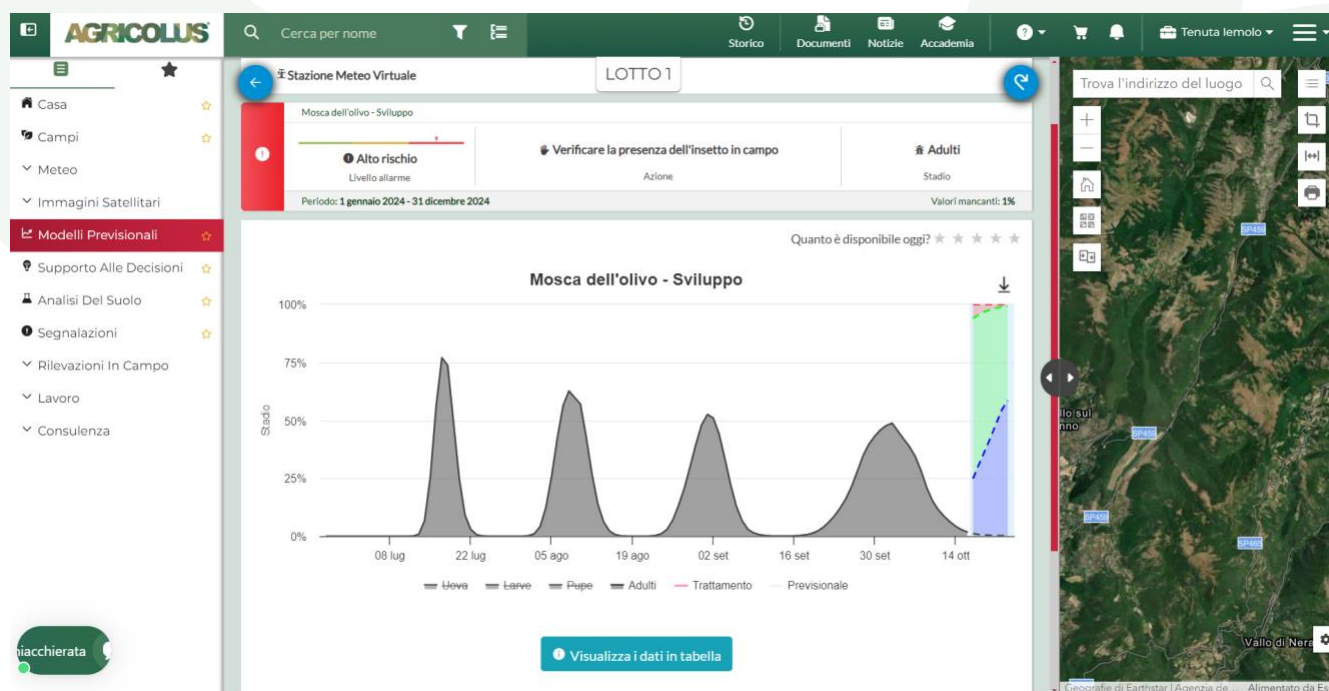


Foto 11: modello previsionale mosca dell'olivo sviluppo Larve IEM

Foto 12: modello previsionale mosca dell'olivo sviluppo Pupe IEM



**Foto 13: modello previsionale mosca dell'olivo sviluppo Adulti IEM**

Attività svolta: monitoraggio dei parametri climatici e umidità del terreno, monitoraggio dei fitofagi e controllo con tecniche a minor impatto ambientale per un'olivicultura sostenibile.

Per un corretto consiglio irriguo, oltre a monitorare i modelli previsionali della piattaforma Agricolus ci siamo avvalsi delle stazioni meteo Elisian posizionate in campo. La stazione indicata in figura 14 è alimentata con pannelli solari e consente di misurare:

- Temperatura e umidità dell'aria;
- Velocità e direzione del vento;
- Intensità di pioggia.
- Bagnatura fogliare.

Oltre alla capannina agrometeorologia sono state installate nelle sei aziende delle sonde per il monitoraggio della temperatura e umidità del terreno (foto 15) utili per la formulazione dei consigli irrigui.

Grazie a questa strumentazione ai parametri colturali come area della chioma, sesto d'impianto, % di ombreggiamento ci è stato possibile calcolare i quantitativi di acqua necessaria alla coltivazione così da ridurre a minimo gli sprechi idrici e ottimizzare la produzione agricola evitando stress causate da deficit o eccessi idrici.



Foto 14: stazione agrometeo Elaisian CIN



Foto 15: Sonda al terreno CIN

Uno degli obiettivi principe del progetto è stato quello di massimizzare la produzione e ottenere un prodotto di qualità; quindi, è stato necessario effettuare il monitoraggio dei fitofagi, per tal motivo sono state installate nei campi delle trappole a feromoni per il monitoraggio della tignola dell'olivo *Prays oleae* e della mosca dell'olivo *Bactrocera oleae*.



Foto 16: Trappola a feromoni *Prays oleae* BUS

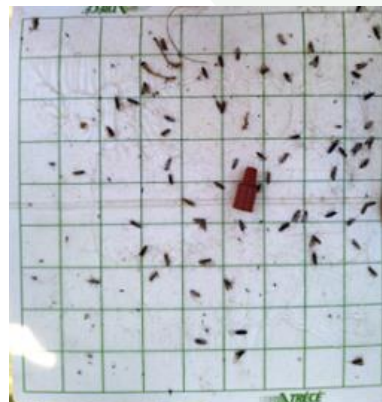


Foto 17: Catture *Prays oleae* BUS



Foto 18: Trappola a feromoni *Bactrocera oleae* BUS



Foto 19: Catture *Bactrocera oleae* BUS

Oltre a questo metodo di monitoraggio classico sono state installate nelle sei aziende aderenti al progetto le **Elais Trap – Color** che rappresentano un sistema di trappole con fotocamera integrata le quali ci hanno permesso di effettuare il monitoraggio dei fitofagi anche da remoto. Oltre a poter visionare il piano adesivo di cattura questa nuova tecnologia ci ha permesso di scaricare un file in formato Excel nel quale era possibile visionare il numero di catture e la specie catturate; infatti, questo strumento è munito di un software di riconoscimento visivo che facilita il monitoraggio dei fitofagi e ci ha consentito un notevole risparmio di tempo.



Foto 20: Elais Trap – Color CIN

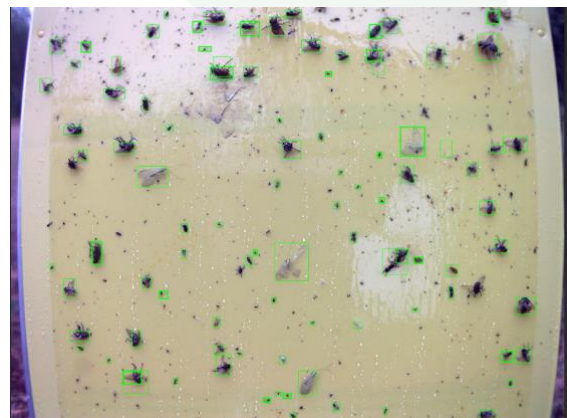


Foto 21: Elais Trap – Color foto catture CAV

Per il controllo della *Prays oleae* (tignola dell'ulivo) le catture non hanno rilevato la necessità di effettuare interventi, invece per quanto riguarda la mosca dell'olivo *Bactrocera oleae* è stato necessario intervenire. Sono stati utilizzati due prodotti a basso impatto ambientale quali:


- **Caolino**, irrorato sulla chioma ad una concentrazione del 5% ha creato una pellicola che inibisce la proliferazione dei batteri simbiotici della mosca e riduce l'effetto attrattivo che hanno i composti come enzimi e fenoli prodotti dalle olive, inoltre ha un'azione protettiva nei confronti della radiazione solare con azione riflettente dell'infrarosso, riducendo le scottature fogliari e aumentando la capacità fotosintetica grazie alla riduzione delle temperature riducendo la perdita d'acqua per traspirazione fogliare.
- **Dakofaka serbios**: sono trappole a cattura massale con tecnologia *attract and kill*, il meccanismo d'azione di questi dispositivi sfrutta la capacità attrattiva delle proteine idrolizzate e quella abbattente della deltametrina. Le trappole sono state disposte in tutti gli alberi di ulivi presenti nel perimetro del campo e alterando un filare con trappole e un filare senza, le trappole sono state installate prediligendo il lato sud-ovest della chioma ad un'altezza medio-altra della chioma evitando l'esposizione diretta ai raggi solari.



Foto 22: schema per disposizione trappole

Foto 23: Trappola Dakofaka Serbios LAV

Grazie al monitoraggio dei fitofagi e alla corretta interpretazione dei dati meteo e satellitari si è riusciti a controllare in modo sostenibile la *Bactrocera oleae* ottenendo una buona

The background of the page features a stylized, light green olive branch with several large, teardrop-shaped leaves. The branch and leaves are rendered in a flat, minimalist style, creating a clean and natural aesthetic. The text is positioned in the upper left quadrant of the page, overlaid on the white background.

qualità della materia prima priva di danni da parte del fitofago, riducendo l'impatto ambientale e salvaguardando la sicurezza del consumatore.

Un'ulteriore attività di cui ci siamo occupati è stata quella di fornire al CREA le olive delle diverse aziende in periodi fenologici differenti. Il CREA si è occupato della molitura delle olive e analizzare l'olio ottenuto nei diversi periodi di ricezione, così da poter individuare il periodo di raccolta che garantisca un'ottimale qualità organolettica dell'olio ottenuto e che fornisca una maggior resa.

# Razionalizzazione della gestione degli oliveti mediante la tecnica della potatura

*Daria Costantino<sup>1</sup>, Serena Camuglia<sup>1</sup>, Giuseppina Las Casas<sup>1</sup>, Filippo Ferlito<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria –Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura, Agrumicoltura, sede di Acireale (CT)*

## Introduzione alla gestione degli oliveti e alla problematica attuale

L'olivicoltura italiana costituisce un pilastro dell'agricoltura mediterranea, non solo per il suo valore economico, ma anche per il suo impatto culturale e ambientale. Con oltre 1,16 milioni di ettari coltivati a olivo, l'Italia è tra i maggiori produttori di olio d'oliva al mondo. Tuttavia, nonostante l'eccellenza riconosciuta a livello internazionale, il Paese non è autosufficiente nella produzione di olive. Questo è dovuto a una serie di criticità strutturali, come la polverizzazione aziendale, la presenza di impianti tradizionali e la perdita di competitività sui mercati globali. Negli ultimi anni, la gestione degli oliveti ha incontrato nuove sfide legate al cambiamento climatico, all'emergenza di malattie come la Xylella fastidiosa e alla ridotta produttività degli oliveti più vecchi. Molti degli impianti tradizionali sono costituiti da alberi con più di 50 anni, con una bassa densità di impianto e limitate possibilità di modernizzazione. Fattori che contribuiscono a ridurre la capacità produttiva del settore e aumentano i costi di gestione.

L'innovazione, tuttavia, rappresenta la chiave per superare queste sfide e rilanciare il settore. Adottare tecniche moderne, come la potatura razionale e meccanizzata, oltre all'automazione delle operazioni colturali, può migliorare significativamente la produttività e ridurre i costi. Queste innovazioni, oltre a essere impiegate negli impianti di nuova costituzione, dovrebbero essere introdotte, ove possibile, per il ripristino e il rinnovamento di vecchi impianti, anche estensivi, e di impianti in fase di obsolescenza a causa di carenze gestionali e colturali. Queste soluzioni tecnologiche permettono una gestione più efficiente delle risorse, come l'acqua e i fertilizzanti, e contribuiscono a garantire una qualità superiore del prodotto finale.

Non meno importante è l'investimento nella formazione di nuove generazioni di agricoltori, capaci di adottare e sfruttare le tecnologie avanzate. Con un approccio integrato, che coniughi tradizione e innovazione, l'olivicoltura italiana può mantenere la sua rilevanza internazionale, migliorando la sostenibilità economica, sociale e ambientale del settore.

## Problematiche principali

Negli oliveti italiani, soprattutto quelli tradizionali, emergono numerose sfide che minano la produttività e l'efficienza economica. Le principali problematiche possono essere riassunte nei seguenti punti:

1. **Senescenza e riduzione della produzione:** Gli oliveti tradizionali sono spesso costituiti da alberi di età avanzata, caratterizzati da chiome eccessivamente



sviluppatе e distribuite in modo irregolare. La vegetazione si concentra prevalentemente nelle zone periferiche, lasciando le aree interne scarsamente illuminate e soggette a seccumi estesi, che determinano una ridotta produttività in queste parti dell'albero. Questa disomogeneità nella struttura della chioma compromette la capacità produttiva complessiva, generando forti oscillazioni tra annate di alta resa e annate di scarsa fruttificazione. Tale fenomeno non solo influisce negativamente sulla stabilità economica delle aziende agricole, ma complica anche la gestione ottimale degli oliveti.

- 2. Costi di gestione elevati:** Gli oliveti tradizionali richiedono un elevato impiego di manodopera, soprattutto per operazioni come la potatura e la raccolta. La potatura manuale, in particolare, è un'attività complessa che necessita di competenze specializzate e di tempi prolungati, comportando un significativo aumento dei costi operativi. La grande dimensione degli alberi nei sistemi tradizionali impone interventi di potatura drastici per mantenere livelli minimi di produttività, aggravando ulteriormente la situazione economica delle aziende agricole. Questi interventi, inoltre, prolungano i periodi di improduttività, con un impatto economico negativo che si somma alla naturale alternanza di produzione, tipica della coltura.
- 3. Marginalità degli impianti e difficoltà nella meccanizzazione:** La meccanizzazione è limitata negli oliveti tradizionali a causa delle dimensioni degli alberi e della loro disposizione irregolare. Questo rende difficile, se non impossibile, l'utilizzo di macchinari per la potatura o la raccolta, costringendo gli agricoltori a fare affidamento esclusivo sulla manodopera. La mancanza di meccanizzazione rappresenta uno svantaggio competitivo per l'olivicoltura italiana, soprattutto di fronte a Paesi che hanno già implementato soluzioni moderne e più efficienti per la gestione degli oliveti.
- 4. Emergenza di nuove malattie e cambiamenti climatici:** Il cambiamento climatico sta ponendo nuove sfide all'olivicoltura. Fenomeni meteorologici estremi, come gelate tardive, siccità prolungata e piogge intense, compromettono le fasi cruciali della crescita e della produzione degli olivi. Inoltre, l'emergenza di nuove malattie come la Xylella fastidiosa ha devastato intere aree di produzione, soprattutto nel sud Italia. Questi problemi richiedono strategie di gestione più attente, integrando tecnologie per il monitoraggio delle condizioni climatiche e soluzioni fitosanitarie più efficienti.



**Foto 1: Lodolini E.M - Oliveto in fase di potatura**

### **Sostenibilità ambientale, economica e sociale**

Per affrontare queste problematiche, è fondamentale adottare un approccio che tenga conto della sostenibilità a tutto tondo: ambientale, economica e sociale. La sostenibilità non è solo un concetto astratto, ma una strada concreta per garantire la longevità e la resilienza del settore olivicolo.

1. **Sostenibilità ambientale:** L'olivo è strettamente legato agli ecosistemi mediterranei e una gestione sostenibile degli oliveti tutela la biodiversità e gli equilibri eco-sistemici. Pratiche agronomiche razionali, come una potatura razionale e costante, e tecniche di irrigazione efficienti, riducono l'impatto ambientale, migliorano la salute del suolo e limitano l'uso di pesticidi. Inoltre, il recupero di oliveti abbandonati può prevenire il degrado del paesaggio e contrastare la desertificazione, migliorando l'integrità ecologica delle aree olivicole.
2. **Sostenibilità economica:** Per garantire la sostenibilità economica degli oliveti, è essenziale ridurre i costi operativi e migliorare la produttività. L'introduzione di tecniche innovative come la potatura meccanizzata e la gestione integrata delle risorse può ridurre sensibilmente i costi di manodopera e rendere gli oliveti più competitivi. Un altro aspetto cruciale è l'aumento della qualità del prodotto, che permette agli olivicoltori di differenziare la loro offerta, posizionandosi su mercati a maggiore valore aggiunto. In questo modo, è possibile garantire un flusso di reddito costante e duraturo, proteggendo al contempo l'economia rurale.
3. **Sostenibilità sociale:** L'olivicoltura non è solo una fonte di reddito, ma un pilastro della cultura e dell'identità delle comunità rurali italiane. Investire in pratiche sostenibili significa anche salvaguardare il futuro di queste comunità, creando nuove opportunità di lavoro, soprattutto per le giovani generazioni. È fondamentale che l'innovazione tecnologica sia accompagnata da un percorso di formazione e educazione per gli agricoltori, affinché possano adottare con successo le nuove

tecnologie e gestire i loro oliveti in modo più efficiente e sostenibile. In questo contesto, promuovere un ricambio generazionale sarà cruciale per mantenere viva la tradizione olivicola, tutelando il patrimonio culturale e paesaggistico del nostro territorio.

### **Esigenze di innovazione, rinnovo e/o riprestino degli oliveti**

L'olivicoltura italiana, pur profondamente legata alla tradizione, deve affrontare un processo di innovazione e rinnovo per garantire la sua competitività e sostenibilità a lungo termine. Le sfide globali, come il cambiamento climatico, l'aumento dei costi di produzione e la crescente concorrenza internazionale, rendono indispensabile un aggiornamento delle pratiche agronomiche e gestionali. Innovazioni come la potatura meccanizzata, supportata dall'uso di attrezzature moderne come seghe pneumatiche e sveltatoj, permettono di ridurre notevolmente i costi operativi e i tempi di lavorazione, migliorando la salute delle piante attraverso una migliore distribuzione della luce e una crescita più equilibrata della chioma. Allo stesso tempo, l'adozione di tecniche di gestione sostenibile del suolo, come il mantenimento della copertura vegetale e la lavorazione minima, contribuisce a preservare la struttura del terreno, migliorandone la capacità di trattenere acqua e favorendo un ambiente più sano per le radici. Un altro ambito cruciale è la gestione efficiente delle risorse idriche e nutrizionali, resa possibile grazie all'uso di sistemi di irrigazione localizzata e fertirrigazione, ottimizzati dal monitoraggio climatico e fenologico tramite tecnologie digitali avanzate. L'impiego di sensori di umidità e stazioni meteorologiche locali consente di pianificare con precisione l'irrigazione e la somministrazione di nutrienti, riducendo gli sprechi e migliorando l'efficienza complessiva delle risorse. Oltre all'innovazione tecnologica, il rinnovo degli oliveti rappresenta un obiettivo prioritario. Molti impianti tradizionali, composti da alberi molto vecchi, soffrono di una ridotta produttività. Interventi come la potatura di ringiovanimento, che riduce la chioma e stimola la crescita di nuovi rami produttivi, sono fondamentali per ripristinare la vitalità degli alberi e prolungarne la vita produttiva. Il riprestino del suolo, attraverso l'applicazione di ammendanti organici e la lavorazione minima, contribuisce a rigenerare la fertilità del terreno, riportando gli oliveti a condizioni di produttività ottimali. Infine, l'introduzione di nuove cultivar resistenti alle malattie e meglio adattate ai cambiamenti climatici, insieme alla valorizzazione delle varietà autoctone, è cruciale per garantire una produzione stabile e di alta qualità, rispondendo alle moderne esigenze di mercato e preservando al contempo la biodiversità locale.

## **MORFOLOGIA DELL'OLIVO PER UNA POTATURA RAZIONALE**

### **Tipologia di rami presenti nell'olivo**

Una corretta identificazione dei rami consente di applicare le pratiche di potatura più appropriate, ottimizzando così la produttività degli alberi. I rami possono essere classificati sia in base allo stato morfologico e fisiologico (pollone, succhione, ramo esaurito, rami non produttivi) che alla loro posizione nella pianta.

### **Classificazione dei rami**

#### **Rami a legno (Giovanili):**

**Entrambi sono rami a legno molto vigorosi con internodi lunghi e foglie piccole e appuntite, cioè non capaci di produrre infiorescenze nei primi anni dalla loro formazione.**

1. **Succhioni:** Questi sono rami giovani che crescono rapidamente, spesso in modo vigoroso, ma non producono frutti. I succhioni possono competere con i rami produttivi e, se non gestiti correttamente, possono ridurre l'efficienza dell'albero.
2. **Polloni:** Si sviluppano alla base dell'albero e possono sottrarre nutrienti e risorse vitali, diminuendo la produttività dell'albero. La loro gestione è cruciale per mantenere la forma di allevamento scelta.

Tuttavia, sia succhioni che polloni hanno un ruolo importante sia nella ricostituzione delle chiome (succhioni), sia nel caso di ricostituzione dell'intero albero (polloni).

### 1. Ramo vegetativo:

Questo tipo di ramo si sviluppa dopo la fase giovanile e si caratterizza per un accrescimento vegetativo vigoroso. Non produce frutti, ma è essenziale per la crescita complessiva della pianta e per il bilanciamento della chioma.

### 2. Ramo a frutto:

I rami a frutto sono quelli che producono infiorescenze dalle gemme ascellari e dalla gemma terminale. La loro presenza è fondamentale per la produzione di olive e la qualità dell'olio. Poco comuni nelle maggior parte delle cultivar.

### 3. Ramo misto:

Questi rami presentano crescita vegetativa nella porzione terminale, ma producono anche infiorescenze dalle gemme ascellari, combinando così sviluppo e fruttificazione. Una corretta gestione di questi rami è fondamentale per mantenere un equilibrio ottimale tra vegetazione e produzione di frutti. La potatura mirata consente di massimizzare la resa e garantire un'elevata qualità del prodotto finale. Quando un ramo misto, per diverse ragioni, non riesce più a fiorire né a emettere nuove foglie (definito ramo esaurito), ha raggiunto la fine del suo ciclo produttivo. Questo si manifesta con la caduta delle foglie e un accrescimento vegetativo molto debole. La rimozione dei rami esauriti è essenziale per rinnovare la chioma, stimolare la crescita di nuovi rami produttivi e migliorare la salute complessiva della pianta.



**Foto 2: Tipologie di rami nell'ulivo (*Olea europaea*): (da sinistra a destra) ramo vegetativo, ramo a frutto, ramo misto, ramo esaurito.)**

## Potatura dell'olivo

La **potatura** è una delle operazioni più importanti nella gestione degli oliveti, fondamentale per **mantenere un buono stato fitosanitario, la produttività costante e la longevità** degli impianti. Oltre a incidere significativamente sui **costi operativi**,

essendo la seconda operazione più costosa dopo la raccolta (20-30% dei costi annuali di coltivazione), una potatura adeguata contribuisce anche alla **sostenibilità economica e ambientale e sociale** del settore. L'obiettivo principale di questa pratica è ottimizzare la **distribuzione della luce** all'interno della chioma, migliorare la **circolazione dell'aria** e gestire la crescita vegetativa, bilanciando la fruttificazione con il vigore dell'albero. Ogni taglio, se eseguito correttamente, contribuisce a migliorare la **qualità delle olive** e a ridurre il **rischio di malattie**, garantendo una produzione costante, più sana e abbondante.

### Regole generali per la potatura dell'olivo

Per massimizzare i benefici della potatura, è importante seguire alcune regole generali:

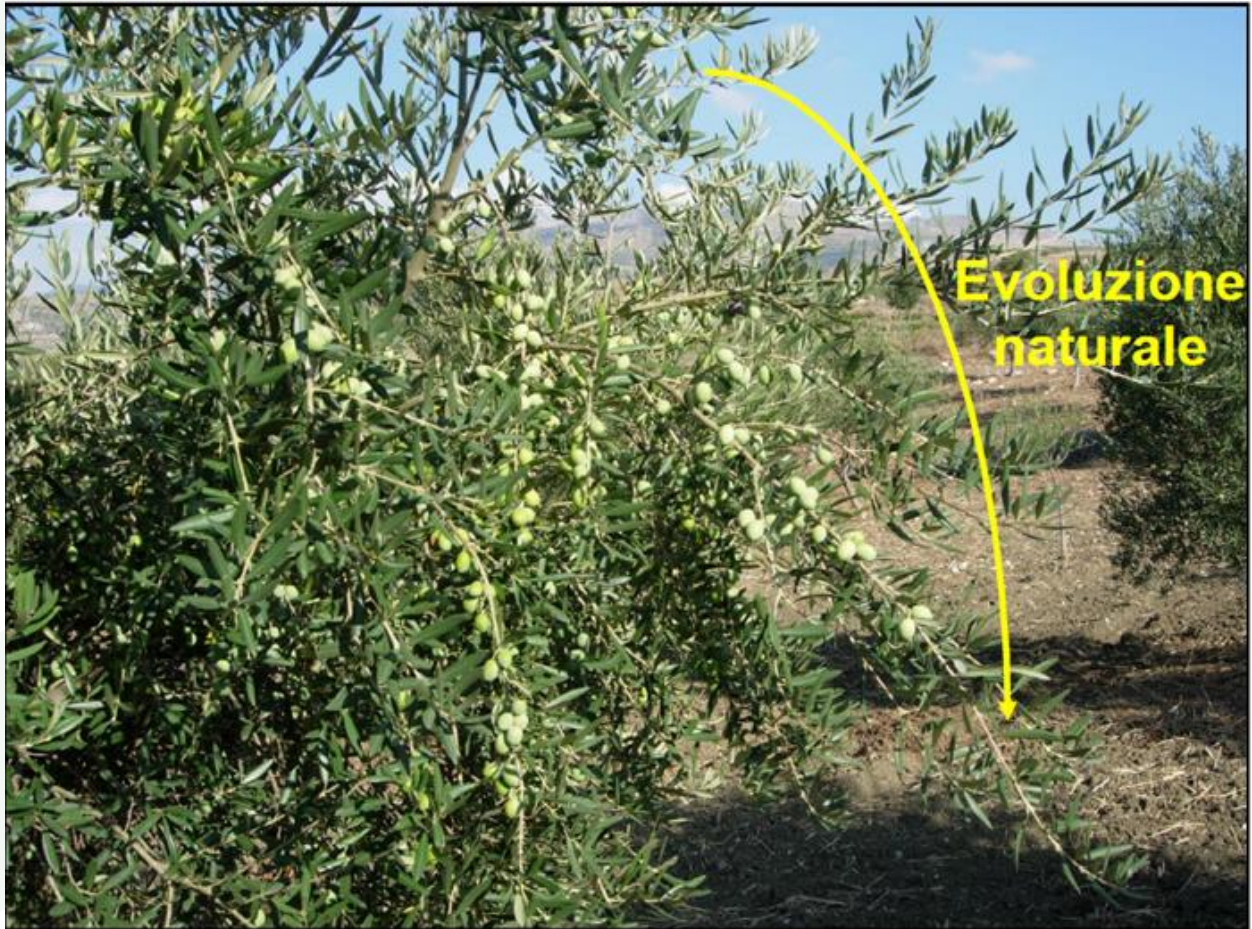
1. Adattare la potatura all'età della pianta: Gli alberi giovani necessitano di meno interventi, mentre quelli più vecchi richiedono potature più drastiche per mantenere la produttività.
2. Seguire il percorso della luce - Procedere dall'alto verso il basso: Seguendo il percorso della luce, la potatura deve iniziare dalle parti alte dell'albero per poi scendere verso quelle più basse.
3. Eseguire prima i tagli grandi: I rami più grandi devono essere rimossi prima di passare ai rami più piccoli, per garantire un lavoro più ordinato e funzionale.
4. Correggere le differenze di vigore tra le branche: Le branche con vigore eccessivo devono essere ridimensionate, mentre quelle più deboli devono essere stimolate per un migliore equilibrio.
5. Potare rapidamente e in modo semplice: L'operazione di potatura dovrebbe essere efficace e non eccessivamente laboriosa, impiegando circa 10 minuti per pianta.
6. I costi sono più importanti dell'estetica: Concentrarsi sulla salute e sulla produttività dell'albero piuttosto che su un aspetto puramente estetico.
7. Non tutte le piante hanno bisogno di essere potate ogni anno: È possibile rimandare alcuni tagli all'anno successivo per evitare stress inutili alla pianta.
8. Sicurezza sul lavoro: L'uso di attrezzature adeguate e il rispetto delle norme di sicurezza sono essenziali durante la potatura.

### Tipi di potatura in base agli obiettivi

La potatura degli olivi può essere differenziata in base agli obiettivi specifici e all'età delle piante:

1. **Potatura di formazione:** Eseguita nei primi anni di vita dell'albero per strutturare correttamente la chioma e favorire una crescita equilibrata. In questa fase è essenziale ridurre al minimo gli interventi per garantire un rapido sviluppo dell'albero.
2. **Potatura di produzione:** Si applica agli alberi maturi e mira a mantenere l'equilibrio tra la crescita vegetativa e la fruttificazione, migliorando l'esposizione alla luce e rimuovendo rami secchi, danneggiati o malati.

3. **Potatura di ringiovanimento:** Necessaria su alberi più vecchi, permette di stimolare la crescita di nuovi rami produttivi attraverso tagli più drastici, rimuovendo rami esauriti e riducendo la chioma. È fondamentale non eccedere nei tagli per evitare di stressare troppo la pianta.



**Foto 3: Evoluzione naturale di un ramo di ulivo inclinato verso il basso a causa del peso dei frutti.**

### **Periodo ideale per la potatura**

La **stagione invernale** è il momento ideale per eseguire la potatura dell'olivo, poiché in questo periodo l'albero si trova in riposo vegetativo. Questo minimizza lo **stress** della pianta e facilita una **pronta guarigione** delle ferite da taglio. È importante evitare la potatura durante periodi di gelo intenso, che potrebbero causare danni irreversibili alla pianta.

La potatura invernale offre anche il vantaggio di una visione più chiara della struttura della pianta, poiché la chioma è meno densa, permettendo un intervento più mirato.

### **Tecniche di potatura**

Le tecniche di potatura più utilizzate includono:

- **Diradamento:** Questa tecnica prevede la rimozione dei rami interni per aumentare la penetrazione della luce solare e migliorare la circolazione dell'aria. Il diradamento è essenziale per prevenire malattie fungine e favorire una produzione di frutti più uniforme.

- Tagli di ritorno:** È una tecnica fondamentale nella potatura, soprattutto quando si desidera **contenere** o **modificare la direzione di crescita** di un ramo. Si esegue "tornando indietro" lungo il ramo principale fino a un'**intersezione con una diramazione secondaria**. Questo permette alla diramazione di sostituire la funzione del ramo principale, garantendo una crescita più controllata e ordinata. Questo tipo di taglio è particolarmente indicato quando si vuole **abbassare l'altezza** della pianta o modificarne la forma. Se si accorcia semplicemente un ramo senza tornare a una diramazione, si rischia di stimolare la crescita di numerosi succhioni dalle gemme latenti, che creano disordine nella chioma e consumano energia della pianta. Per eseguire correttamente un taglio di ritorno, è necessario tornare a un ramo secondario con un diametro compreso tra **1/3 e 2/3** di quello del ramo principale. Questo assicura che la diramazione possa assumere efficacemente il ruolo di nuova cima senza creare squilibri nella crescita. È preferibile orientare i tagli verso rami diretti **verso l'esterno** della chioma, così da favorire l'apertura della pianta e migliorare la distribuzione della luce. Inoltre, è importante evitare di **lasciare monconi** o speroni, che possono provocare la crescita disordinata di rami, e fare il taglio con una **leggera inclinazione** per facilitare la guarigione della pianta. In particolar modo, quando si pota per ridurre l'altezza di una pianta, l'uso del taglio di ritorno è cruciale per evitare un'eccessiva produzione di succhioni nel successivo ciclo vegetativo. Senza questo accorgimento, si rischia di stimolare una crescita vigorosa ma disordinata che peggiora la struttura della chioma.



Immagine 1: Lodolini E.M - Tecnica del 'taglio di ritorno' nell'ulivo. A: Potatura per inclinare il ramo verso l'interno. B: Potatura per orientare il ramo verso l'esterno, migliorando luce e aerazione.

- **Rimozione di succhioni e polloni:** I **succhioni**, che crescono sulla parte centrale della pianta, e i **polloni**, che crescono dalla base, devono essere rimossi regolarmente, poiché sottraggono nutrienti essenziali alla pianta senza contribuire alla produzione.
- **Rimozione di dicotomie**

### **Potatura come strumento per mitigare l'alternanza di produzione**

L'alternanza di produzione è un fenomeno comune negli olivi, in cui annate di abbondante raccolto sono seguite da anni di scarsa fruttificazione. Questo comportamento ciclico può essere aggravato da una gestione inappropriata della potatura. Interventi cesori eccessivi o troppo invasivi possono indurre un elevato stress alle piante, portandole a privilegiare la crescita vegetativa a scapito della fruttificazione. Quando si esegue una potatura eccessiva, la pianta riduce la biomassa fruttifera, causando squilibri nel ciclo produttivo. In risposta a questo stress, le piante concentrano le proprie energie nella crescita di rami e foglie, a discapito della produzione di olive, con conseguente riduzione della qualità e della quantità del raccolto. Per mitigare questo fenomeno, è fondamentale adottare pratiche di potatura che rispettino il naturale equilibrio vegeto-produttivo dell'albero. Mantenendo un bilanciamento adeguato tra rami vegetativi e rami fruttiferi, è possibile favorire una produzione più costante e di qualità.

### **Strumenti ed equipaggiamento per la potatura**

La potatura degli olivi è un'operazione cruciale e complessa, che richiede l'uso di strumenti specifici per garantire un lavoro efficace e sicuro. La scelta dell'equipaggiamento influisce direttamente sull'efficienza e sulla qualità del lavoro, oltre che sulla protezione degli operatori.

Gli strumenti principali per la potatura includono:

- **Forbici a doppia lama:** Ideali per tagli precisi su rami di piccole dimensioni.
- **Tronca-rami:** Utilizzati per rimuovere rami più robusti.
- **Seghe e motoseghe:** Per rami di grandi dimensioni, accelerano le operazioni di taglio.
- **Forbici e seghe pneumatiche:** Adatte a oliveti di grandi dimensioni, riducono la fatica fisica degli operatori e migliorano la velocità di esecuzione.
- **Svettatoio:** Permette di tagliare i rami alti in quanto grazie ad un'asta telescopica e un sistema di taglio, consente di effettuare tagli elevati senza dover arrampicarsi o utilizzare scale, riducendo il rischio di incidenti.





**Foto 4: di Lodolini E.M - Svettatoio e seghetto utilizzati per la potatura dell'ulivo. Questi strumenti permettono di rimuovere con precisione i rami più alti e quelli di maggior diametro, migliorando la salute e la produttività della pianta.**

### **Sicurezza durante le operazioni di potatura**

La sicurezza è una priorità fondamentale durante le operazioni di potatura. L'utilizzo di strumenti come svettatoi e forbici pneumatiche può ridurre significativamente il rischio di incidenti, eliminando la necessità di usare scale, spesso instabili e pericolose quando si lavora su alberi alti. Oltre a migliorare la sicurezza, questi strumenti accelerano l'esecuzione della potatura, rendendo il lavoro più efficiente. È essenziale che gli operatori indossino sempre dispositivi di protezione individuale (DPI) adeguati, tra cui occhiali protettivi, guanti resistenti, scarpe anti-infortunistica o stivali antiscivolo, e in caso di utilizzo di attrezzature motorizzate, anche tute protettive per prevenire lesioni. Prima di iniziare il lavoro, è importante ispezionare gli strumenti per verificarne il corretto funzionamento e pianificare l'attività tenendo conto delle condizioni meteorologiche e del terreno, per ridurre ulteriormente i rischi. L'uso di attrezzature adeguate e il rispetto delle normative di sicurezza sono essenziali per garantire una potatura efficiente e priva di rischi, proteggendo la salute e la produttività degli operatori.

### **Conclusioni generali sulla razionalizzazione della gestione degli oliveti mediante la tecnica della potatura**

La razionalizzazione della gestione degli oliveti mediante la tecnica della potatura rappresenta un passo fondamentale per migliorare la sostenibilità e la competitività del settore olivicolo in Italia. Una corretta gestione della potatura consente di favorire una crescita equilibrata delle piante, migliorando la distribuzione della luce e garantendo una

The background of the page features a stylized, light green olive branch with several large, smooth-edged leaves. The branch enters from the left side and extends diagonally across the page. The leaves are scattered around the branch, some overlapping it. The overall aesthetic is clean and natural, with a focus on the olive tree.

produzione regolare e di alta qualità. Inoltre, contribuisce alla riduzione dei costi e all'aumento dell'efficienza operativa.

Il futuro dell'olivicoltura italiana richiede un impegno costante per innovare e rinnovare, integrando pratiche moderne di potatura con un'attenzione particolare alla salute delle piante e alla sostenibilità ambientale, economica e sociale. Solo attraverso un approccio consapevole e innovativo, l'olivicoltura potrà affrontare le sfide del presente e del futuro, garantendo un futuro prospero e sostenibile per le prossime generazioni.

# **Monitoraggio dei parametri chimico-fisici dell'olio extravergine di oliva DOP Monti Iblei mediante tecniche innovative ai fini della qualità e della tipicità**

***Innocenzo Muzzalupo<sup>1</sup>, Flora Valeria Romeo<sup>2</sup>, Paola Foti<sup>2</sup>, Salvatore Nicolosi<sup>2</sup>, Kevin Garofalo<sup>1</sup>, Margherita Amenta<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Centro di ricerca Foreste e Legno, sede di Rende (CS)*

*<sup>2</sup>Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura, Agrumicoltura, sede di Acireale (CT)*

Il progetto InMiQuOil, PSR Sicilia 2014-2020 Misura 16 - Sottomisura 16.2 “Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie”, nasce per la valorizzazione dell'area geografica di riferimento, dove ricade il territorio di produzione dell'olio extra vergine d'oliva DOP Monti Iblei che coinvolge le province di Catania, Ragusa e Siracusa. In questa zona elettiva, la coltivazione dell'olivo si basa su sistemi tradizionali e ciò è testimoniato dalla presenza di migliaia di ettari di oliveti e di centinaia di piccoli frantoi che utilizzano processi di estrazione tradizionali. Le varietà più coltivate sono Moresca, Tonda Iblea e Nocellara Etnea, ed in minor misura Biancolilla, Siracusana, Nocellara Messinese e di recente introduzione Carolea e Coratina.

Il settore olivicolo riveste in Italia una grande importanza essendo uno dei principali produttori di olio di oliva a livello mondiale. La qualità del prodotto finito può essere variabile, dipendendo da una serie di fattori quali il processo di lavorazione, le condizioni climatiche, le tecniche culturali e, non per ultime, le cultivar adoperate.

I consumatori sono sempre più attenti alla qualità degli alimenti. Questa viene collegata non solo alle caratteristiche sensoriali del prodotto, ma anche ad eventuali effetti benefici sulla salute e al paese d'origine. Le proprietà salutistiche dell'olio extravergine d'oliva sono infatti da sempre conosciute ed apprezzate dai consumatori e sono attribuite alla presenza di vari composti fenolici. Le quantità di tali composti varia tra i diversi oli prodotti, diventando un possibile fattore discriminante nella scelta del consumatore.

Un altro elemento fondamentale in questo caso è proprio l'origine dell'olio, poiché spesso, oli extravergini prodotti in alcune zone possono essere percepiti come qualitativamente migliori rispetto ad altri, poiché legati ad una lunga tradizione locale. In questo ambito, la denominazione che lega la qualità di un prodotto ad un territorio (DOP, IGP) è sicuramente uno strumento di tutela utile per i consumatori, atto a garantire non solo la provenienza delle materie prime ma anche che il prodotto sia stato realizzato secondo specifiche tecniche durante il processo produttivo.

Il progetto INMIQUOIL “*Un innovativo sistema finalizzato al miglioramento della qualità della filiera olivicola*” ha avuto l'obiettivo di innovare i processi di estrazione dell'olio di oliva per poter massimizzare sia le rese, sia la qualità del prodotto. Presso le aziende partecipanti al Progetto (tabella 1), un'aliquota di olive raccolte a diverso stadio di maturazione (tabella 2) sono state conferite al CREA di Acireale congelate a -20°C e spedite, mediante corriere espresso, al CREA di Rende, la restante parte sono state molite per la produzione di oli vergini (tabella 3). Gli oli vergini sono stati prodotti appositamente per il progetto con un mini-frantoio sperimentale (Mori-Tem, Firenze,

Italia) situato presso i Frantoi Cutrera SRL, Chiaramonte Gulfi (RG), dove tutte le aziende partner hanno conferito le olive per il progetto InMiQuOil.

Nella tabella 1 sono riportate le sigle delle aziende che, per comodità e sintesi, sono riportate in tutti i grafici e le tabelle del presente testo.

**Tabella 1. Legenda delle aziende partecipanti e loro acronimi riportati in grafici e tabelle.**

<b>Acronimo</b>	<b>Azienda</b>
CUT	Società Agricola Cutrera Giovanni di Salvatore Cutrera & C.S.S., Chiaramonte Gulfi (RG)
BUS	Azienda Agricola Busulmona di Stella Anna, Noto (SR)
CAV	Tenuta Cavasecca S.S. Agricola, Siracusa (SR)
CIN	Azienda Agricola Cinque Colli di Giaquinta Sebastiano, Chiaramonte Gulfi (RG)
LAV	Azienda Agricola Giovanni La Via, Catania (CT)
IEM	Tenuta Iemolo azienda agricola di Thierry Iemolo, Vittoria (RG)

I campionamenti effettuati nei due anni sono riportati nelle tabelle 2 e 3 in cui si può vedere anche la data di raccolta delle olive che poi sono state analizzate presso il CREA o direttamente come olive oppure come olio ottenuto dalla molitura delle olive con il frantoio sperimentale. In genere, le olive sono state molite lo stesso giorno della raccolta oppure, in alcune circostanze, al massimo entro due giorni.

**Tabella 2. Campionamento delle olive raccolte nelle annate di produzione 2022 e 2023.**

<b>Annata 2022-'23</b>				<b>Annata 2023-'24</b>			
<b>N.</b>	<b>Acronimo azienda</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Data prelievo</b>	<b>N.</b>	<b>Acronimo azienda</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Data prelievo</b>
1	LAV	CALATINA	29/08/2022	1	BUS	MORESCA	28/08/2023
2	IEM	TONDA IBLEA	29/08/2022	2	CAV	ZAITUNA	28/08/2023
3	CIN	TONDA IBLEA	29/08/2022	3	IEM	TONDA IBLEA	28/08/2023
4	CUT	TONDA IBLEA	29/08/2022	4	LAV	CALATINA	28/08/2023
5	CAV	ZAITUNA	29/08/2022	5	CUT	TONDA IBLEA	28/08/2023
6	BUS	MORESCA	26/09/2022	6	CINQ	TONDA IBLEA	28/08/2023
7	CIN	TONDA IBLEA	26/09/2022	7	BUS	MORESCA	28/08/2023
8	IEM	TONDA IBLEA	26/09/2022	8	BUS	MORESCA	11/09/2023
9	CUT	TONDA IBLEA	26/09/2022	9	CAV	ZAIUTNA	11/09/2023
10	IEM	TONDA IBLEA	10/10/2022	10	CIN	TONDA IBLEA	11/09/2023
11	CUT	TONDA IBLEA	10/10/2022	11	CUT	TONDA IBLEA	11/09/2023
				12	LAV	CALATINA	11/09/2023
				13	IEM	TONDA IBLEA	11/09/2023
				14	CAV	ZAITUNA	05/10/2023
				15	CIN	TONDA IBLEA	05/10/2023

				16	CUT	TONDA IBLEA	05/10/2023
				17	LAV	CALATINA	05/10/2023
				18	IEM	TONDA IBLEA	05/10/2023
				19	CAV	ZAITUNA	10/10/2023
				20	CIN	TONDA IBLEA	10/10/2023
				21	CUT	TONDA IBLEA	10/10/2023
				22	LAV	CALATINA	10/10/2023
				23	BUS	MORESCA	17/10/2023
				24	CIN	TONDA IBLEA	17/10/2023
				25	CUT	TONDA IBLEA	17/10/2023
				26	LAV	CALATINA	17/10/2023
				27	IEM	TONDA IBLEA	17/10/2023

**Tabella 3. Campionamento degli oli moliti nelle annate di produzione 2022 e 2023.**

Annata 2022-'23				Annata 2023-'24			
N.	Acronimo azienda	Cultivar	Data prelievo	N.	Acronimo azienda	Cultivar	Data prelievo
1	CUT	Tonda iblea	26/09/2022	1	BUS	Moresca	28/08/2023
2	CIN	Tonda iblea	26/09/2022	2	CIN	Tonda Iblea	11/09/2023
3	IEM	Tonda iblea	19/09/2022	3	IEM	Tonda Iblea	11/09/2023
4	BUS	Moresca	19/09/2022	4	BUS	Moresca	13/09/2023
5	CUT	Tonda iblea	10/10/2022	5	CIN	Tonda Iblea	26/09/2023
6	IEM	Tonda iblea	10/10/2022	6	IEM	Tonda Iblea	26/09/2023
7	CUT	Calatina	10/10/2022	7	BUS	Moresca	26/09/2023
8	CUT	Zaituna	10/10/2022	8	CUT	Tonda Iblea	26/09/2023
9	CIN	Tonda iblea	10/10/2022	9	CIN	Tonda Iblea	17/10/2023
10	CUT	Zaituna	21/10/2022	10	LAV	Calatina	17/10/2023
11	IEM	Tonda iblea	21/10/2022	11	BUS	Moresca	17/10/2023
12	CUT	Tonda iblea	09/11/2022	12	IEM	Tonda Iblea	17/10/2023
13	CUT	Zaituna	09/11/2022	13	CUT	Tonda Iblea	17/10/2023
14	IEM	Tonda iblea	09/11/2022	14	IEM	Tonda Iblea	30/10/2023
15	CUT	Calatina	09/11/2022	15	LAV	Calatina	30/10/2023
				16	CUT	Tonda Iblea	30/10/2023
				17	BUS	Moresca	30/10/2023

## **Analisi chimico-fisica degli oli d'oliva vergini e delle drupe mediante la spettrofotometria FT-NIR**

Gli sviluppi strumentali e chemiometrici mostrano le enormi possibilità offerte dal NIR per l'analisi e/o la classificazione di frutti, oli e paste di oliva. La sfida di produrre un olio di oliva di alta qualità è di grande preoccupazione e la selezione di frutti di oliva con proprietà superiori, che assicurano attributi positivi nell'olio di oliva è, a nostro avviso, un altro argomento caldo nelle applicazioni nel vicino infrarosso (NIR) nella produzione di olio di oliva.

Il NIR copre la regione tra 780 e 2500 nm e, in base all'assorbimento, alla trasmissione o alla riflessione della luce, la spettroscopia NIR fornisce una tecnica rapida e non distruttiva che è molto utile per la determinazione simultanea di diversi composti nello stesso campione. Gli spettri NIR alimentari comprendono ampie bande corrispondenti ad armonici e combinazioni di modalità vibrazionali che coinvolgono legami chimici C-H, O-H e N-H, fornendo una grande quantità di informazioni che, opportunamente trattate dalla chemiometria, sono utili per la classificazione e per la quantificazione di molti parametri. Il processo di estrazione dell'olio d'oliva inizia con la raccolta e il trasporto delle olive e prevede la pulizia e il lavaggio delle olive, seguiti da molitura, gramolatura, separazione in fase solida e pressatura. Successivamente, la separazione in fase liquida può essere effettuata tramite i cosiddetti sistemi bidirezionali o tridirezionali, che prevedono la separazione di olio, di sansa, feccia di olio e acqua.

Per decenni, la spettroscopia nel NIR è stata uno strumento comune utilizzato nell'analisi alimentare e particolarmente utile per uno screening rapido. La variazione nell'intensità di una debole banda NIR vicino a  $5260\text{ cm}^{-1}$  è stata osservata per la prima volta per l'olio d'oliva applicando la Trasformata di Fourier (FT)-NIR. La spettroscopia FT-NIR è una metodica ormai consolidata e, rispetto alle metodiche analitiche convenzionali presenta una serie di vantaggi quali la velocità nell'acquisizione spettrale del campione, infatti, bastano pochi minuti; non è una tecnica distruttiva, in quanto il campione dopo essere stato analizzato può essere riutilizzato; non è invasiva, poiché le radiazioni usate hanno un contenuto energetico molto basso che non provoca un trasferimento di energia al campione sotto forma di calore; non necessita di preparazione del campione.

In tutti i passaggi sopra menzionati, l'uso del FT-NIR fornisce dati sul contenuto di olio, acidità e umidità delle olive; contenuto di umidità e grassi della sansa; e le principali caratteristiche dell'olio d'oliva. Questo paragrafo si concentra sulle principali applicazioni della FT-NIR per la rapida caratterizzazione e l'analisi quantitativa dell'olio d'oliva e dei prodotti correlati.

Le altre analisi sono state eseguite mediante spettroscopia nel vicino infrarosso, con FT-NIR (MPA Bruker Optics, figura 1). I dati sono stati ottenuti dopo l'elaborazione degli spettri mediante il software OPUS.

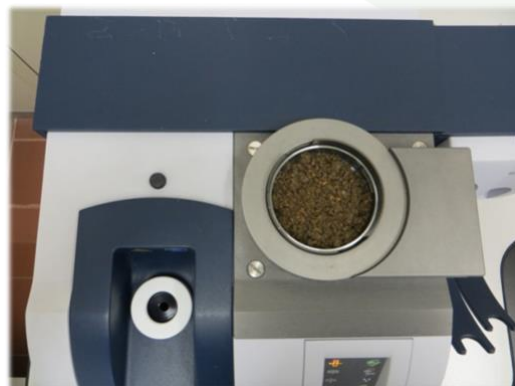


**Figura 1.** Spettroscopio nel vicino infrarosso FT-NIR – MPA della Bruker Optics utilizzato per le analisi sulle drupe e sugli olii vergini di oliva.

### **Analisi FT-NIR della drupa e delle paste di oliva**

Lo sviluppo di nuove cultivar di oliva che migliorano: (i) la fruttificazione precoce, (ii) l'elevata resa e contenuto di olio, (iii) la resistenza ai funghi e (iv) l'elevata qualità dell'olio di oliva, è un argomento caldo dell'industria olearia e comporta l'analisi di un gran numero di campioni nei programmi di breeding. Il contenuto di olio, la composizione degli acidi grassi, tra cui la concentrazione di acido oleico e linoleico e l'umidità, sono i principali parametri utili per valutare la qualità delle olive. La gravimetria dopo l'estrazione Soxhlet è il metodo ufficiale per determinare il contenuto di olio del frutto dell'oliva e la gascromatografia è comunemente utilizzata per determinare la composizione degli acidi grassi. Questi metodi sono complessi, richiedono molto tempo e sono poco pratici per l'elaborazione di un gran numero di campioni, pertanto, sono necessarie nuove procedure che possano semplificare le suddette determinazioni.

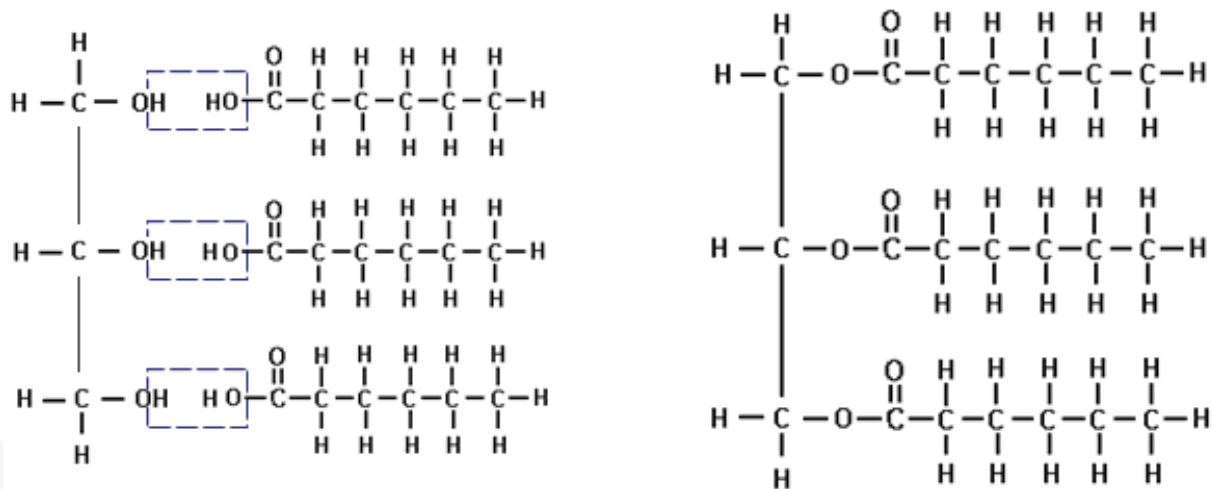
La spettroscopia FT-NIR offre una buona alternativa per valutare i frutti di oliva (interi o a pasta franta) in base alla sua capacità di analisi multicomponente rapida e non distruttiva con un basso costo analitico sia di strumentazione che di funzionamento e senza preparazione del campione.



**Figura 2.** Preparazione dei campioni di paste di olive da analizzare all'FT-NIR – MPA della Bruker Optics.

### Analisi FT-NIR dell'olio d'oliva

L'olio è una sostanza lipidica e come tutti i lipidi alimentari è costituito soprattutto da trigliceridi, a loro volta formati dall'esterificazione dei tre gruppi ossidrilici del glicerolo con altrettanti acidi grassi.



Un trigliceride semplice è un trigliceride in cui tutti e tre gli acidi grassi sono uguali, mentre nei trigliceridi misti uno o più acidi grassi si differenziano dai rimanenti.

La FRAZIONE SAPONIFICABILE dell'olio di oliva è costituita da TRIGLICERIDI (98 - 99 %) semplici (≈ 55%) e misti (≈ 45%); contiene inoltre minime quantità di mono e digliceridi (glicerolo esterificato con un solo o con due acidi grassi). I digliceridi (DAG) possono essere degli 1,2 digliceridi oppure degli 1,3 digliceridi. Gli 1,2 digliceridi sono i precursori dei trigliceridi e derivano quindi da una incompleta biosintesi, mentre gli 1,3 digliceridi derivano dal processo di idrolisi dei trigliceridi.

Questo aspetto è molto importante perché il rapporto tra 1,2 digliceridi e 1,3 trigliceridi ci dà un'idea dello stato di conservazione dell'olio. Se prevalgono gli 1,2, che, come abbiamo detto, derivano dal naturale processo di biosintesi, significa che l'olio è fresco, se prevalgono gli 1,3, che derivano invece dalla degradazione enzimatica, significa che siamo in presenza di un olio invecchiato.

La composizione in acidi grassi varia in relazione alla varietà dell'olivo, al grado di maturazione delle drupe, al clima e al periodo della raccolta. Vi sono tuttavia degli acidi grassi particolari che rappresentano sempre e comunque la quasi totalità degli acidi grassi contenuti nell'olio di oliva; si tratta dello stearico, del palmitico, dell'oleico, del linoleico e del linolenico.

Una caratteristica che distingue l'olio di oliva dagli altri oli vegetali è legata al suo maggior contenuto in acido oleico; negli oli di semi prevale invece il linoleico.

In un olio di oliva di buona qualità:

- l'acido oleico non dovrebbe essere inferiore al 73%;
- l'acido linoleico non dovrebbe superare il 10%;



- il rapporto oleico/linoleico dovrebbe essere  $\geq 7$ .

Queste caratteristiche permettono all'olio di oliva di conservarsi più a lungo rispetto a qualsiasi altro tipo di olio; la tendenza all'irrancidimento è infatti direttamente proporzionale al numero di doppi legami presenti negli acidi grassi. Mentre nell'acido oleico si registra la presenza di un solo doppio legame (è un monoinsaturo), l'acido linoleico contenuto negli altri oli vegetali contiene due doppi legami (è un polinsaturo capostipite della serie omega-6). L'irrancidimento di un olio è ostacolato anche dal contenuto in vitamina E e polifenoli; questi ultimi abbondando nell'olio di oliva ed in quello di vinaccioli.

Una caratteristica comune a tutti gli oli vegetali, compreso quello di oliva, è che nella posizione due del glicerolo, quindi in quella centrale, è SEMPRE localizzato un acido grasso insaturo. Questa caratteristica permette di distinguere gli oli naturali da quelli ottenuti per esterificazione sintetica.

#### FRAZIONE INSAPONIFICABILE

Costituisce l'1-2% della componente lipidica dell'olio di oliva e contiene:

- Idrocarburi, tra cui lo squalene (0,3-0,6 g %)
- Fitosteroli, in particolare b-sitosterolo, campesterolo, stigmasterolo, sia liberi, sia esterificati
- vitamine liposolubili; il  $\beta$ -carotene o provitamina A (3-37 g %) ed i tocoferoli (Vit. E) sono dotati di un'azione antiossidante che preserva l'olio dall'irrancidimento ed espleta un'azione protettiva sulla salute del consumatore
- pigmenti, clorofilla e caroteni,
- alcoli alifatici superiori esterificati ad acidi grassi (cere) e alcoli triterpenici,
- polifenoli, 2-3% rappresentati prevalentemente da glucosidi ed esteri, anch'essi ad azione antiossidante. I polifenoli dell'olio di oliva sono una miscela complessa costituita da molte sostanze, tra cui spicca l'oleuropeina.

Secondo la normativa europea, ci sono quattro tipi di olio d'oliva vergine: da extra vergine a vergine, vergine ordinario e vergine lampante. Gli oli d'oliva etichettati come vergini non possono includere oli ottenuti utilizzando solventi e non consentono la miscelazione con altri oli.

Gli acidi grassi liberi (FFA) come indicatori di acidità libera, l'assorbimento ultravioletto a 232 e 270 nm, noti come indici K correlati all'amarrezza dell'olio e l'ossidazione dell'olio, insieme al valore di perossido, umidità e sostanze volatili, impurità insolubili nell'olio leggero e tracce di metalli sono i principali parametri fisico-chimici utilizzati per classificare gli oli d'oliva e sono state proposte norme internazionali per le loro determinazioni.

Il metodo analitico si basa sull'assorbimento di radiazioni elettromagnetiche che attraversano il campione contenuto in una cuvetta di vetro. Negli ultimi anni la spettroscopia FT-NIR, in combinazione con gli studi chemiometrici, è stata utilizzata anche per prevedere le adulterazioni negli oli di oliva.



**Figura 3.** Preparazione dei campioni di olio vergine di oliva da analizzare all'FT-NIR – MPA della Bruker Optics.

Tra le analisi sono riportate:

1) acidità libera, che indica la percentuale di acido oleico in un olio, può aumentare per diversi fattori, ovvero quando vengono utilizzate olive troppo mature, intervalli eccessivamente lunghi tra la raccolta e la lavorazione delle olive, etc. L'acidità non è riscontrabile all'analisi sensoriale dell'olio, ma è definibile solo mediante analisi in laboratorio;

2) numero di perossidi e l'esame spettrofotometrico UV che indicano lo stato di conservazione degli oli con specifico riferimento all'irrancidimento;

3) contenuto di tocoferoli e fenoli totali che indicano la quantità di sostanze antiossidante presente nell'olio d'oliva e che quindi fornisce indicazioni sulla conservabilità dell'olio e sulle proprietà nutrizionali e edonistiche dell'olio oliva;

4) contenuto degli acidi grassi; l'acido grasso più abbondante nell'olio di oliva è l'acido oleico, molecola monoinsatura: ciò differenzia l'olio di oliva da tutti gli altri oli vegetali di semi, dove si ha prevalenza di acidi grassi polinsaturi;

5) le pirofeofitine (PPP) sono composti di degradazione del pigmento della clorofilla dovuti alla degradazione termica dell'olio d'oliva. Il calore e il lungo tempo di conservazione scompongono la clorofilla in feofitine e poi in PPP. Utilizzato per indicare la presenza di adulterazioni con olio raffinato.

6) nell'olio appena ottenuto da olive sane e di buona qualità, la forma prevalente di DAG è la forma 1,2 digliceroli dove gli acidi grassi sono legati ad una molecola di glicerolo nelle posizioni 1 e 2. Il legame sulla posizione 2 è debole e si rompe facilmente, portando alla migrazione di quell'acido grasso a 2 posizioni nella posizione 3. Ciò rende il rapporto tra 1,2 DAG e DAG totali un buon indicatore della qualità del frutto dell'oliva e della lavorazione. È anche un indicatore dell'età di un olio, poiché la migrazione da 1,2 a 1,3 DAG avviene naturalmente con l'invecchiamento dell'olio.

7) FAME è l'acronimo di esteri metilici di acidi grassi e FAEE di esteri etilici di acidi grassi. Un modo di contraffazione dell'olio d'oliva è miscelare olio di girasole, cotone, colza, nocciola o soia, che è più economico dell'olio d'oliva.

### **Analisi dei fenoli degli oli con tecniche cromatografiche**

Come sottolineato nell'introduzione, l'analisi dei fenoli degli oli è fondamentale per definirne la qualità. La definizione del profilo fenolico è utile anche alla successiva attività del progetto, che si focalizza sulla tracciabilità degli oli presi in esame, in quanto, mediante la determinazione di specifici marker chimici è possibile correlare il prodotto finito all'origine geografica dello stesso.

I fenoli rappresentano alcune tra le molecole bioattive più importanti dell'olio extravergine di oliva, alcuni dei quali, come alcuni derivati dell'oleuropeina e come l'oleocantale, dotati di attività antiossidante e salutistica in quanto preventiva verso molte patologie. Per questo occorre monitorare in quale momento della raccolta, avviene la massima espressione di queste molecole bioattive, in relazione alla cultivar ed al suo stato di maturazione, alle condizioni meteorologiche dell'annata, alle tecniche colturali nonché alle tecniche di molitura adottate. L'estrazione dei fenoli dagli oli extravergini di oliva è stata effettuata mediante il protocollo di lavoro COI/T.20/Doc No 29/Rev.2 del giugno 2022.

Il metodo si basa sull'estrazione diretta dei composti fenolici dall'OEVO (olio extravergine di oliva) mediante una soluzione di metanolo e sulla successiva quantificazione mediante HPLC equipaggiato con un rivelatore UV a 280 nm. Come standard interno viene utilizzato acido siringico.

## Risultati

### Composizione delle olive all'FT-NIR

Le olive congelate a  $-20^{\circ}\text{C}$  sono state poste a scongelarsi lentamente a  $4^{\circ}\text{C}$  all'interno di un frigorifero per 4 ore circa. Le olive scongelate, sono frante in un minifrangitore a martelli e a seguito di opportuno mescolamento, trasferite in una capsula Petri in vetro in modo da riempierla e creare uno strato omogeneo per tutta la superficie.

I parametri che sono stati analizzati sulle paste di olive sono: la resa in olio (%), il residuo secco (%), l'acqua (%), il contenuto di fenoli totali (mg/g di acido caffeico), la sommatoria della clorofilla a + b (mg/g) e gli zuccheri semplici (mg/g).

Per ogni parametro è stata ottenuta una curva di calibrazione convalidata mediante confronto tra spettro NIR e dato analitico primario (ottenuto secondo quanto previsto del Reg. 2568/91 s.m.i.).

**Tabella 4.** Risultati ottenuti all'FT-NIR sulle drupe nelle annate di produzione 2022 e 2023.

N.	AZIENDA	CULTIVAR	DATA PRELIEVO	% Grassi	% Residuo Secco	% Umidità	Fenoli totali (mg/g ac. Caff.)	Chl (a+b) (mg/g)	Zuccheri (mg/g)
1	LAV	CALATINA	29/08/2022	12,1	41,9	58,1	7,7	0,7	18,0
2	IEM	TONDA IBLEA	29/08/2022	10,3	45,7	54,3	29,7	0,5	13,4
3	CIN	TONDA IBLEA	29/08/2022	11,0	43,2	56,8	9,1	0,2	19,1

4	CUT	TONDA IBLEA	29/08/2022	11,5	46,5	53,5	24,3	0,8	12,0
5	CAV	ZAITUNA	29/08/2022	12,6	48,3	51,7	33,5	0,9	15,8
6	BUS	MORESCA	26/09/2022	19,7	56,5	43,5	4,5	1,1	21,1
7	CIN	TONDA IBLEA	26/09/2022	14,9	46,1	53,9	6,9	0,4	17,3
8	IEM	TONDA IBLEA	26/09/2022	7,6	44,6	55,4	32,1	1,0	18,9
9	CUT	TONDA IBLEA	26/09/2022	12,8	49,6	50,4	22,7	0,5	16,0
10	IEM	TONDA IBLEA	10/10/2022	15,0	43,3	56,7	12,3	0,1	19,5
11	CUT	TONDA IBLEA	10/10/2022	14,1	44,9	55,2	0,4	0,3	16,9
1	BUS	MORESCA	28/08/2023	12,4	52,3	57,9	27,6	0,8	13,0
2	CAV	ZAITUNA	28/08/2023	9,9	39,4	65,3	131,9	2,4	19,4
3	IEM	TONDA IBLEA	28/08/2023	10,0	40,5	64,9	113,1	2,5	17,9
4	LAV	CALATINA	28/08/2023	5,7	41,4	66,0	5,9	1,9	13,0
5	CUT	TONDA IBLEA	28/08/2023	9,7	45,4	61,0	57,8	1,8	15,6
6	CINQ	TONDA IBLEA	28/08/2023	10,9	39,4	65,6	108,5	1,7	15,0
7	BUS	MORESCA	28/08/2023	14,1	50,7	57,7	17,5	1,1	17,5
8	BUS	MORESCA	11/09/2023	13,9	56,4	51,6	83,2	1,6	11,5
9	CAV	ZAIUTNA	11/09/2023	12,5	40,7	63,0	120,9	2,7	16,0
10	CIN	TONDA IBLEA	11/09/2023	15,4	44,7	60,2	56,9	2,1	16,0
11	CUT	TONDA IBLEA	11/09/2023	14,0	48,9	58,5	28,2	2,8	14,7
12	LAV	CALATINA	11/09/2023	7,3	43,5	62,0	41,2	3,2	12,9
13	IEM	TONDA IBLEA	11/09/2023	14,3	45,7	60,2	60,3	3,0	14,5
14	CAV	ZAITUNA	05/10/2023	14,7	43,1	63,4	94,8	1,1	14,3
15	CIN	TONDA IBLEA	05/10/2023	14,8	42,7	64,1	103,8	0,7	15,2
16	CUT	TONDA IBLEA	05/10/2023	15,3	47,1	61,3	62,0	1,0	15,2
17	LAV	CALATINA	05/10/2023	9,6	50,8	59,5	50,5	1,1	14,7
18	IEM	TONDA IBLEA	05/10/2023	15,2	46,7	61,3	33,8	1,2	11,5
19	CAV	ZAITUNA	10/10/2023	12,8	47,7	62,1	5,6	0,4	8,6
20	CIN	TONDA IBLEA	10/10/2023	12,0	47,2	63,7	18,2	0,7	8,8
21	CUT	TONDA IBLEA	10/10/2023	12,0	51,2	60,4	28,3	0,4	9,7
22	LAV	CALATINA	10/10/2023	6,9	53,2	57,0	46,7	0,9	11,1
23	BUS	MORESCA	17/10/2023	22,1	63,6	47,8	13,8	0,8	18,2
24	CIN	TONDA IBLEA	17/10/2023	15,5	50,8	57,5	29,7	0,7	15,8
25	CUT	TONDA IBLEA	17/10/2023	18,1	54,1	54,0	15,4	0,3	12,0
26	LAV	CALATINA	17/10/2023	15,0	53,2	55,4	37,0	1,0	14,0
27	IEM	TONDA IBLEA	17/10/2023	15,5	50,4	56,9	14,6	0,4	10,7

Dai dati riportati in tabella 4 si evince che durante le varie fasi di maturazione delle drupe si osserva un incremento del contenuto in olio e del contenuto degli zuccheri semplici con l'avanzare della maturazione delle drupe. Andamento inversamente proporzionale rispetto al contenuto di fenoli totali e alla clorofilla. La varietà che presenta il maggior contenuto in olio, nei due anni di osservazione, è la Moresca (19,7% peso fresco) dell'azienda Busulmona, raccolta nella data del 26/09/2022, mentre quella con il minor contenuto in olio è la Calatina (5,7% peso fresco) dell'azienda La Via nella prima epoca di raccolta (28/08/2023). Passando ai fenoli totali si osserva una grande variabilità che va da un minimo di 4,5 mg/g nel campione di Moresca dell'azienda Busulmona raccolto il 26/09/2022 ad un max di 131,9 mg/g di polpa fresca nelle drupe della cultivar Tonda Iblea della Tenuta Iemolo raccolta il 28/08/2023. La clorofilla presenta un range di valori compreso tra lo 0,1 mg/g nella Tonda Iblea della Tenuta Iemolo raccolta il 10/10/2022 e il 3,2 mg/g di polpa fresca di olive della cultivar Calatina dell'azienda La via raccolta il 11/09/2023. Infine, gli zuccheri semplici si ritrovano, in valori minimi, nello stadio di olive verde della cultivar Zaituna della Tenuta Cavasecca raccolta il 10/10/2023 mentre, i valori massimi, risultano nella varietà Moresca raccolta il 26/09/2022 nell'azienda Busulmona.

## **Composizione degli oli vergini d'oliva all'FT-NIR**

I campioni di oli di oliva vergini sono stati consegnati, presso la sede del CREA-FL, seguendo lo stesso percorso descritto precedentemente per le olive, ma in questo caso non sono stati congelati ma stoccati a temperatura compresa tra 15-20°C.

I parametri che sono stati analizzati sugli oli vergini d'oliva sono: l'acidità espressa in acidi grassi liberi (%), il numero dei perossidi (meqO<sub>2</sub>/kg), le costanti spettrofotometriche a 232 nm a 270 nm e il DK, il contenuto dei principali acidi grassi (%), il contenuto degli steroli totali (mg/kg), il contenuto dei fenoli totali (mg/kg), il contenuto di tocoferoli totali (mg/kg), 1,2 digliceroli (%). Per ogni parametro è stata ottenuta una curva di calibrazione convalidata mediante confronto tra spettro NIR e dato analitico primario (ottenuto secondo quanto previsto del Regolamento 2568/91 s.m.i.).

**Tabella 5. Risultati ottenuti all'FT-NIR e all'analisi sensoriale sugli oli vergini di oliva ottenuti nelle annate di produzione 2022 e 2023.**

N.	AZIENDA/TENUTA	CULTIVAR	DATA	ACIDITA' % (<0,8)	N° PEROSSIDI meqO2/kg (<20)	K232 (<2,5)	K270 (<0,22)	Delta K (< 0,01)	C16:0 Ac. Palmitico %	C16:1 Ac. Palmicoleico %	C18:0 Ac. Stearico %	C18:1 Ac. Oleico %	C18:2 Ac. Linoleico %	C18:3 Ac. Linolenico % (<0,9)	Steroli Tot. (ppm)	alfa-Tocoferolo %	Tociferoli tot. (ppm)	Fenoli totali (mg/Kg)	1,2DiGliceroli % (>60%)	FAME+ FAEE (<40%)	PPP %	mediana fruttato >0	Verde/Inviato/Maturo	mediana amaro	mediana piccante
1	CUT	TONDA IBLEA	26/09/22	0,3	19,1	2,06	0,21	0,001	14,7	1,0	1,5	63,4	9,6	0,8	1892	92	159	497	59	74	7,0	4,5	V	5,0	4,5
2	CUT	TONDA IBLEA	10/10/22	0,3	19,5	2,09	0,19	0,001	14,1	1,4	1,4	62,6	11,9	0,8	2006	93	63	365	70	73	3,6	5,0	V-I	5,5	4,0
3	BUS	MORESCA	26/09/22	0,6	17,1	2,29	0,21	0,001	17,2	1,8	1,1	55,9	14,4	0,8	2322	92	323	385	43	64	17,9	3,0	M	2,0	1,0
4	CIN	TONDA IBLEA	26/09/22	0,2	19,7	2,01	0,20	0,001	15,1	1,1	1,1	63,0	10,6	0,8	1985	93	36	429	76	78	4,6	3,5	V	4,5	4,0
5	IEM	TONDA IBLEA	26/09/22	0,3	19,8	2,00	0,20	0,002	14,7	1,3	1,3	68,0	6,0	0,6	1975	93	62	495	63	74	1,1	3,5	V	5,5	3,0
6	IEM	TONDA IBLEA	10/10/22	0,4	18,4	2,12	0,20	0,000	15,1	1,4	1,1	61,1	12,2	0,8	2048	92	154	397	64	78	10,4	4,0	V-I	3,5	2,5
7	CIN	TONDA IBLEA	10/10/22	0,3	3,5	2,20	0,14	0,003	13,4	1,3	2,7	68,9	8,9	0,6	1140	93	41	494	72	63	0,8	4,0	V-I	3,5	3,0
8	CUT	ZAITUNA	10/10/22	0,3	1,7	2,15	0,16	0,004	15,5	1,6	3,3	64,8	9,1	0,8	1061	92	44	455	63	65	0,8	4,0	I	3,5	3,0

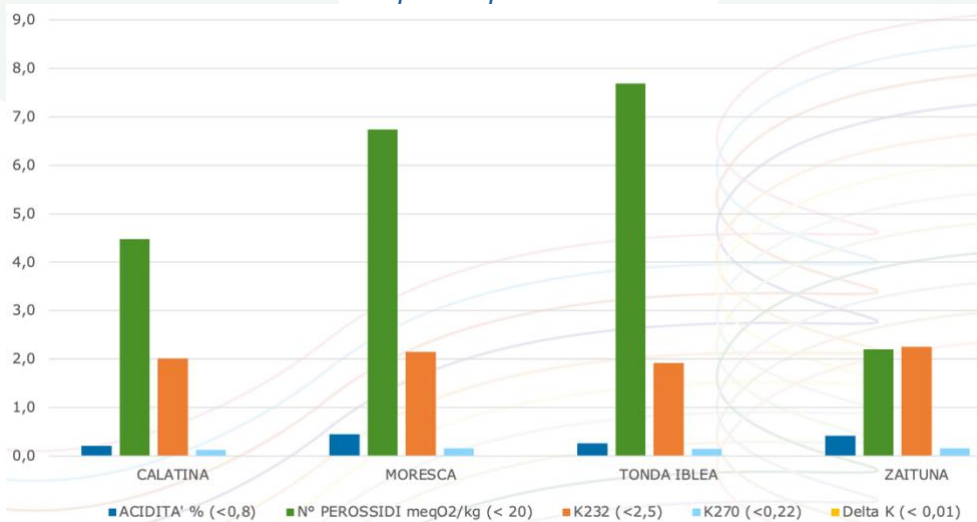
9	CUT	CALATINA	10/10/22	0,3	0,6	2,18	0,16	0,004	15,3	1,7	3,5	64,6	10,3	0,8	992	92	60	468	64	70	0,5	3,0	I	4,0	3,0
10	IEM	TONDA IBLEA	21/10/22	0,2	2,0	2,12	0,16	0,004	13,8	1,2	2,5	71,2	6,1	0,6	1080	93	29	532	66	72	1,7	4,0	V-I	4,5	3,5
11	CUT	CALATINA	09/11/22	0,4	3,1	2,05	0,13	0,005	10,6	0,6	2,6	73,3	7,9	0,7	1281	93	17	406	66	65	2,5	2,5	M	1,5	2,0
12	CUT	ZAITUNA	21/10/22	0,2	1,5	2,27	0,16	0,003	15,3	1,5	3,7	61,4	12,6	1,0	1078	93	78	361	70	69	1,1	4,0	V-I	4,5	3,5
13	CUT	ZAITUNA	09/11/22	0,8	3,4	2,33	0,17	0,003	14,9	1,6	2,9	63,2	12,4	0,8	1220	93	96	416	58	89	7,3	3,0	M	2,5	2,5
14	IEM	TONDA IBLEA	09/11/22	1,0	4,1	2,37	0,18	0,003	14,8	1,3	2,0	63,9	12,7	0,7	1415	93	123	421	49	101	9,1	2,0	M	3,0	3,0
15	CUT	TONDA IBLEA	09/11/22	0,3	2,5	2,20	0,14	0,003	13,4	1,3	2,7	68,9	8,9	0,6	1140	93	41	494	72	63	0,8	4,5	V-I	5,0	4,0
31	BUS	MORESCA	28/08/23	0,3	2,5	2,20	0,14	0,003	13,4	1,3	2,7	68,9	8,9	0,6	1140	93	41	494	72	63	0,8	4,0	V-I	3,5	3,0
32	CIN	TONDA IBLEA	11/09/23	0,3	1,7	2,15	0,16	0,004	15,5	1,6	3,3	64,8	9,1	0,8	1061	92	44	455	63	65	0,8	4,0	I	3,5	3,0
33	IEM	TONDA IBLEA	11/09/23	0,3	0,6	2,18	0,16	0,004	15,3	1,7	3,5	64,6	10,3	0,9	992	92	60	468	64	70	0,5	3,0	I	4,0	3,0
34	IEM	TONDA IBLEA	26/09/23	0,2	2,0	2,12	0,16	0,004	13,8	1,2	2,5	71,2	6,1	0,6	1080	93	29	532	66	72	1,7	4,0	V-I	4,5	3,5
35	CUT	TONDA IBLEA	26/09/23	0,4	3,1	2,05	0,13	0,005	10,6	0,6	2,6	73,3	7,9	0,7	1281	93	17	406	66	65	2,5	2,5	M	1,5	2,0
36	CIN	TONDA IBLEA	26/09/23	0,2	1,5	2,27	0,16	0,003	15,3	1,5	3,7	61,4	12,6	1,0	1078	93	78	361	70	69	1,1	4,0	V-I	4,5	3,5
37	BUS	MORESCA	13/09/23	0,8	3,4	2,33	0,17	0,003	14,9	1,6	2,9	63,2	12,4	0,8	1220	93	96	416	58	89	7,3	3,0	M	2,5	2,5

38	BU S	MORESCA	26/09/23	1,0	4,1	2,3 7	0,1 8	0,00 3	14, 8	1,3	2,0	63, 9	12, 7	0,7	141 5	93	123	421	49	101	9,1	2,0	M	3,0	3,0
39	CIN	TONDA IBLEA	17/10/23	0,3	2,5	2,2 0	0,1 4	0,00 3	13, 4	1,3	2,7	68, 9	8,9	0,6	114 0	93	41	494	72	63	0,8	4,5	V-I	5,0	4,0
40	LAV	CALATINA	17/10/23	0,1	5,8	1,8 7	0,1 3	0,00 6	16, 6	1,2	3,0	68, 0	7,9	0,9	718	93	11	595	70	36	0,9	3,0	M	4,5	3,5
41	BU S	MORESCA	17/10/23	0,1	5,4	1,8 1	0,1 1	0,00 6	14, 1	0,7	3,4	71, 1	7,0	0,9	469	93	30	758	71	57	0,3	4,0	I	2,0	2,0
42	IEM	TONDA IBLEA	17/10/23	0,1	7,4	1,9 0	0,1 3	0,00 5	14, 9	1,1	3,6	70, 7	7,9	0,8	724	94	11	622	72	40	0,8	3,5	I	4,5	4,0
43	CU T	TONDA IBLEA	17/10/23	0,1	7,3	1,8 5	0,1 1	0,00 6	14, 7	1,1	2,9	70, 1	7,7	0,8	661	94	44	646	77	38	1,0	3,0	I	5,5	3,0
44	IEM	TONDA IBLEA	30/10/23	0,2	6,7	1,8 8	0,1 2	0,00 5	14, 7	1,1	3,0	70, 8	7,8	0,9	661	93	29	555	68	39	0,3	3,5	I	3,5	2,5
45	BU S	MORESCA	30/10/23	0,0	7,9	1,8 7	0,1 4	0,00 5	15, 6	1,1	2,7	69, 4	7,9	0,9	687	94	10	573	73	32	2,1	3,0	I	1,5	2,0
46	CU T	TONDA IBLEA	30/10/23	0,1	6,8	1,8 9	0,1 2	0,00 6	16, 2	1,6	3,3	67, 8	9,4	0,8	100 7	94	74	443	72	25	3,5	4,0	I	4,0	4,0
47	LAV	CALATINA	30/10/23	0,1	8,4	1,9 6	0,1 1	0,00 6	15, 2	1,3	3,5	66, 9	9,5	0,9	711	94	41	503	68	24	0,8	2,5	M	4,0	3,0



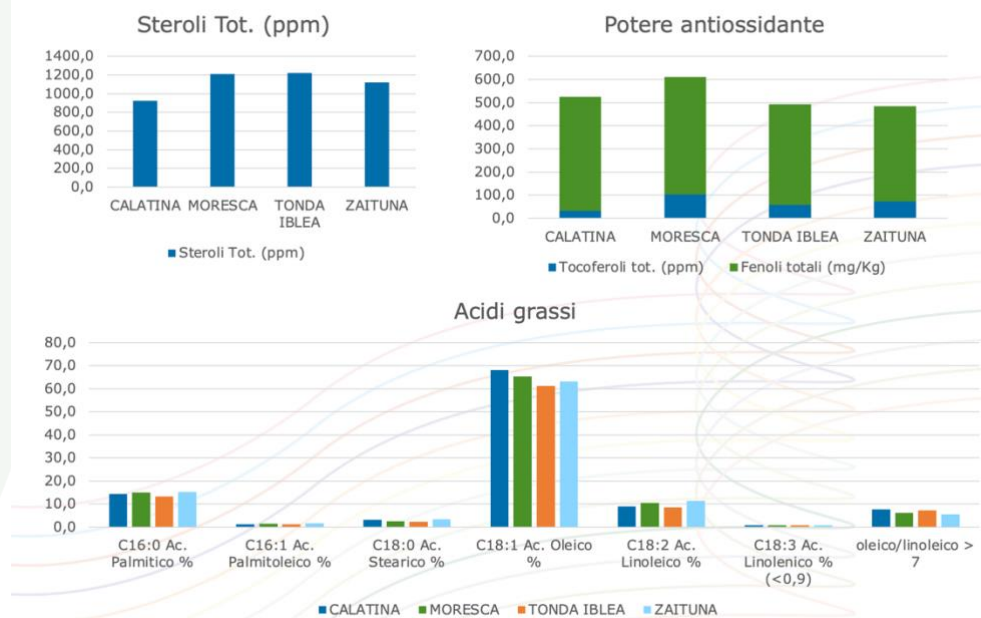
Al fine di meglio evidenziare le differenze tra i vari campioni di oli d'oliva vergini prodotti per ogni singola cultivar, sono stati raggruppati i risultati dei valori medi ottenuti per ogni parametro analizzato all'FT-NIR nei grafici seguenti.

**Grafico 1.** Acidità, perossidi e costanti spettrofotometriche ottenute sugli oli vergini d'oliva prodotti nelle annate 2022-'23 e 2023-'24 per le quattro cultivar analizzate.



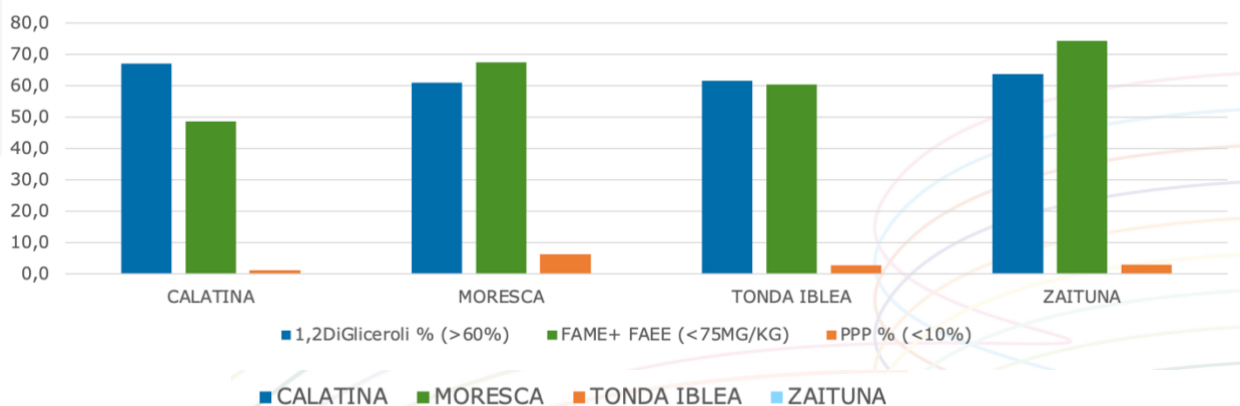
Confrontando i valori ottenuti per singole cultivar rispetto ai valori limite riportati nel Reg. 2561/91 s.m.i. si osserva che tutti i parametri rientrano nella categoria degli oli extravergini d'oliva.

**Grafico 2.** Steroli totali, potere antiossidante (fenoli totali e tocoferoli totali) e composizione degli acidi grassi ottenuti sugli oli vergini d'oliva prodotti nelle annate 2022-'23 e 2023-'24 per le quattro cultivar analizzate.



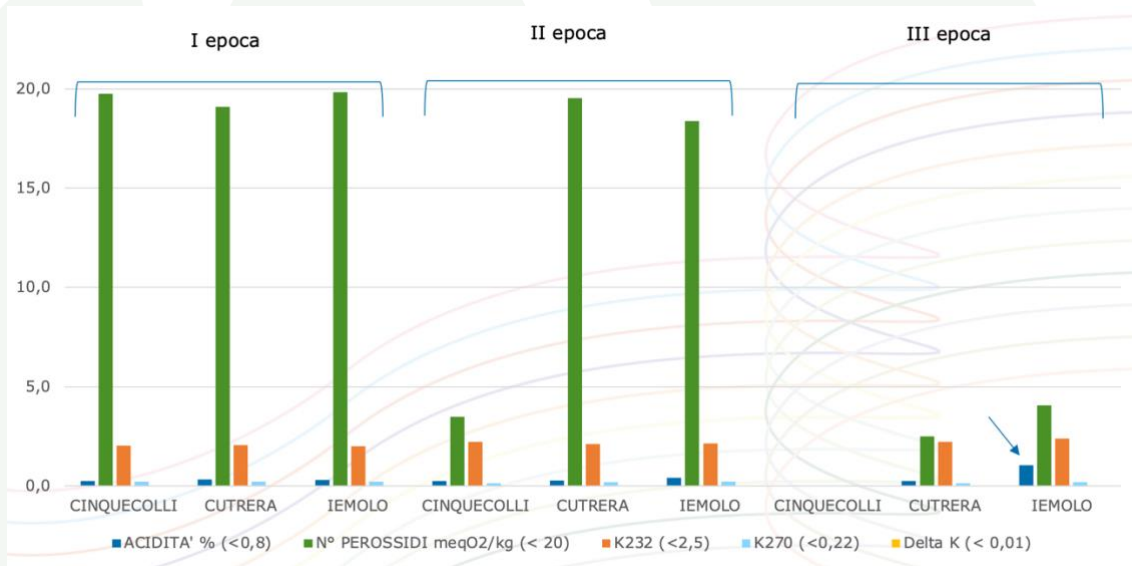
Confrontando i valori ottenuti per singole cultivar rispetto ai valori limite riportati nel Reg. 2561/91 s.m.i., si osserva che tutti i parametri rientrano nella categoria degli oli extravergini d'oliva. La cv che si evidenzia per maggior contenuto di steroli totali e di potere antiossidante è rappresentata dalla Moresca.

**Grafico 3.** 1,2 digliceroli (DAG), sommatoria degli esteri metilici e degli esteri etilici degli acidi grassi ( $\Sigma$  FAME+FAEE) e pirofeofitine (PPP) ottenuti sugli oli vergini d'oliva prodotti nelle annate 2022-'23 e 2023-'24 per le quattro cultivar analizzate.



Nelle annate prese in considerazione durante il progetto InMiQuOil, alcuni campioni di olive da cui estrarre l'olio non si sono riusciti a raccogliere, per assenza di prodotto, pertanto, in un confronto tra gli oli prodotti dalle singole aziende manca il riferimento o comunque è poco significativo. Per questo motivo, abbiamo deciso di prendere in considerazione per un confronto durante le diverse epoche di raccolta solo i campioni di Tonda Iblea che provengono solo da tre delle aziende partecipanti. Di seguito si riportano i grafici per le due annate olearie separate.

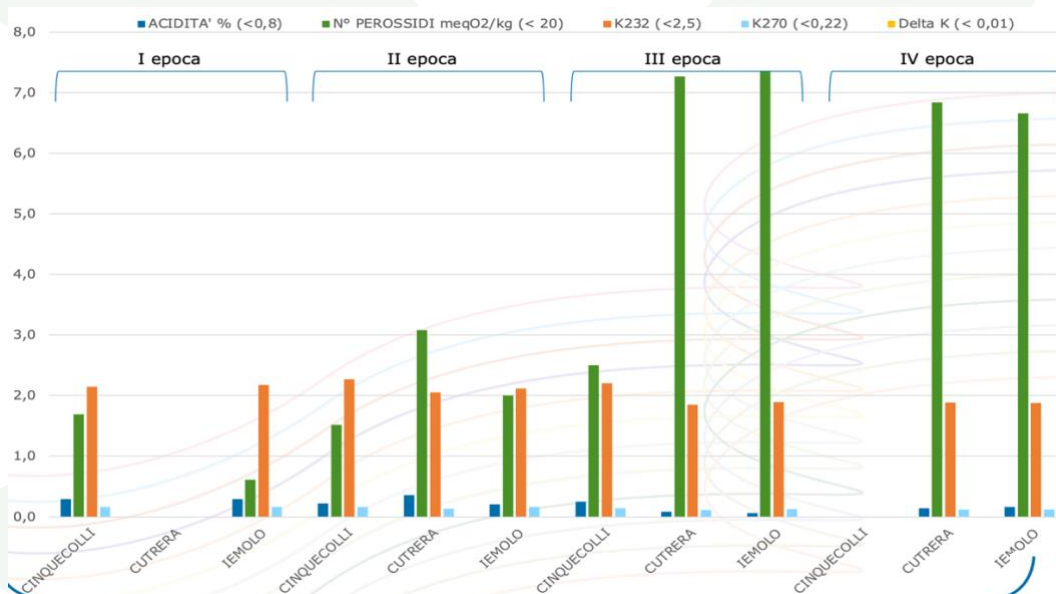
**Grafico 4.** Criteri di qualità degli oli vergini d'oliva (acidità, perossidi e costanti spettrofotometriche) ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2022-'23.



Come si può osservare dal grafico, quasi tutti i campioni presentano valori inferiori ai limiti imposti dal Reg. 2561/91 s.m.i. per la categoria olio extravergine d'oliva. Solo il campione della III epoca delle Tenute Iemolo supera il limite di 0,8% di acidità libera. Si osserva, inoltre, che i campioni dell'inizio dell'annata olearia presentano dei valori molto alti dei perossidi, mentre diminuiscono notevolmente nell'ultima epoca di raccolta, probabilmente perché

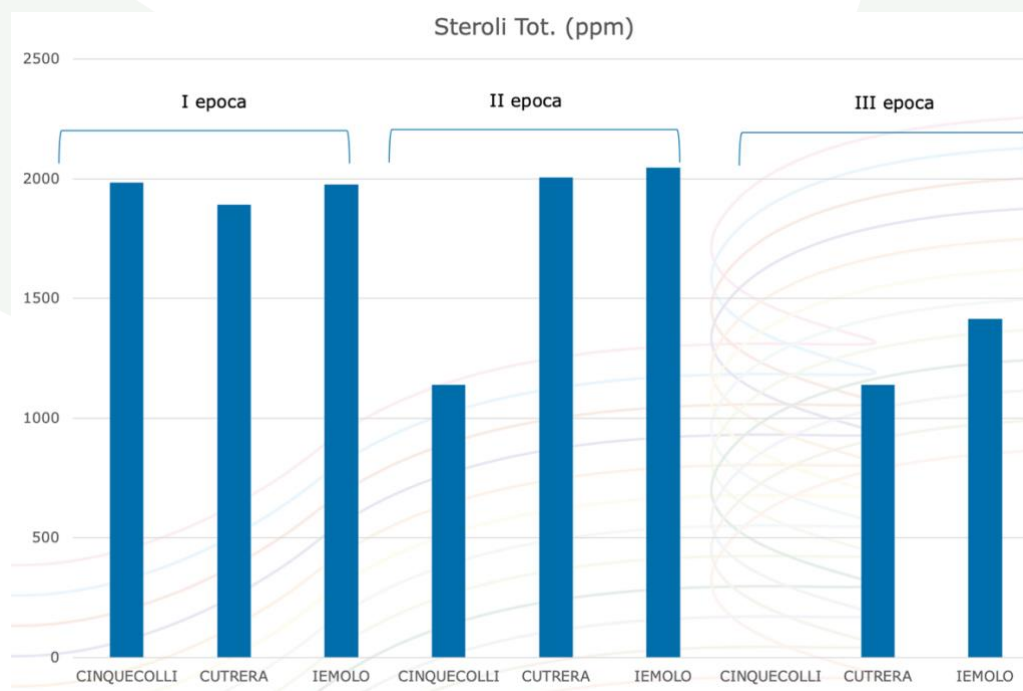
nell'ultima epoca le drupe più danneggiate sono già cadute dall'albero e non vengono utilizzate per l'estrazione dell'olio.

**Grafico 5.** Criteri di qualità degli oli vergini d'oliva (acidità, perossidi e costanti spettrofotometriche) ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2023-'24.



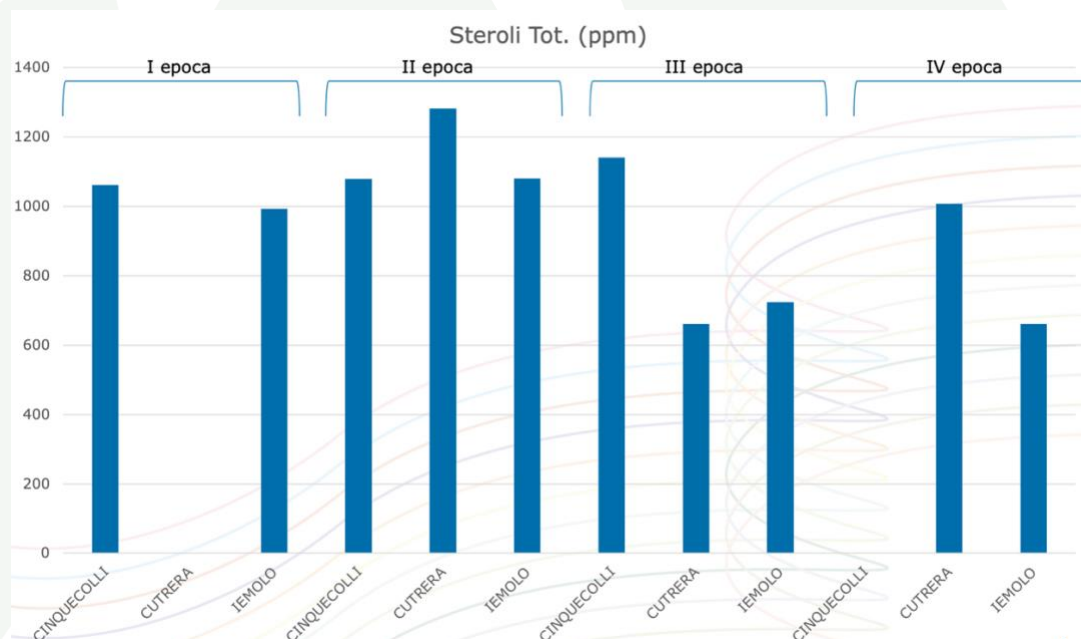
Anche in questo caso tutti i campioni di oli prodotti presentano valori di molto inferiori ai limiti imposti dal Reg. 2561/91 s.m.i. per la categoria olio extravergine d'oliva. In questo caso il numero di perossidi aumenta con la maturazione delle olive ma si mantiene abbondantemente al di sotto del valore limite.

**Grafico 6.** Contenuto di steroli totali degli oli di oliva vergini ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2022-'23.



Come si può osservare dal grafico 6, tutti i campioni di olio hanno valori molto elevati di steroli compresi tra 1.140 mg/kg per l'olio ottenuto dall'azienda Cutrera e dall'Azienda Cinque Colli (II e III epoca di raccolta) e 2.048 mg/kg per l'olio ottenuto dall'azienda Iemolo (II epoca di raccolta).

**Grafico 7.** Contenuto di steroli totali degli oli di oliva vergini ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2023-'24.

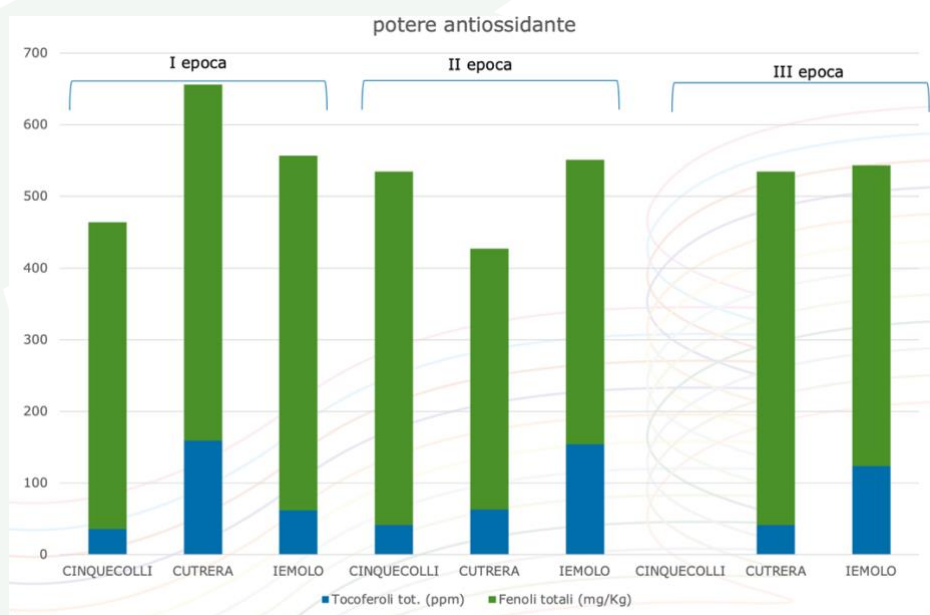


In questa annata olearia (2023-'24), i valori degli steroli sono diminuiti di molto rispetto all'annata precedente e nessuno supera il valore di 1.281 mg/kg raggiunto solo nella II

epoca di raccolta presso l'azienda Cutrera. Il valore più basso si è osservato nell'olio d'oliva vergine ottenuto dall'azienda Cutrera (III epoca di raccolta) e Iemolo (IV epoca di raccolta).

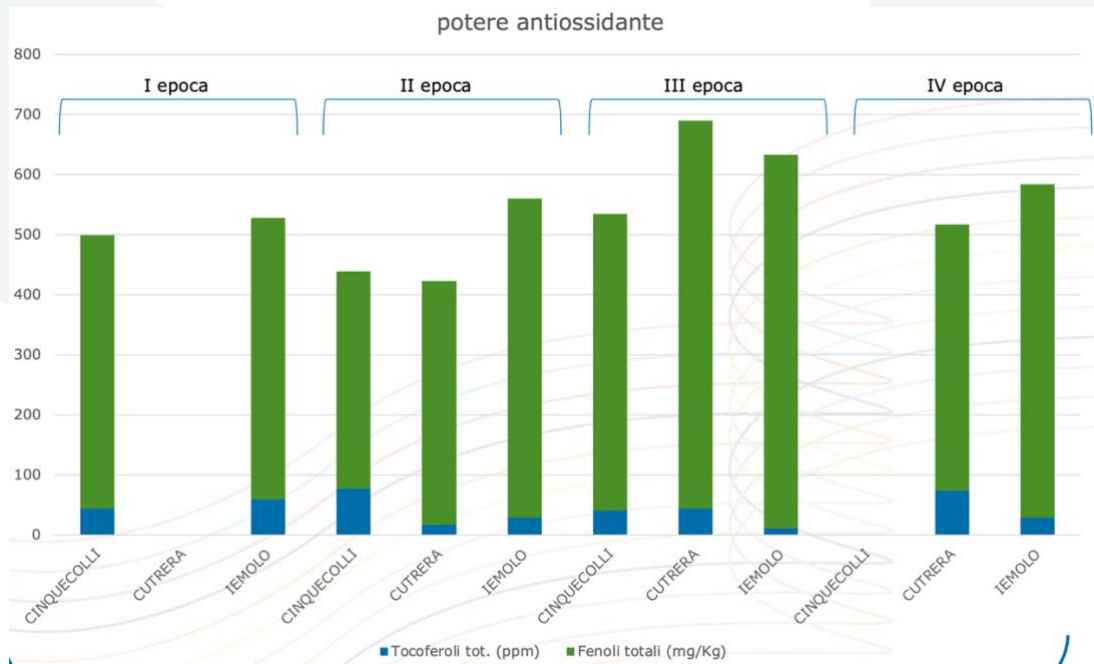
Dal punto di vista qualitativo va puntualizzato che oli extravergini di oliva con steroli al di sotto dei 1.000 mg/Kg non sono certamente di qualità sensoriale o salutistica inferiore a quelli che superano tale valore. Si deve considerare infatti che, pur essendo i fitosteroli tra i composti bioattivi per i quali l'UE riconosce un *claim* salutistico, sulla base del Reg. UE 432/2012, il valore minimo fissato da tale regolamento pari a 800 mg/giorno di assunzione, al quale si riconosce la capacità di ridurre il colesterolo totale nell'uomo, risulta essere non applicabile per qualsivoglia olio extravergine di oliva visto che corrisponderebbe ad un consumo medio giornaliero di olio pari a 800 g. I cambiamenti climatici stanno diventando un problema molto grosso per la coltivazione dell'olivo in quanto le elevate temperature, in fase di maturazione del frutto, spesso anomale rispetto ai valori medi dei decenni precedenti, incidono negativamente sulla composizione chimica degli oli riducendo ad esempio i valori in acido oleico, a favore dell'acido linoleico e probabilmente, agendo negativamente anche sulla sintesi di fitosteroli nelle drupe.

**Grafico 8.** Contenuto di fenoli totali e tocoferoli totali (potere antiossidante) degli oli di oliva vergini ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2022-'23.



Il Reg. CEE 2568/91 non prevede un valore minimo per questi due parametri ma normalmente il loro valore si aggira tra 150 e 700 mg/kg di fenoli totali e 100-200 mg/kg di tocoferoli. Per i fenoli il valore minimo e massimo è stato registrato nell'olio d'oliva vergine prodotto presso la stessa azienda in due epoche differenti: I epoca max 497 mg/kg e II epoca min 365 mg/kg. I tocoferoli invece variano tra 36 mg/kg (Az. Cinque Colli I epoca) e 159 mg/kg (Az. Cutrera I epoca).

**Grafico 9.** Contenuto di fenoli totali e tocoferoli totali (potere antiossidante) degli oli di oliva vergini ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2023-'24.



I fenoli nell'annata 2023-'24 variano tra un minimo di 361 mg/kg (Cinque Colli II epoca) e un massimo di 646 mg/kg (Cutrera III epoca). I tocoferoli invece variano tra 11 mg/kg (Tenuta Iemolo III epoca) e 78 mg/kg (Cinque Colli II epoca).

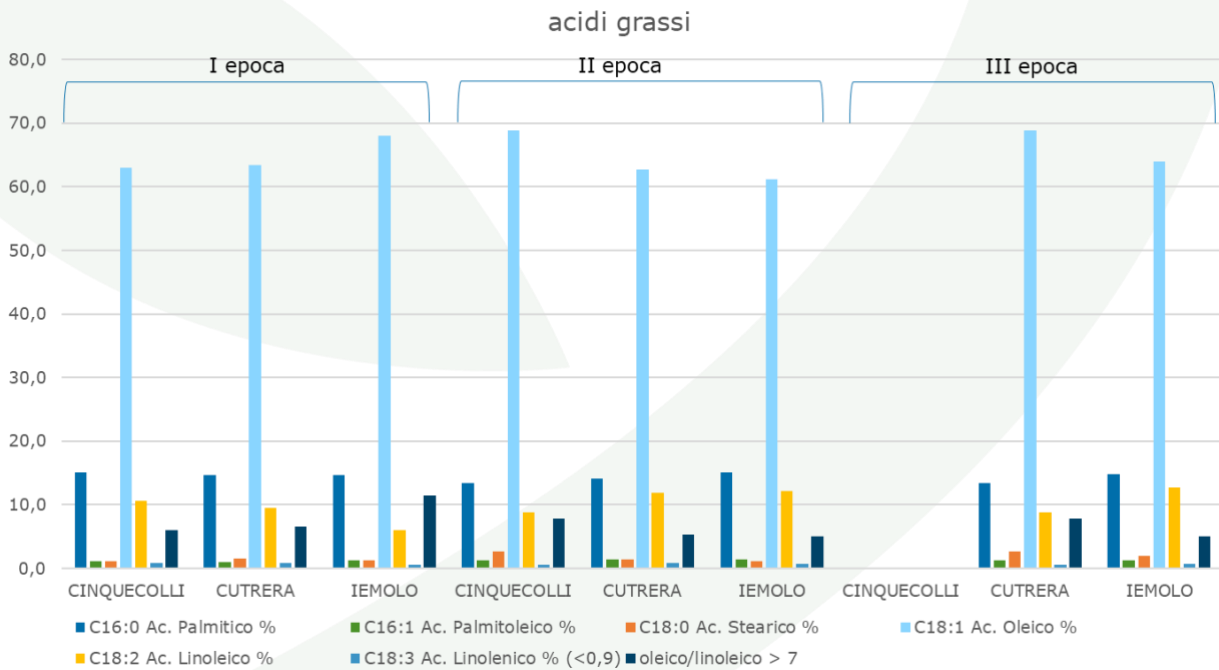
Di grande importanza (non solo come antiossidanti) sono i componenti fenolici, più comunemente denominati polifenoli, presenti in molto quantità nell'olio di oliva vergine, i quali oltre a potenziarne il valore biologico, contribuiscono ad accrescere il valore organolettico.

I tocoferoli contenuti nell'olio di oliva sono rappresentati dalla forma  $\alpha$ , la sola forma utilizzata dall'organismo (cioè la vitamina E) e si ricorda a questo proposito che il rapporto dell' $\alpha$ -tocoferolo ed i polinsaturi non deve essere inferiore a 0,5, rapporto che nell'olio di oliva extravergine corrisponde a 1,5. Una porzione giornaliera di tutti gli oli analizzati apportava ad un individuo adulto quote variabili tra il 60 ed il 130% del fabbisogno quotidiano di vitamina E.

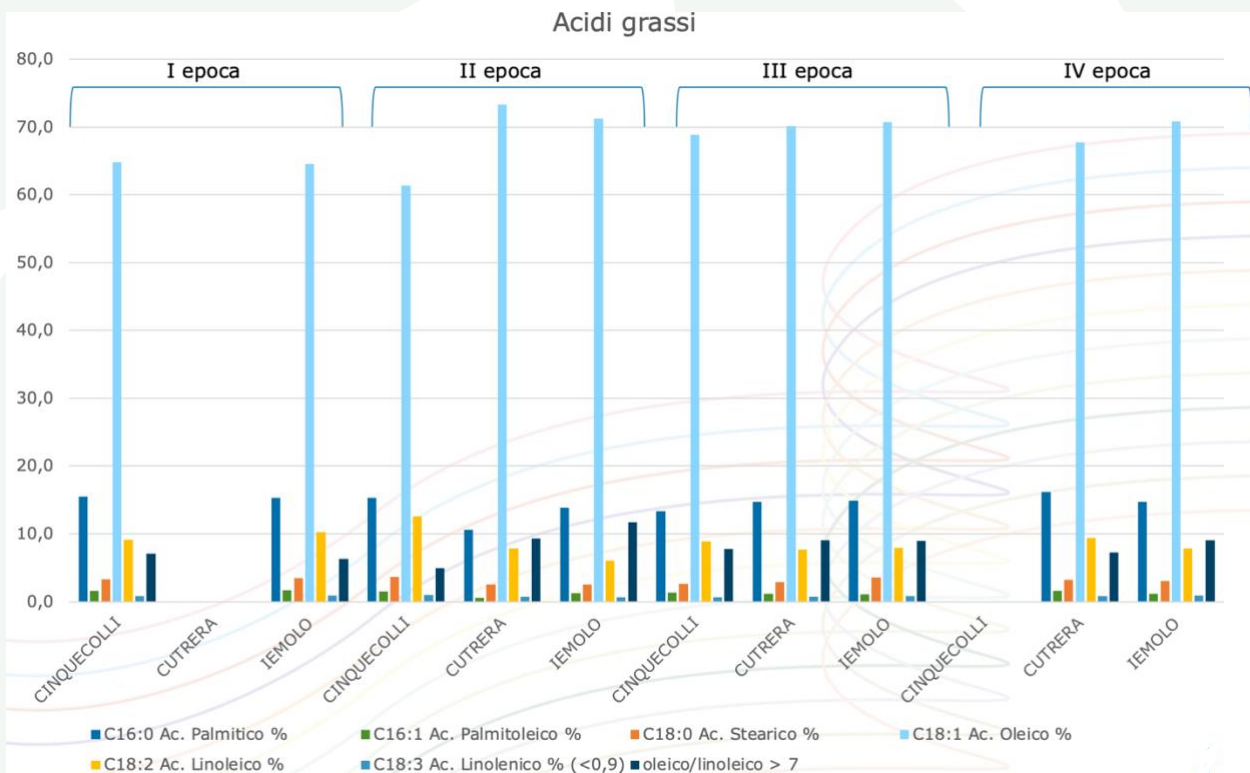
Gli agenti antiossidanti contenuti nell'olio di oliva, pur essendo presenti in concentrazioni relativamente non elevate, svolgono un'attività notevolmente efficace in quanto esiste un effetto sinergico tra i singoli componenti che aumenta notevolmente il potenziale antiossidativo rispetto a quando gli stessi composti siano presenti singolarmente.

Il potere antiossidante protegge l'olio extravergine d'oliva dall'irrancidimento durante la conservazione commerciale (*shelf-life*), ma soprattutto protegge l'organismo umano svolgendo una potente azione di prevenzione contro i radicali liberi dell'ossigeno ai quali siamo costantemente esposti ed ai danni conseguenti.

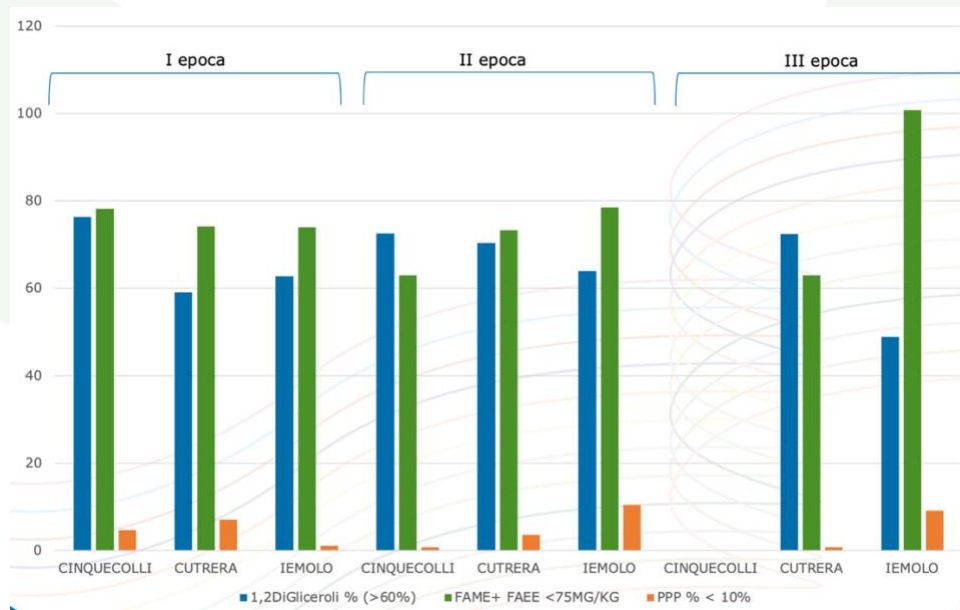
**Grafico 10.** *Contenuto di acidi grassi degli oli di oliva vergini ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2022-'23.*



**Grafico 11.** Contenuto di acidi grassi degli oli di oliva vergini ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2023-'24.

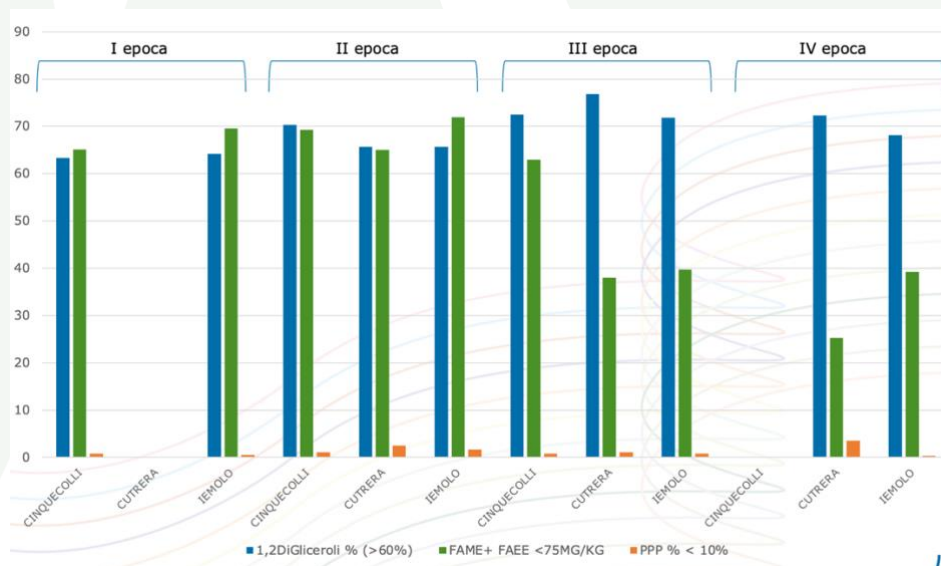


**Grafico 12.** Contenuto di 1,2 digliceroli, esteri metilici di acidi grassi ed esteri di etile di acidi grassi (FAME+FAEE) e pirofeofitine (PPP) degli oli di oliva vergini ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2022-'23.



1,2 digliceridi e pirofeofitine sono parametri legati alla qualità e possono fungere da campanello di allarme per la presenza di deodorati, come gli etil esteri. Normalmente i valori dei 1,2 digliceroli dovrebbe essere superiore al 60% mentre la sommatoria di FAME+FAEE dovrebbe essere inferiore al 75%. Nei nostri casi studio solo il campione della Tenuta Iemolo nella III epoca di raccolta è risultato avere valori oltre i limiti suggeriti.

**Grafico 13.** Contenuto di 1,2 digliceroli, esteri metilici di acidi grassi ed esteri di etile di acidi grassi (FAME+FAEE) e pirofeofitine (PPP) degli oli di oliva vergini ottenuti nelle tre epoche di raccolta della cv Tonda Iblea presso tre aziende partecipanti (Azienda Agricola Cinque Colli, Società Agricola Cutrera e Tenuta Iemolo) nell'annata 2023-'24.



Anche nella seconda annata olearia di riferimento i valori sono risultati essere nella norma. Normalmente i valori dei 1,2 digliceroli dovrebbero essere superiori al 60% mentre la sommatoria di FAME+FAEE dovrebbe essere inferiore al 75%, mentre le PPP sono inferiori al 10%.

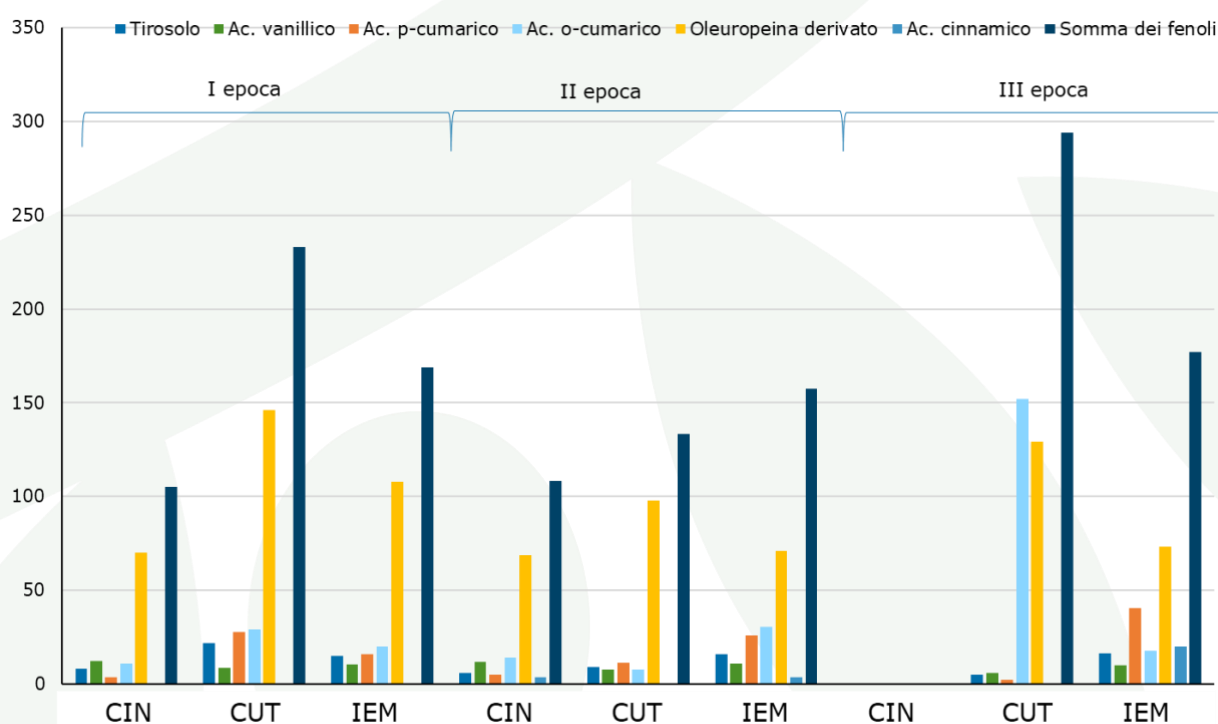


## Composizione fenoli degli oli analizzati con tecniche cromatografiche

Di seguito si illustrano i risultati delle analisi dei fenoli in HPLC, effettuate presso i laboratori del CREA di Acireale, relativi alle annate di produzione 2022 e 2023.

I campionamenti effettuati nei due anni sono riportati nella tabella 3 in cui si può vedere anche la data di raccolta e molitura delle olive con il frantoio sperimentale. In genere, le olive sono state molite lo stesso giorno della raccolta oppure, in alcune circostanze, al massimo entro due giorni.

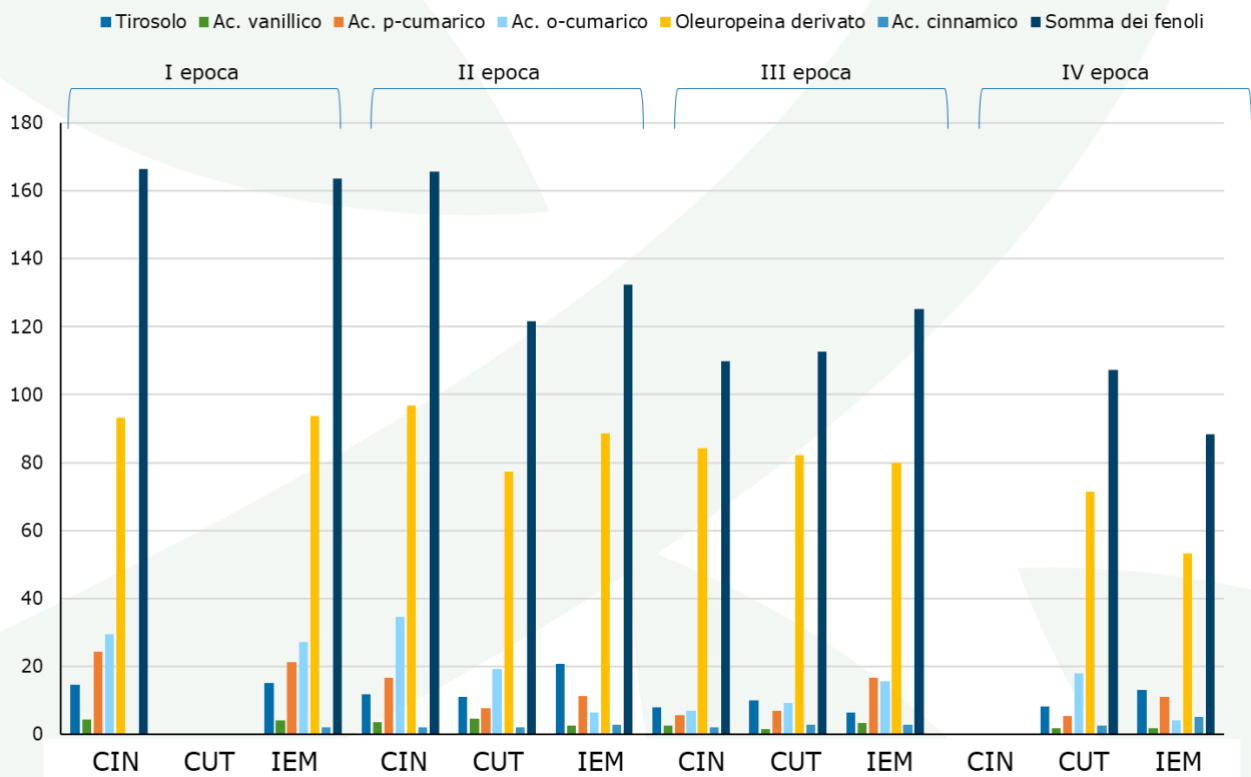
**Grafico 14.** Risultati dei fenoli HPLC del campionamento degli oli di Tonda Iblea 2022 (espressi in mg/kg di olio).



Nei grafici 14 e 15 sono stati inseriti solo i quantitativi dei fenoli comuni a tutti i campioni di OEVO di Tonda Iblea, più il quantitativo totale dei fenoli rilevati in HPLC. Le date esatte riferite alle epoche di raccolta sono illustrate nella tabella 3.

Dai grafici si nota una elevata variabilità sia tra le annate di produzione che tra le singole epoche di raccolta. Nel 2022 (grafico 14), si nota che la Tonda Iblea dell'azienda Cutrera ha raggiunto il contenuto più alto di fenoli totali ed appare caratteristico il quantitativo dell'acido o-cumarico (152 mg/kg di olio) nella terza epoca di raccolta. Questa caratteristica potrebbe essere utilizzata per la tracciabilità dell'olio, posto che non sia stato un caso isolato, dovuto all'annata. Purtroppo, nell'annata successiva questo evento non si è ripetuto. Nella terza epoca di raccolta 2022, tra fine ottobre ed inizio novembre, non c'era disponibilità di olive dell'azienda Cinque Colli, mentre per gli altri si osserva un insolito innalzamento delle quantità di fenoli, soprattutto per l'azienda Cutrera, probabilmente dovuto ad un fenomeno di disidratazione delle olive.

**Grafico 15. Risultati dei fenoli HPLC del campionamento degli oli di Tonda Iblea 2023 (espressi in mg/kg di olio).**

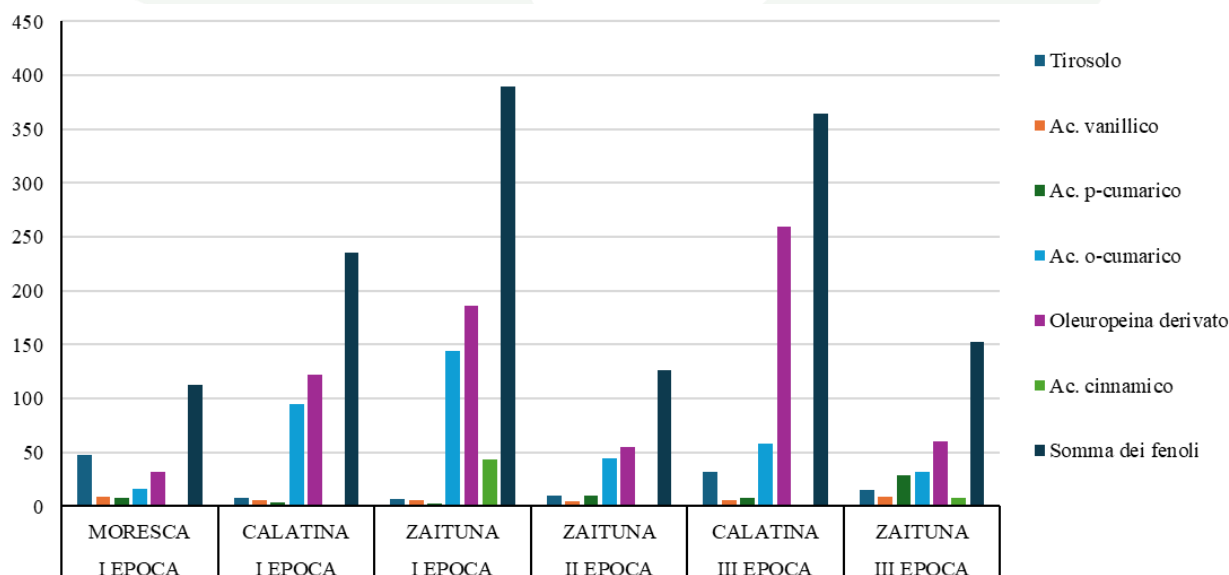


Nel 2023 (grafico 15), si assiste ad un andamento più coerente con la diminuzione fenolica che normalmente si registra con l'avanzare delle epoche di maturazione. Infatti, la sfida che ogni azienda deve affrontare è proprio quella di raccogliere il prodotto quando si ha un ottimale rapporto tra qualità e resa. Nella prima epoca non erano ancora mature le olive dell'azienda Cutrera, mentre nell'ultima epoca, non è stato possibile molire quelle dell'azienda Cinque Colli perché già tutte raccolte nell'epoca precedente. L'annata ha mostrato una quantità media di fenoli inferiore a quella del 2022, come si può notare dalla scala dei valori presente nei grafici 14 e 15. Ad ottobre, nella terza epoca di raccolta, si assiste ad una diminuzione significativa del contenuto fenolico, che continua anche a novembre, nella quarta epoca. A parte i derivati dell'oleuropeina, che mostrano i più alti valori, l'acido o-cumarico ed il tirosolo sono quasi sempre gli altri picchi più abbondanti.

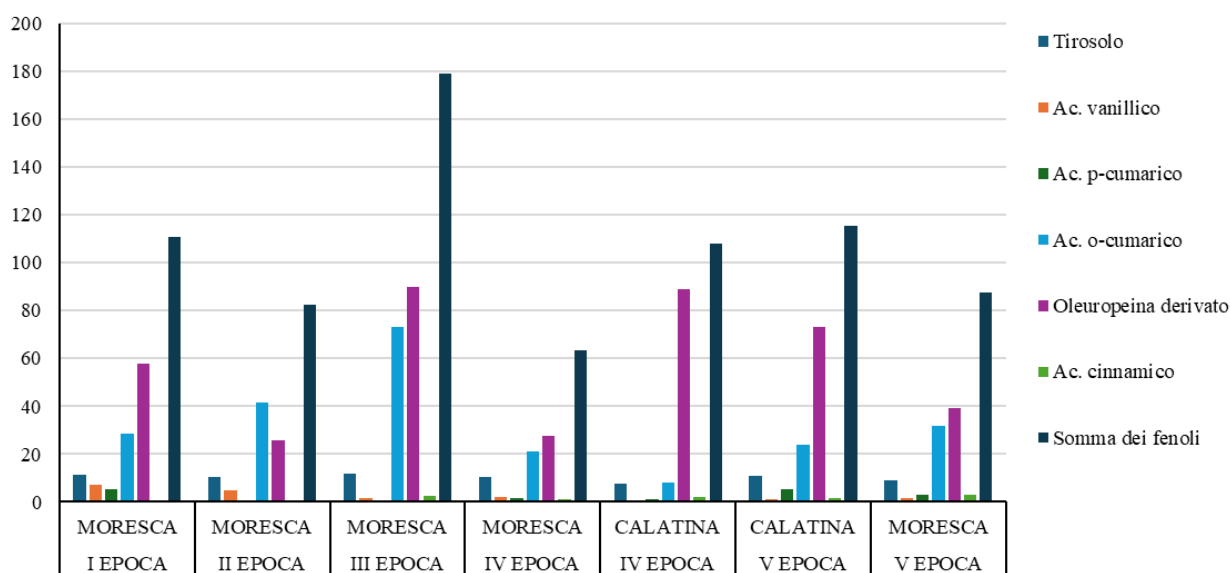
Per quanto riguarda il campionamento delle altre cultivar che ricadono nello stesso areale di produzione, nel 2022, la cv Moresca è stata fornita dall'azienda Busulmona, mentre Zaituna e la Calatina dall'azienda Cutrera. Anche per queste cultivar l'annata di produzione 2022 ha portato ad un maggiore contenuto fenolico rispetto al 2023, come si evince paragonando i valori dei grafici 16 e 17. Nel 2022 (Grafico 16), la Moresca è stata raccolta solo una volta perché successivamente era già troppo matura e già quasi assente sulle piante. Per la Zaituna è stato possibile raccogliere tre epoche, mentre per la Calatina due. Nelle olive di Zaituna si ha un abbattimento di tutti i fenoli già passando da un campionamento all'altro del mese di ottobre, a conferma di quanto sia importante il monitoraggio di questi parametri chimici per raccogliere olive che portino ad un olio di qualità. I fenoli poi sono rimasti sostanzialmente invariati fino a novembre (terza epoca di raccolta). Per le olive di Calatina, invece, per le due raccolte effettuate, si è avuto il risultato

opposto, ossia i fenoli sono aumentati a novembre. Nonostante lo stesso areale, la cultivar dimostra comportamenti chimici profondamente diversi. Questo fa capire come non si possa mai fare un discorso generalizzato sulla qualità dell'olio in base al periodo di raccolta, ma vada sempre legato almeno alle condizioni climatiche dell'annata ed alla cultivar in questione.

**Grafico 16.** Risultati dei fenoli HPLC del campionamento degli oli di cv Moresca, Calatina e Zaituna 2022 (espressi in mg/kg di olio).



**Grafico 17.** Risultati dei fenoli HPLC del campionamento degli oli di cv Moresca, Calatina e Zaituna 2023 (espressi in mg/kg di olio).



Nel 2023, la cv Moresca è stata fornita dall'azienda Busulmona, mentre la Calatina dall'azienda La Via (Grafico 17). Come per la cultivar Tonda Iblea, anche su queste altre due cultivar si evince come le condizioni climatiche del 2023 abbiano portato ad un decremento generale delle medie dei fenoli negli oli. Il contenuto dei fenoli nella Moresca

sale fino a fine settembre (terza epoca di raccolta) per poi ridursi in maniera importante a metà ottobre (quarta epoca). La Calatina, prelevata a metà ottobre e fine ottobre rimane pressoché invariata, ma con un contenuto fenolico più alto rispetto agli ultimi campionamenti di Moresca che è una cv precoce.

### ***Innovazione in frantoio: protoreattore e ultrasuoni***

Per quanto riguarda le innovazioni in frantoio, la scelta è ricaduta sul *testing* del protoreattore e degli ultrasuoni per aumentare la resa di OEVO, controllando al contempo la qualità del prodotto. Il protoreattore riduce drasticamente i tempi di gramolazione con un risparmio energetico sia termico che elettrico, oltre la riduzione dei tempi di lavorazione e di spazio necessario. Il processo interno al protoreattore si basa su una coclea rotante contenuta in un cilindro con parete riscaldata che si può anche raffreddare, provvista di più motori elettrici e un dispositivo programmabile che regola la velocità di rotazione della pasta nella coclea rotante. La continua rotazione della coclea rotante attraverso tutto il percorso del tubo riscaldato facilita il raggruppamento delle goccioline di olio, riducendo drasticamente i tempi rispetto a una gramola convenzionale. Sono state testate anche tecnologie a ultrasuoni per aumentare la resa. Tempo e temperatura influenzano in maniera rilevante la resa e la qualità dell'OEVO. La cavitazione ad ultrasuoni rompe le strutture cellulari facilitando così il rilascio dei composti solubili dal tessuto delle olive, attraverso processi meccanici e termici.

Nell'ottobre del 2022 è stata avviata anche la prima prova per verificare la differenza ottenuta sulla qualità degli oli utilizzando il protoreattore e l'impianto ad ultrasuoni, paragonando i risultati all'uso della sola gramola. Le olive molite nell'impianto industriale di Cutrera erano di cv Nocellara del Belice (tabella 6).

***Tabella 6. Prelievo di olio da attività con protoreattore e ultrasuoni.***

<b>Data di lavorazione</b>	<b>Cultivar</b>	<b>Nome campione olio</b>	<b>Modalità</b>	<b>T°C</b>
20/10/2022	Nocellara del Belice	Olio 3	Controllo (solo gramola)	27
20/10/2022		Olio 6	Ultrasuoni + gramola	
20/10/2022		Olio 8	Protoreattore + gramola	
21/10/2022		Olio 12	Controllo (solo gramola)	
21/10/2022		Olio 17	Ultrasuoni + gramola	
21/10/2022		Olio 19	Protoreattore + gramola	

Le due giornate di lavorazione hanno comportato tuttavia, la non omogeneità delle due partite di olive processate, che presentavano caratteristiche qualitative diverse. Motivo per cui, i dati sono stati statisticamente trattati come campioni diversi relativamente ai risultati ottenuti nei due giorni. I risultati dell'analisi statistica confermano che i campioni delle due giornate hanno un comportamento diverso.

***Tabella 7. Principali parametri chimico fisici ottenuti all'FT-NIR sugli oli di oliva vergini ottenuti col protoreattore e con gli ultrasuoni nella annata olearia 2022.***

Nome campione olio	Acidità % (<0,8)	N° Perossidi meqO <sub>2</sub> /kg (< 20)	K232 (<2,5)	K270 (<0,22)	Delta K (< 0,01)	C16:0 Ac. Palmitico %	C16:1 Ac. Palmitoleico %	C18:0 Ac. Stearico %	C18:1 Ac. Oleico %	C18:2 Ac. Linoleico %	C18:3 Ac. Linolenico % (<0,9)	Steroli Tot. (ppm)	Tociferoli tot. (ppm)	Fenoli totali (mg/Kg)	1,2DiGliceroli % (>60%)	FAME+ FAEE (<40%)	PPP %
Olio 3	0,3	20,8	1,99	0,21	0,000	13,8	1,6	2,1	62,6	9,6	1,1	1942	89	278	69,4	48,0	9,4
Olio 6	0,2	20,0	2,00	0,21	0,001	13,7	1,5	2,0	64,3	9,4	1,1	1886	43	289	76,8	59,3	5,9
Olio 8	0,2	23,7	1,97	0,18	0,000	14,5	2,2	2,4	63,2	9,9	0,7	2332	21	250	88,6	28,7	6,3
Olio 12	0,2	20,8	2,00	0,20	0,000	13,6	1,5	2,0	63,9	9,5	1,0	1901	18	291	80,7	57,7	4,8
Olio 17	0,2	20,6	2,00	0,21	0,001	13,6	1,7	1,9	64,2	9,3	1,0	1919	34	315	80,3	60,8	4,6
Olio 19	0,2	19,5	1,97	0,22	0,000	13,5	1,4	2,1	64,0	9,2	1,1	1977	101	272	71,1	54,0	8,6

Nelle Tabelle 8 e 9, che mostrano i fenoli totali ed i singoli, rispettivamente, sono evidenziate le differenze statisticamente significative per i singoli picchi dovuti al trattamento.

**Tabella 8.** Analisi statistica dei fenoli totali (risultati espressi in mg/kg di olio).

Trattamento	Data	Fenoli totali
Gramola (controllo)	20/10/2022	485,13±30,47 ab
Protoreattore e gramola	20/10/2022	<b>551,67±34,36 a</b>
Ultrasuoni e gramola	20/10/2022	491,61±45,98 ab
Gramola (controllo)	21/10/2022	484,08±46,10 ab
Protoreattore e gramola	21/10/2022	490,00±15,53 ab
Ultrasuoni e gramola	21/10/2022	471,70±39,97 b
	<b>Sig.</b>	*

I dati sono espressi come media ± deviazione standard. Lettere differenti nella stessa colonna indicano differenza statistica \*per P≤0.05.

Dai risultati appare che l'uso del protoreattore determini un incremento in alcuni fenoli singoli e dei fenoli totali. Tuttavia, dipende dallo stato di maturazione delle olive, vista la differenza tra le due partite di olive analizzate. Benché in questo modo la prova sia stata ripetuta due volte, le prove andrebbero ripetute per almeno tre annate e con cultivar diverse per avere risultati più chiari.

**Tabella 9.** Analisi statistica considerando separate le analisi dei due giorni di campionamento (risultati espressi in mg/kg di olio).

	GRA	PRT+GRA	US+GRA	GRA	PRT+GRA	US+GRA	
Fenoli	Prova I (20/10/2022)			Prova II (21/10/2022)			Sig.
Idrossitirosolo	5,4±0,6 ab	5,4±0,7 ab	4,3±0,9 b	5,0±0,9 ab	6,5±0,7 a	5,7±0,7 ab	*
Tirosolo	3,2±0,5	2,9±0,7	2,7±0,3	3,9±0,8	3,2±0,5	3,6±0,5	n.s.
Ac. caffeico	4,7±0,2 ab	4,7±0,7 ab	4,0±0,2 b	5,0±1,4 ab	4,3±0,3 b	5,9±0,3 a	*
Ac. vanillico	3,6±0,2	4,8±1,8	4,6±0,7	5,1±1,5	4,2±0,2	2,8±1,0	n.s.
Ac. p-cumarico	8,2±1,3	7,6±0,7	9,4±2,6	8,2±2,6	9,1±0,4	8,6±0,3	n.s.
Ac. ferulico	19,1±0,6 c	27,2±0,3 ab	21,7±3,3 c	30,0±3,4 a	26,4±0,3 ab	22,9±0,6 bc	**
Ac. o-cumarico	244±11,4 bc	295±3,4 a	252±14,8 b	231±4,9 c	247±2,2 bc	232±2,5 c	**
Oleuropeina derivato	192±19,6	182±10,5	190±27,1	184±20,3	183±7,5	182±10,1	n.s.
Ac. cinnamico	10,4±3,0 b	9,4±1,6 b	6,1±2,8 b	22,8±3,5 a	12,8±0,3 b	14,9±0,2 ab	**

Legenda: GRA = gramola (controllo); PRT+GRA = protoreattore e gramola; US+GRA = ultrasuoni e gramola.

I dati sono espressi come media (mg/kg di olio) ± deviazione standard. Lettere differenti nella stessa riga indicano differenza statistica. \*\*Significatività per  $P \leq 0.01$ ; \*per  $P \leq 0.05$ ; n.s. non significativo.

**Tabella 10.** Determinazione dei rapporti di massa isotopica

CAMPIONI	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)
Gramola (controllo)	-30,206 ± 0,01 C	27,184 ± 0,01 A
Ultrasuoni e gramola	-30,079 ± 0,06 BC	27,133 ± 0,02 A
Protoreattore e gramola	-29,844 ± 0,06 A	26,450 ± 0,01 B
Gramola (controllo)	-29,997 ± 0,02 B	26,239 ± 0,01 C
Ultrasuoni e gramola	-29,963 ± 0,05 BA	26,291 ± 0,02 C
Protoreattore e gramola	-30,017 ± 0,02 B	27,148 ± 0,02 A

Significatività: lettere minuscole  $p \leq 0,05$ ; lettere maiuscole  $p \leq 0,001$ ; ns, non significativo.

Sfortunatamente nell'annata successiva, ossia nel 2023 non è stato possibile rifare la stessa prova, che invece è stata condotta solo con gli ultrasuoni, sempre nell'azienda Cutrera, ma stavolta con la cultivar Biancolilla. In questo caso, non si sono registrate differenze statisticamente significative per i singoli fenoli monitorati in HPLC tra l'uso della sola gramola e gli ultrasuoni. Solo l'acido vanillico e la luteolina sono risultati più elevati con l'uso degli ultrasuoni in maniera statisticamente significativa (risultati non mostrati).

Non si sono mostrate differenze significative nella determinazione dei rapporti di massa isotopica (risultati non mostrati).

## Individuazione dell'origine geografica con tecniche di spettrometria di massa isotopica

La produzione di olio ha una rilevanza economica significativa nell'economia italiana, considerando che nel contesto mondiale l'Italia si posiziona tra i primi produttori. Dal punto di vista qualitativo gli oli prodotti in Italia sono rinomati, con numerose tipologie di olio extravergine che possono vantare il marchio DOP. In questo ambito, la denominazione di origine protetta è sicuramente uno strumento di tutela utile per i consumatori, atto a garantire

non solo la provenienza delle materie prime ma anche che il prodotto sia stato realizzato secondo particolari tecniche durante il processo produttivo.

Secondo i rapporti UE di controllo sulle frodi alimentari, l'olio di oliva rientra fra le merci più colpite da manipolazioni fraudolente. La crisi degli ultimi anni ha esposto ancor di più le produzioni di qualità a forme di concorrenza sleale, che danneggiano produttori e consumatori.

Per dare al consumatore la massima garanzia sulla qualità e origine dell'olio ed evitare eventuali frodi alimentari, risulta strategico affiancare al modello di tracciabilità documentale che prevede la determinazione, rilevazione e registrazione dei "dati fondamentali", un sistema di tracciabilità chimica del prodotto. L'uso di metodologie analitiche, rapide per l'applicazione, veloci per la refertazione, efficaci ed altamente performanti rispetto alle matrici indagate, se correttamente applicate per verificare l'autenticità di prodotto, rappresentano un valido ed insostituibile strumento per le autorità preposte ad espletare le funzioni di controllo. Inoltre, l'innovazione scientifica e l'evoluzione tecnologica di strumentazioni e metodologie possono consentire di individuare rapidamente frodi e adulterazioni particolarmente sofisticate, o specificamente progettate per sfuggire ai controlli di legge correntemente applicati.

La spettrometria di massa di isotopi stabili degli elementi più abbondanti in natura (C, N, O, H, S) costituisce un potente mezzo di indagine per l'identificazione geografica dei prodotti alimentari. I rapporti isotopici di tutti gli elementi presenti in natura subiscono, nel corso dei processi chimici e fisici che caratterizzano l'evoluzione dell'ecosistema terrestre, effetti di frazionamento apprezzabili con le moderne tecniche di misura. Il carbonio utilizzato dalle piante nei processi fotosintetici naturali deriva interamente dalla CO<sub>2</sub> atmosferica, il quale, dal punto di vista isotopico, è estremamente omogeneo. Durante i processi di fotosintesi si verifica un frazionamento isotopico tra la CO<sub>2</sub> dell'atmosfera e la specie vegetale, che determina, in quest'ultima, un impoverimento dell'isotopo più pesante (<sup>13</sup>C). Tale frazionamento è funzione del ciclo fotosintetico seguito dalla pianta, nella quasi totalità delle specie riconducibile o al "Ciclo di Calvin" (detto "C3") o al "Ciclo di Hatch-Slack" (detto "C4"). Il contenuto in <sup>13</sup>C caratteristico dei due cicli fotosintetici è molto differente e quindi facilmente distinguibile dal punto di vista isotopico.

L'ossigeno e l'idrogeno, così come il carbonio, rappresentano gli elementi più abbondanti nella materia organica. Le variazioni del tenore in <sup>18</sup>O nelle specie vegetali sono dovute a diversi e articolati processi strettamente correlati a fattori quali temperatura, precipitazioni meteoriche, assorbimento dell'acqua presente nel terreno da parte delle radici, evapotraspirazione, ossigeno dell'atmosfera, fotosintesi, ecc., fattori che a loro volta sono dipendenti dal clima locale.

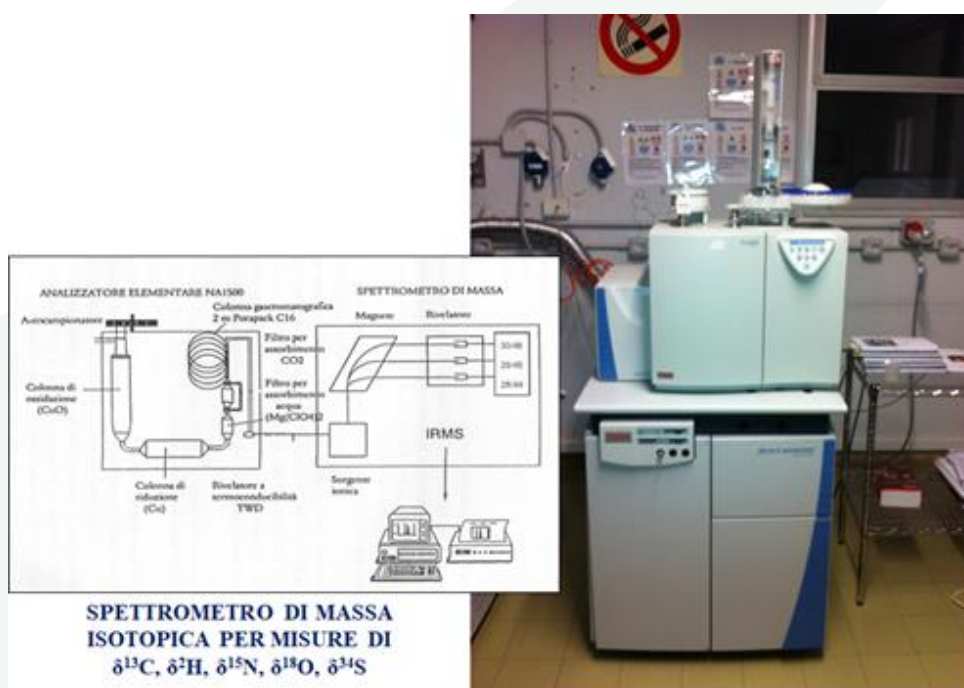
Il progetto INMIQUOIL "*Un innovativo sistema finalizzato al miglioramento della qualità della filiera olivicola*" ha avuto l'obiettivo di realizzare un sistema di tracciabilità mediante tecniche di indagine innovative quali la spettrometria di massa isotopica per consentire di ottenere un *fingerprinting* del prodotto siciliano dando valore aggiunto alle aziende partner del progetto che vedranno differenziare i loro prodotti dal panorama produttivo internazionale creando un sistema di unicità che caratterizza in maniera indiscutibile il prodotto finale.

Le attività sono state mirate alla valorizzazione di un prodotto quale l'olio di oliva DOP "Monti Iblei", che presenta caratteristiche peculiari dovute esclusivamente o essenzialmente all'ambito geografico di provenienza, mettendo in luce la qualità delle produzioni. L'obiettivo generale è stato quello di realizzare un database rappresentativo e statisticamente valido la cui origine geografica sia autenticata da prelievi realizzati nelle zone d'origine.

## Metodologia

L'indagine sulla classificazione e l'individuazione dell'origine geografica degli oli extravergini di oliva è stata effettuata sugli oli prodotti appositamente per il progetto con un mini-frantoio sperimentale (Mori-Tem, Firenze, Italia) situato presso i Frantoi Cutrera SRL, Chiaramonte Gulfi (RG), dove tutte le aziende partner hanno conferito le olive per il progetto.

L'analisi dei rapporti isotopici è stata svolta mediante l'utilizzo di uno spettrometro di massa isotopica Delta V Advance (Thermo Scientific Bremen, Germany).



**Figura 4.** Spettrometro di massa isotopica Delta V Advance (Thermo Scientific Bremen, Germany).

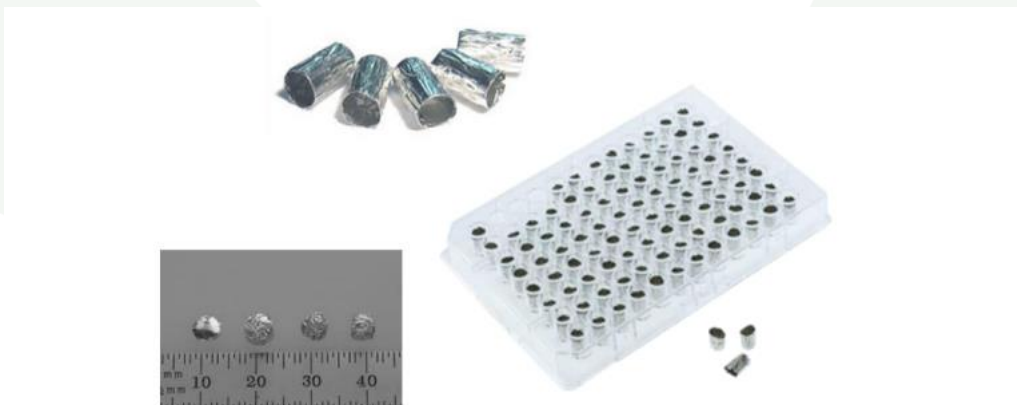
Lo strumento è stato inizialmente calibrato al fine di poter determinare il  $\delta^{13}\text{C}$ , che consente di poter misurare il rapporto  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ . Nello specifico, lo standard adoperato è stato il NBS-22 oil, utilizzando il valore di riferimento di  $-30,03\text{‰}$  fornito dall'IAEA, in relazione al V-PDB (Vienna-Pee Dee Belemnite). Il valore medio finale ottenuto, pari a  $-41,4188\text{‰}$ , è stato quindi utilizzato per calibrare lo strumento.

Le analisi sono state svolte sui campioni di olio tal quali. Nella fattispecie, un'aliquota di campione, pari a circa 0,5 mg, è stata pesata e posta all'interno di crogiolini in stagno, i quali poi sono stati inseriti all'interno dell'autocampionatore. L'analisi è avvenuta per combustione mediante l'utilizzo di un analizzatore elementare Flash EA 1112 (Thermo Scientific) ed è stata ripetuta tre volte per ciascun campione. Il risultato finale è stato ottenuto dalla media sulle singole determinazioni ed è stato espresso in ‰.

Successivamente è stato determinato il  $\delta^{18}\text{O}$ . Lo strumento è stato calibrato al fine di poter misurare il rapporto  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ . Nello specifico, lo standard adoperato è stato il NBS-22 oil, utilizzando il valore di riferimento di  $-36,4\text{‰}$  fornito dall'IAEA, in relazione al V-SMOW. Le analisi sono state svolte sui campioni di olio tal quali. Nella fattispecie, un'aliquota di



campione, pari a circa 0,5 mg, è stata pesata e posta all'interno di crogiolini in stagno, i quali poi sono stati inseriti all'interno dell'autocampionatore.



**Figura 5.** Crogiolini di stagno.

L'analisi è avvenuta per pirolisi mediante l'utilizzo di un analizzatore elementare Flash EA 1112 (Thermo Scientific) ed è stata ripetuta tre volte per ciascun campione. Il risultato finale è stato ottenuto dalla media sulle singole determinazioni ed è stato espresso in ‰.

### **Error! Reference source not found.Risultati**

Di seguito si illustrano i risultati delle analisi dei rapporti di massa isotopica effettuate presso i laboratori del CREA di Acireale, relativi alle annate di produzione 2022 e 2023.

**Tabella 11.** Risultati dei rapporti di massa isotopica (anno 2022).

AZIENDA	PROPRIETA'	$\delta^{13}C$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
BUSULMONA	Di Pino	-27,81±0,05A	27,70±0,01A
CUTRERA	F.lli Cutrera	-29,60±0,60B	25,79±0,34B
CINQUECOLLI	Giaquinta	-30,00±0,39B	25,34±0,12B
IEMOLO	Iemolo	-29,92±0,60B	25,80±0,35B

Significatività: lettere minuscole  $p \leq 0,05$ ; lettere maiuscole  $p \leq 0,001$ ; ns, non significativo.

**Tabella 12.** Risultati dei rapporti di massa isotopica (anno 2023)

AZIENDA	PROPRIETA'	$\delta^{13}C$ (‰)	$\delta^{18}O$ (‰)
BUSULMONA	Di Pino	-28,43±0,48BA	27,55±0,311A
CUTRERA	F.lli Cutrera	-28,42±0,38BA	25,41±0,54C

<b>CINQUECOLLI</b>	Giaquinta	-28,98±0,43B	25,43±0,32C
<b>IEMOLO</b>	Iemolo	-28,39±0,65BA	25,74±0,22C
<b>LA VIA</b>	La Via	-27,88±0,20A	26,67±0,22B

Significatività: lettere minuscole  $p \leq 0,05$ ; lettere maiuscole  $p \leq 0,001$ ; ns, non significativo.

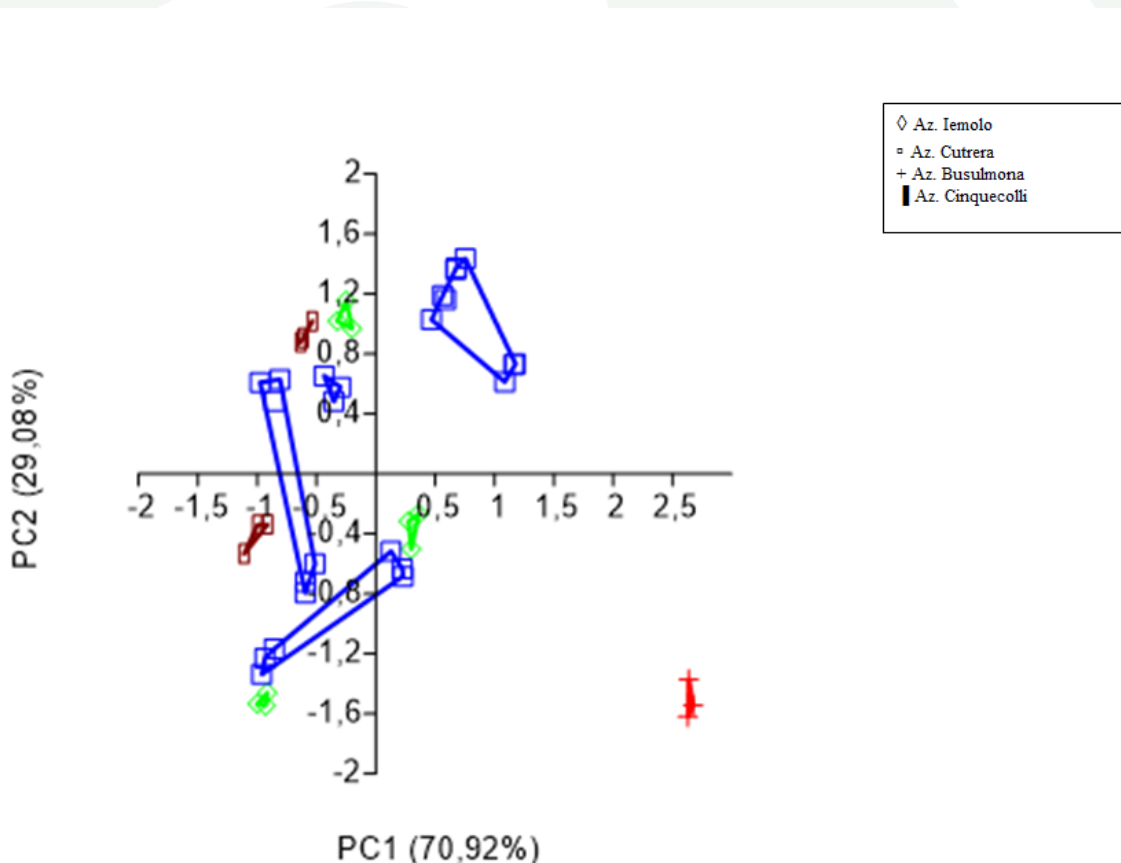
I dati ottenuti dalle determinazioni analitiche effettuate sui campioni oggetto di indagine sono stati elaborati statisticamente mediante l'analisi delle componenti principali (PCA).

L'analisi statistica multivariata PCA applicata ai dati provenienti dalla spettrometria di massa isotopica (IRMS) applicata alla misura degli isotopi stabili del carbonio e dell'ossigeno può rappresentare un valido strumento per verificare l'origine geografica del prodotto.

La PCA si propone di identificare, a partire dai dati a disposizione, delle "direzioni privilegiate" lungo le quali si concentra la massima informazione presente. In tal modo si ottengono nuove variabili astratte, dette appunto componenti principali (PC). Dalla combinazione delle prime due PC è stato creato uno Score Plot per entrambe le annate 2022 e 2023.

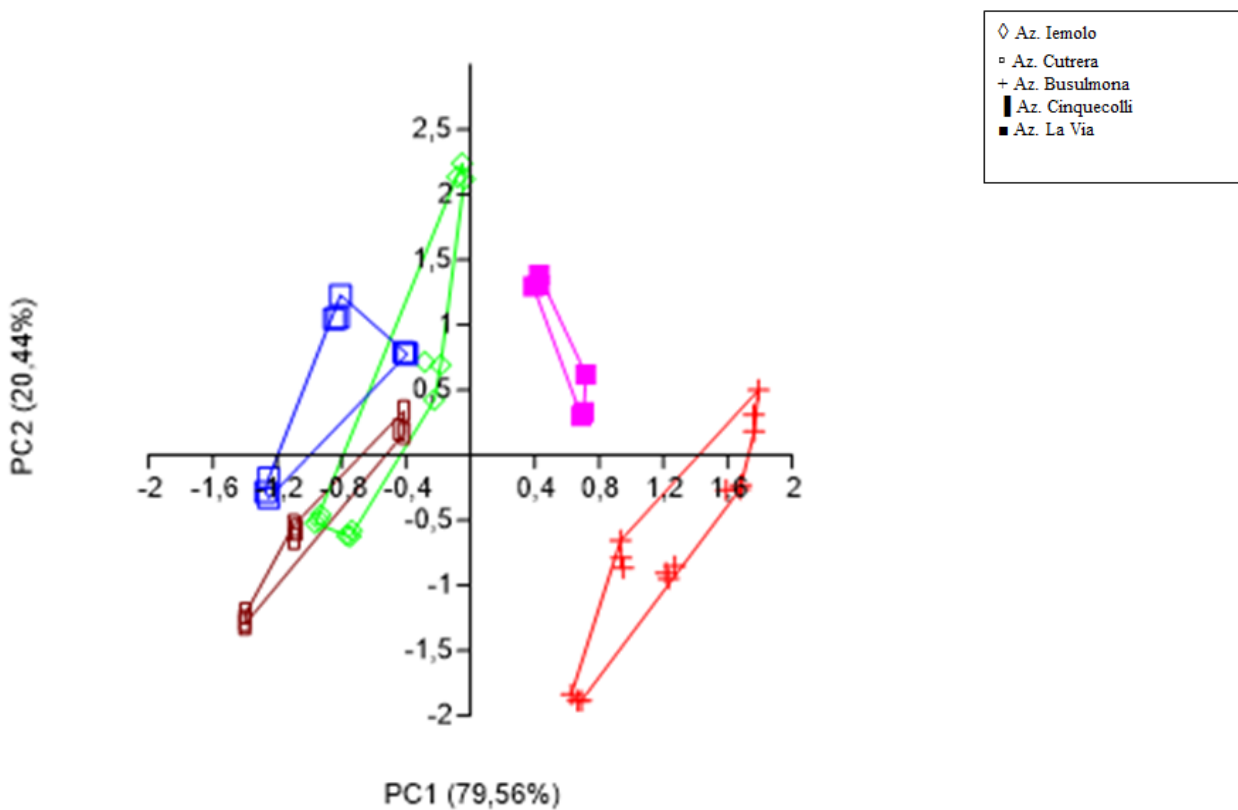
In particolare, la Figura 18 mostra la presenza di 3 cluster distinti: i campioni di olio provenienti dall'azienda Busulmona localizzata nel territorio di Siracusa sono chiaramente differenziati da quelli provenienti dal territorio di Chiaramonte (Aziende Cutrera, Iemolo e Cinquecolli).

**Figura 18.** Analisi delle componenti principali (PCA) effettuata negli OEVO anno 2022.



Nell'anno 2023 il campionamento degli OEVO si è effettuato anche nell'azienda La Via sita nel territorio nord della provincia di Siracusa, a confine con la provincia di Catania. Dall'esame della Figura 19 è possibile osservare che la prima componente è utile a spiegare il 79% della variabilità ottenuta. Inoltre, è possibile constatare che le diverse serie di campioni si distribuivano in 4 cluster distinti: i campioni di olio provenienti dall'Azienda Busulmona si differenziavano da quelli provenienti dall'azienda La Via; gli OEVO seppur provenienti dalle aziende localizzate nel territorio di Chiaramonte riescono a differenziarsi in 3 cluster ben separati.

**Figura 19.** Analisi delle componenti principali (PCA) effettuata negli OEVO anno 2023.



## Monitoraggio della mosca delle olive per una difesa fitosanitaria sostenibile

**Veronica Vizzarri, Annamaria Ienco**

*Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura, Agrumicoltura, sede di Rende (CS)*

La mosca delle olive è da sempre in tutto il bacino del Mediterraneo il fitofago chiave della produzione olivicola. È un dittero appartenente alla famiglia Tephritidae, specie monofaga polivoltina che si accresce a carico delle drupe con un numero di generazioni variabile in funzione delle condizioni climatiche e della disponibilità di drupe. Nelle aree favorevoli al proprio sviluppo, e in assenza di adeguate pratiche fitosanitarie, può comportare anche la perdita totale di produzione,

arrecando i maggiori danni economici alle coltivazioni olivicole all'interno del bacino del Mediterraneo. La difesa fitosanitaria della mosca delle olive è pertanto, fondamentale per ottenere un olio extravergine di qualità in quanto notevoli sono i danni diretti che derivano dall'infestazione attiva delle drupe e consistono nella caduta dei frutti, nella distruzione della polpa, nella diminuzione della qualità dell'olio d'oliva con l'aumento dell'acidità libera e del numero di perossidi, nell'alterazione delle costanti spettrofotometriche, nelle frazioni steroliche e fenoliche e nelle proprietà organolettiche. Obiettivo preposto nell'ambito del progetto - InMiQuOil, PSR Sicilia 2014-2020 Misura 16 - Sottomisura 16.2 "Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie"- è stato quello di ottenere un quadro sullo stato fitosanitario dell'andamento degli attacchi di mosca nelle diverse aziende partecipanti al progetto. Le varietà monitorate sono state la Moresca, la Tonda Iblea, la Calatina e la Zaituna le quali, insieme ad altre, costituiscono l'olio extra vergine d'oliva DOP Monti Iblei.

La difesa fitosanitaria messa in atto nell'ambito di questo progetto è stata impostata secondo i parametri climatici monitorati e registrati dalla piattaforma Agricolus (*vedasi relativa relazione del collega Occhipinti*). Nelle aziende coinvolte è stata effettuata la lotta aduicida, a seguito di un monitoraggio degli adulti, con trappole pronte all'uso a base di deltametrina e proteine idrolizzate che attraggono gli insetti alla superficie della trappola, i quali poi restano impregnati con l'insetticida che agisce per contatto. Le trappole sono state posizionate in campo dai primi di luglio fino alla raccolta, in numero di 70 per ettaro. Inoltre, sono stati effettuati trattamenti con caolino, alla dose di 5 kg/ha, nei mesi di agosto e settembre. Il caolino ostacola l'ovideposizione attraverso il colore chiaro e allo strato di microparticelle che ricoprono la superficie delle olive, mascherando il colore verde, ma anche la texture e l'odore e scoraggia la femmina dalla deposizione dell'uovo, favorendone l'allontanamento. Nonostante la sua azione deterrente il caolino non è incluso tra le sostanze antiparassitarie, ma è stato ammesso come biostimolante nella legislazione biologica.

Nella tabella 1 sono riportate le sigle delle aziende che, per comodità e sintesi, sono riportate in tutti i grafici e le tabelle del presente testo.

**Tabella 1. Legenda delle aziende partecipanti e loro acronimi riportati in grafici e tabelle.**

Acronimo	Azienda
CUT	Società Agricola Cutrera Giovanni di Salvatore Cutrera & C.S.S., Chiaramonte Gulfi (RG)
BUS	Azienda Agricola Busulmona di Stella Anna, Noto (SR)
CAV	Tenuta Cavasecca S.S. Agricola, Siracusa (SR)
CIN	Azienda Agricola Cinque Colli di Giaquinta Sebastiano, Chiaramonte Gulfi (RG)
LAV	Azienda Agricola Giovanni La Via, Catania (CT)
IEM	Tenuta Iemolo azienda agricola di Thierry Iemolo, Vittoria (RG)

I campioni di olive, raccolte presso le diverse aziende in Sicilia sono pervenute tramite corriere presso la sede del CREA-OFA di Rende ed analizzati per lo studio dell'infestazione attiva e dannosa.

I campioni pervenuti per l'analisi al CREA-OFA sono mostrati in Tabella 2 e 3. Nell'anno 2022 sono pervenuti 19 campioni distinti nelle diverse epoche (agosto, settembre, ottobre, novembre) e nell'anno 2023 sono pervenuti 25 campioni distinti nelle diverse epoche (agosto, settembre, ottobre).

**Tabella 2: Elenco delle aziende partecipanti al progetto, con le relative cultivar, e le epoche e date di prelievo dei campioni-Anno 2022**

Azienda	Cultivar	Data rilievo	Drupe totali	Drupe sane	Punture sterili %	Infestazione totale %	Note
BUS	Moresca	07/09/2022	100	33	64	67	
BUS	Moresca	26/09/2022	100	3	95	97	
BUS	Moresca			18	79,5	82	
CAV	Zaituna	29/08/2022	100	32	68	68	
CAV	Zaituna	26/09/2022	100				campione non consegnato
CAV	Zaituna	10/10/2022	100	7	71	93	
CAV	Zaituna	21/10/2022	100				campione marcio
CAV	Zaituna	09/11/2022	70	0	33	70	
CUT	Zaituna			13	57,33333333	77	
CIN	Tonda iblea	29/08/2022	100	87	57	73	
CIN	Tonda iblea	26/09/2022	100	4	94	96	
CIN	Tonda iblea	10/10/2022	100				campione non consegnato
CIN	Tonda iblea	09/11/2022	100				campione non consegnato
CUT	Tonda iblea	29/08/2022	100	60	40	40	
CUT	Tonda iblea	26/09/2022	100	7	87	93	
CUT	Tonda iblea	10/10/2022	100	12	78	88	
CUT	Tonda iblea	09/11/2022	100	4	34	96	
IEM	Tonda iblea	29/08/2022	100	33	49	67	
IEM	Tonda iblea	26/09/2022	100	0	77	100	
IEM	Tonda iblea	10/10/2022	100	0	79	100	
IEM	Tonda iblea	21/10/2022	100	1	53	99	
IEM	Tonda iblea	09/11/2022	100	1	18	99	
IEM-CUT-CIN	Tonda iblea			19	60,54545455	86,45454545	
LAV	Calatina	29/08/2022	100	45	54	55	
LAV	Calatina	26/09/2022	100				no prodotto
LAV	Calatina	10/10/2022	100	11	83	89	
LAV	Calatina	09/11/2022	100	14	57	82	
LAV	Calatina			23,33333333	64,66666667	75,33333333	

**Tabella 3: Elenco delle aziende partecipanti al progetto, con le relative cultivar, e le epoche e date di prelievo dei campioni-Anno 2023**

Azienda	Cultivar	Data rilievo	Drupe totali	Drupe sane	dv st	Punture sterili %	Infestazione totale %	Commenti
BUS	Moresca	17/08/2023	1	19		81	81	
BUS	Moresca	28/08/2023	2	11		89	89	
BUS	Moresca	11/09/2023	100	50		50	50	
BUS	Moresca	25/09/2023	na					campione non pervenuto
BUS	Moresca	06/10/2023	na					campione non pervenuto
BUS	Moresca	30/10/2023	100	0		0	0	
BUS	Moresca			20	19,8710126	55	55	
CAV	Zaituna	28/08/2023	100	48		52	52	
CAV	Zaituna	11/09/2023	100	69		31	31	
CAV	Zaituna	25/09/2023	100	8		92	92	
CAV	Zaituna	06/10/2023	100	6		94	94	
CAV	Zaituna	30/10/2023	na					campione non pervenuto
CUT	Zaituna			32,75	28,6593291	67,25	67,25	
CIN	Tonda iblea	28/08/2023	100	54		46	46	
CIN	Tonda iblea	11/09/2023	100	53		47	47	
CIN	Tonda iblea	25/09/2023	100	6		94	94	
CIN	Tonda iblea	06/10/2023	100	8		92	92	
CIN	Tonda iblea	30/10/2023	100	55		45	45	
CUT	Tonda iblea	28/08/2023	100	49		51	51	
CUT	Tonda iblea	11/09/2023	100	51		49	49	
CUT	Tonda iblea	25/09/2023	100	1		99	99	
CUT	Tonda iblea	06/10/2023	100	2		98	98	
CUT	Tonda iblea	30/10/2023	100	24		56	76	
IEM	Tonda iblea	28/08/2023	100	59		41	41	
IEM	Tonda iblea	11/09/2023	100	26		74	74	
IEM	Tonda iblea	25/09/2023	100	0		100	100	
IEM	Tonda iblea	06/10/2023	na					campione non pervenuto
IEM	Tonda iblea	30/10/2023	na					campione non pervenuto
IEM-CUT-CIN	Tonda iblea			29,84615385		68,61538462	70,15384615	
LAV	Calatina	28/08/2023	100	33		67	67	
LAV	Calatina	11/09/2023	100	36		64	64	
LAV	Calatina	25/09/2023	100	61		39	39	
LAV	Calatina	06/10/2023	100	31		69	69	
LAV	Calatina	30/10/2023	100	70		30	30	
LAV	Calatina			46,2		53,8	53,8	

Come si evince dalle foto della Fig. 1, i campioni di drupe, nelle diverse epoche, non si presentavano con sintomi evidenti di mosca delle olive; infatti, la ridotta infestazione riscontrata negli oliveti indagati è principalmente dovuta alle più alte temperature registrate nei periodi estivi nelle due annate oltre alla corretta difesa fitosanitaria effettuata.

Da ogni sacchetto sono state selezionate casualmente 100 drupe, che sono state pesate prima di essere dissezionate per avere un'indicazione del peso medio per drupa. Le singole drupe sono state dissezionate e, con l'aiuto di uno stereomicroscopio, è stata valutata l'infestazione in base alle seguenti classi: drupe sane, presenza di sole punture sterili, presenza di uova, presenza larve e pupe vive e morte, presenza di fori di sfarfallamento e reinfestazioni (foto 1-2). Sulla base di queste classi sono stati calcolati 3 parametri: **infestazione attiva** (uova e larve vive), **infestazione dannosa** (larve morte, pupe vive e morte, fori e reinfestazioni) e **infestazione totale** (somma dei due parametri precedenti e delle punture sterili).

Foto 1. Valutazione dell'infestazione attiva-dannosa e totale delle olive nei singoli campioni pervenuti



Nella cultivar Calatina, rispetto alla cultivar Moresca e Tonda Iblea, è stato riscontrato una percentuale inferiore di punture sterili e larve.

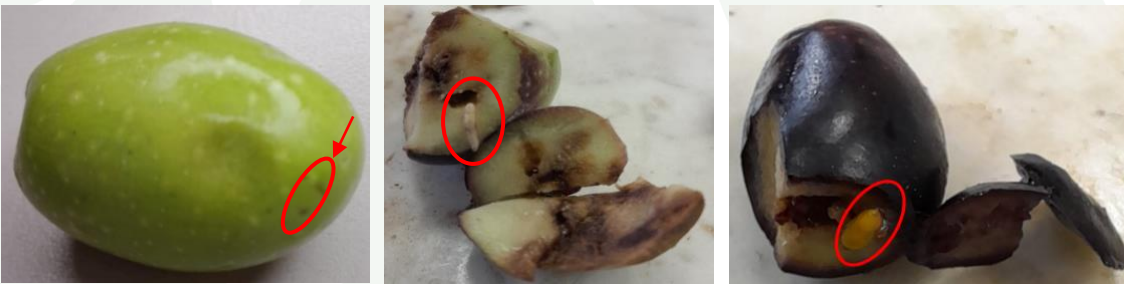


Foto 2: A destra drupa con punture sterili, al centro drupa infestata da larva drupa e a sinistra drupa infestata da una pupa.

La mosca dell'olivo è attualmente limitata dalle alte temperature nella parte meridionale d'Italia e dal freddo nelle zone settentrionali. Si prevede che il riscaldamento climatico aumenterà la diffusione della mosca dell'olivo verso nord e nelle zone costiere, ma la diminuirà nelle zone meridionali. Il riscaldamento climatico aumenterà l'areale della mosca dell'olivo verso nord in gran parte dell'Italia. Le estati molto calde e siccitose relative agli anni 2022-2023, (grafico 1, da piattaforma Agricolus) hanno offerto una tregua dagli attacchi di questo dittero. Infatti, condizioni di temperature di oltre i 32-33°C con bassa umidità atmosferica per vari giorni consecutivi, hanno ostacolato la schiusura delle uova e in generale quindi gli attacchi alle olive e i danni conseguenti.

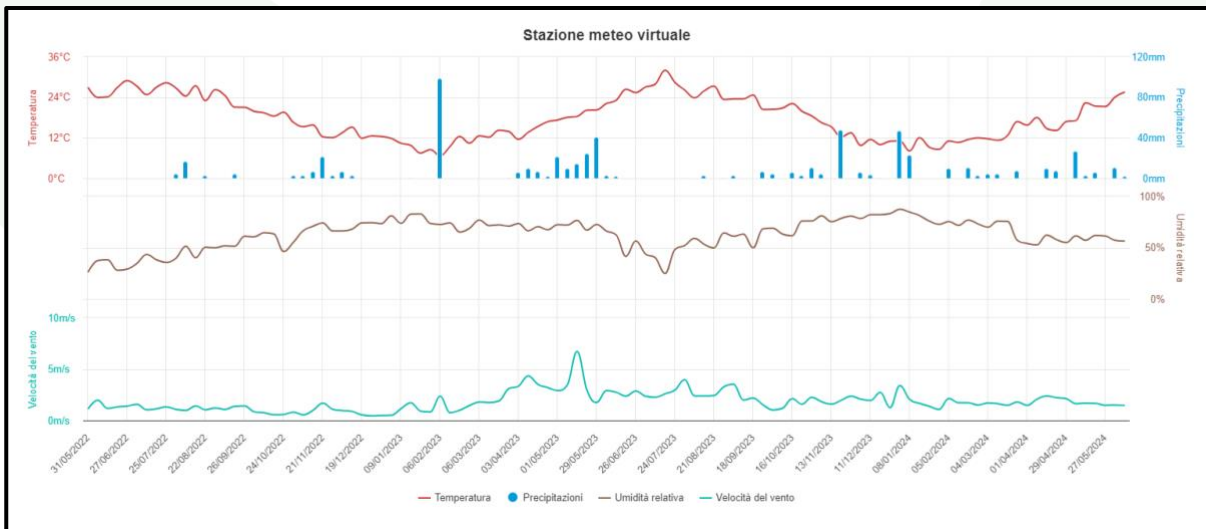


Grafico 1- Valori medi 2022-2023 dei dati climatici registrati nell'ambito di una delle aziende monitorate

Nei siti di ovodeposizione e nei tunnel di alimentazione delle drupe analizzate si è riscontrata la presenza, seppur in maniera diversa, del fungo *Botryosphaeria dothidea* (*Camarosporium dalmaticum*) trasmesso da *Lasioptera berlesiana*, un predatore occasionale delle uova e delle larve della mosca dell'olivo. Le drupe attaccate presentavano un'area necrotizzata, di colore bruno, infossata tipica del marciume.

Analizzando i valori medi, dei due anni per tutte le cultivar monitorate, di percentuale drupe sane, punture sterili ed infestazione totale, particolare attenzione va posta sul dato relativo alle punture sterili in quanto, le cultivar in esame, sono utilizzate anche come olive da tavola, per le quali le punture sterili (che non rappresentano un problema per la produzione di olio) assumono una notevole importanza poiché compromettono la commercializzazione del prodotto, rendendolo meno attrattivo per il consumatore. Fig.2

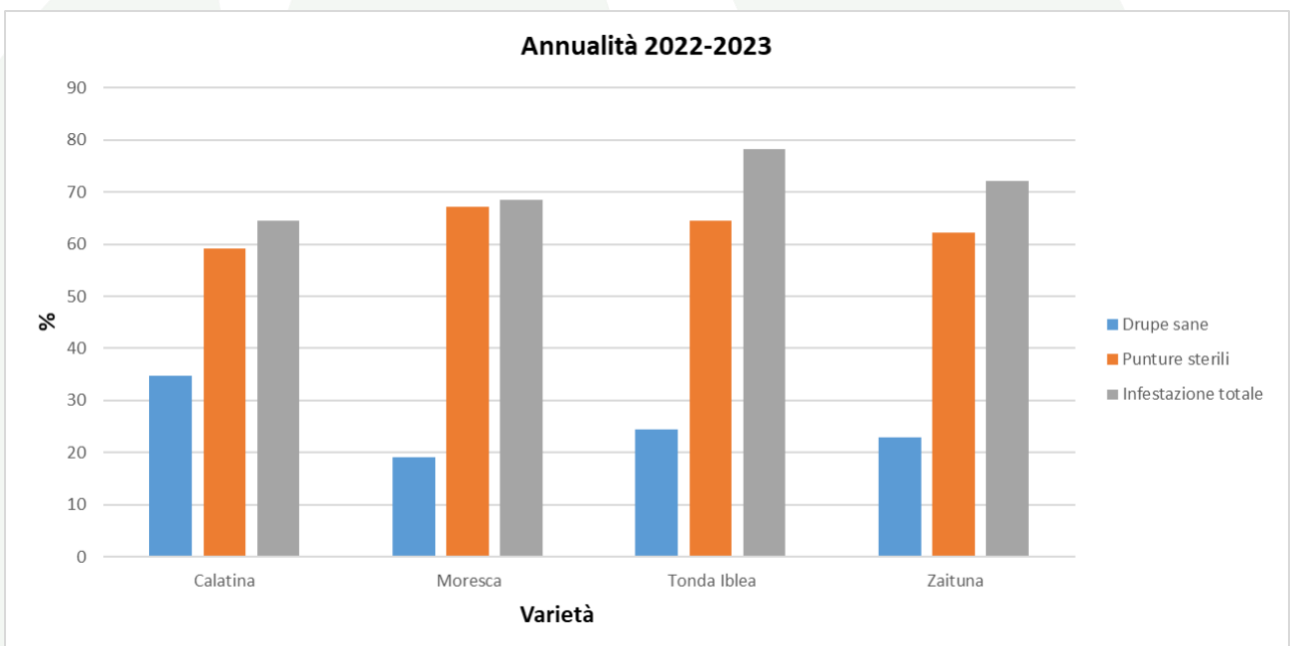


Fig. 2 -Valori medi di drupe sane, punture sterili ed infestazione totale dei due anni per tutte le cultivar monitorate



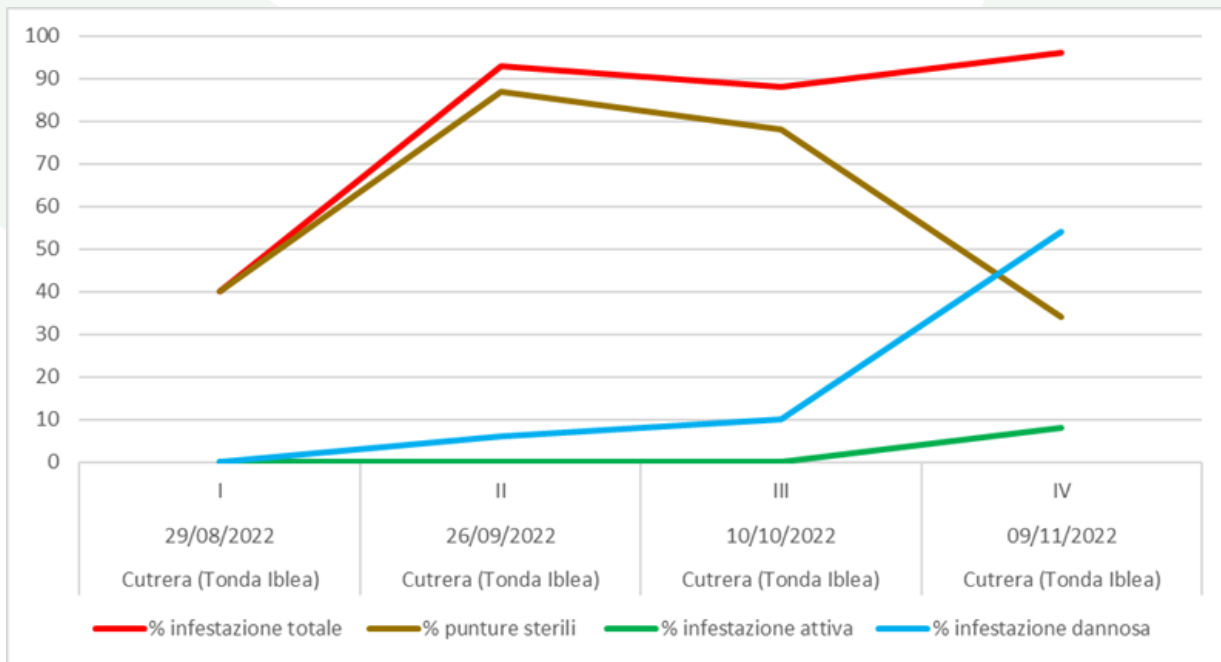


Figura 3 - Andamento dei diversi tipi di infestazione e andamento delle punture sterili per la varietà Tonda Iblea dell'azienda CUT in tutte le epoche considerate.

Come si può vedere dal grafico i valori di infestazione totale sono determinati principalmente dalle punture sterili e solo nella terza e quarta epoca si ha un leggero aumento dell'infestazione attiva.

Le paste della varietà Zaituna, analizzate all'FT NIR, (vedasi paragrafo "Analisi FT-NIR della drupa e delle paste di oliva"), risultano più ricche di fenoli (valore medio - epoca agosto, settembre) sia per l'anno 2022 che per l'anno 2023, seguita dalla varietà Tonda Iblea. Fig. 4-5. I fenoli conferiscono all'olio extra-vergine di oliva le caratteristiche sensoriali positive di amaro e piccante, sono i principali responsabili dei numerosi effetti salutari di questo alimento e quindi della dieta Mediterranea, oltre alla loro azione antiossidante.

Fig 4- Quantitativi di fenoli totali (mg/g) nelle paste analizzate all'FTNIR per anno 2022

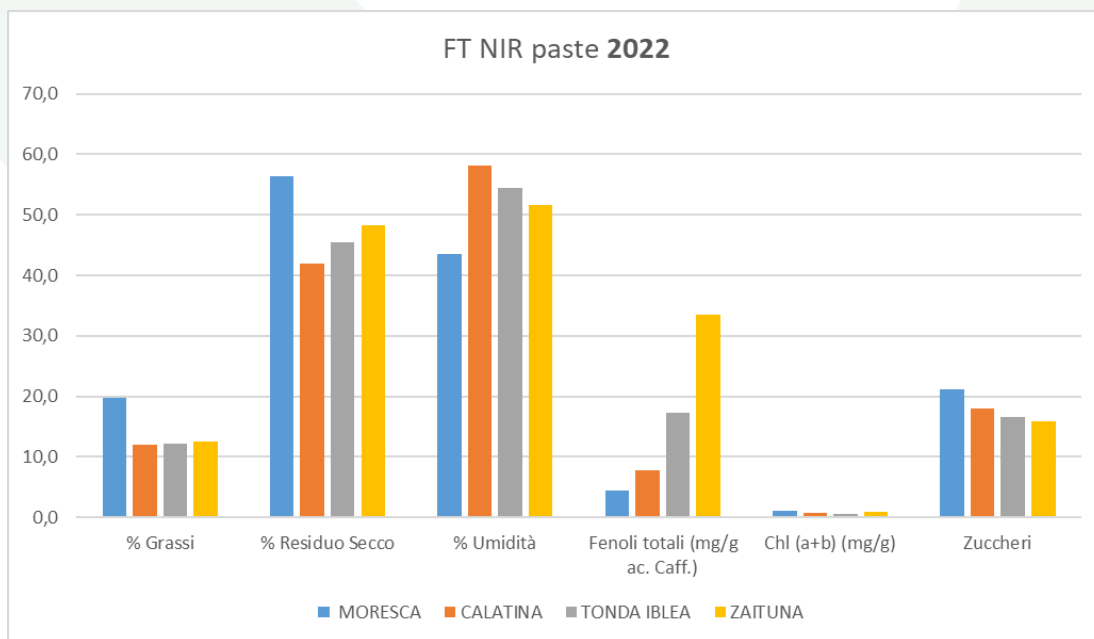
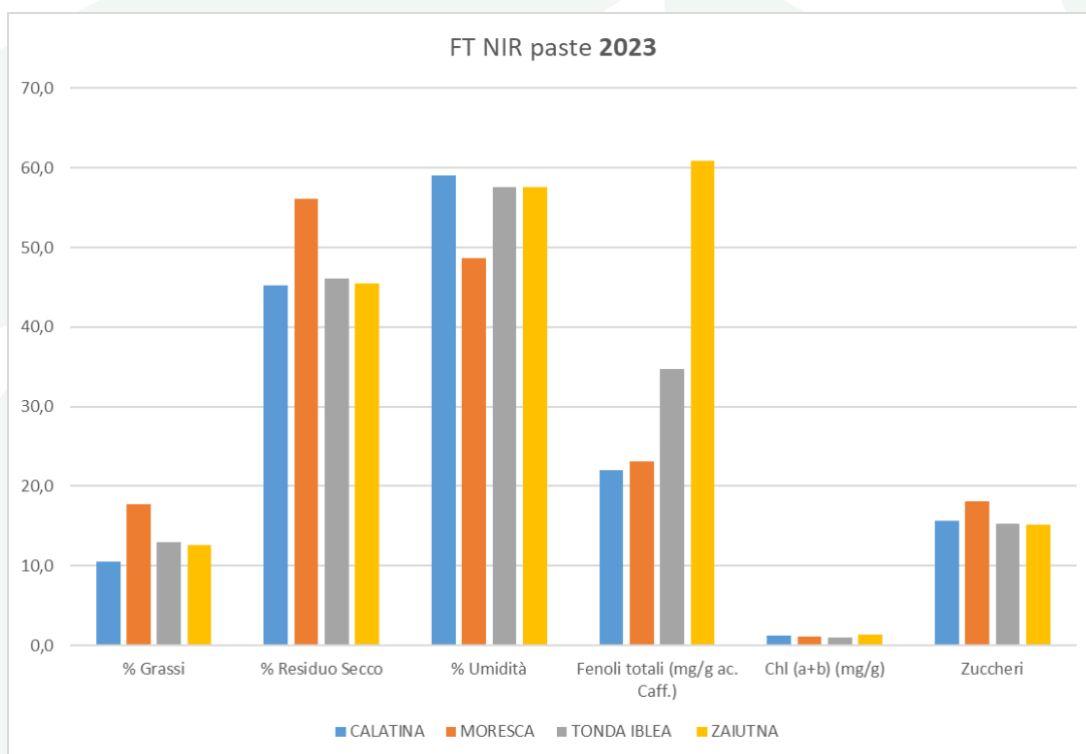
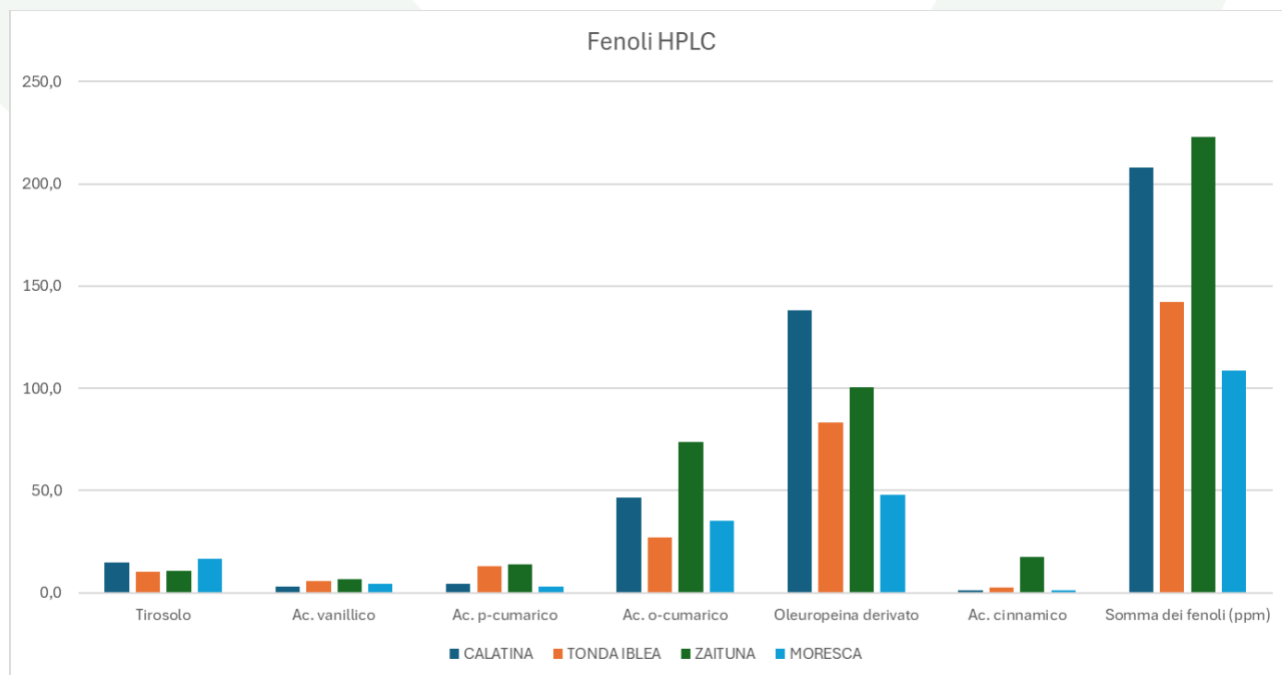


Fig 5- Quantitativi di fenoli totali (mg/g) nelle paste analizzate all'FTNIR per anno 2023



Anche analizzando la sommatoria dei singoli fenoli (vedasi paragrafo “Analisi dei fenoli degli oli con tecniche cromatografiche”) negli oli ottenuti, espressi in ppm (parti per milione), la varietà Zaituna è risultata essere la più ricca, a seguire la varietà Calatina, Tonda Iblea e Moresca. Fig.6

Fig. 6- Sommatoria dei singoli fenoli nelle varietà monitorate



Come è emerso in questa attività, negli ultimi anni, sicuramente stiamo vivendo un riequilibrio climatico e di popolazione del dittero per cui è necessario rielaborare nuove strategie di controllo basate sul monitoraggio e sui modelli previsionali come supporto per una corretta pianificazione degli interventi fitoiatrici. Le alte temperature estive influiscono sulla mortalità degli stadi giovanili riducendo il livello di infestazione delle popolazioni estive-autunnali; mentre le temperature invernali miti e olive non raccolte (negli oliveti adiacenti) contribuiscono allo sviluppo di popolazioni estive. Inoltre, gli interventi di lotta adulticida adottati hanno ben funzionato, per quanto si rende necessario integrare con sistemi di difesa diversi, nel caso specifico con caolino altamente efficace per la sua azione repellenti e antideponente. I risultati ottenuti, in relazione ai dati climatici registrati, costituiscono sicuramente una base per utilizzare al meglio i prodotti innovativi di difesa fitosanitaria a garanzia di un prodotto finito salubre. In conclusione, possiamo affermare che con opportune tecniche di difesa integrata e/o biologica, il monitoraggio costante supportato da modelli previsionali e adeguata formazione professionale si riesce a garantire, nell'ambito della filiera olivicola, un prodotto sano, di eccellente qualità e conservazione del patrimonio varietale.

## Conclusioni

A cura del dott. Giuseppe Cicero (Innovation Broker)

L'idea progettuale riguardava il tentativo di dare una risposta tecnico -scientifica alla ricorrente domanda fatta dagli operatori dell'intera filiera olivicola, soprattutto olivicoltori e frantoiani, "Scegliere il momento migliore per la raccolta delle olive da avviare all'estrazione dell'olio cercando di garantire la giusta quantità e soprattutto la qualità ottimale".

Tutto ciò inquadrato in un contesto generale da cui ha preso il nome il progetto In.Mi.Qu.Oil come esaurientemente è stato spiegato nei diversi capitoli che compongono il presente manuale divulgativo.

Sono state scelte le varietà che compongono il panorama varietale del territorio di riferimento della DOP Monti Iblei e precisamente Tonda Iblea, Veronese, Siracusana o Zaituna, Nocellara Etnea, Biancolilla.

Durante le diverse fasi di realizzazione del progetto sono emersi diversi punti di debolezza dell'intero comparto che interessano molte fasi della filiera.

Le problematiche hanno riguardato aspetti agronomici, vivaistici, gestionali, tecnologici ecc., accompagnati da scarsa consapevolezza e formazione degli operatori della filiera su temi quali Trattamenti, raccolta, potatura, concimazione, irrigazione.

È stata molto importante e fondamentale la scelta delle aziende che hanno partecipato al progetto, distribuite su tutto il territorio della DOP Monti Iblei e in particolare di grande utilità e successo è stata l'individuazione dell'azienda capo fila "Frantoi Cutrera" che da sempre ha avuto un ruolo di leader con scelte di sviluppo sostenibile e tecnologicamente avanzate. Frantoi Cutrera ha messo a disposizione l'intera struttura e parte del personale tecnico che ha collaborato fattivamente con gli altri soggetti coinvolti nel progetto.

Un ruolo importante ha avuto la società SATA srl che ha rivestito il ruolo di braccio tecnico operativo delle azioni previste nel progetto.

Sono state messe a punto tecniche innovative per migliorare l'efficienza irrigua monitorando i parametri climatici attraverso l'installazione di capannine meteorologiche di ultima generazione che collegate con la piattaforma Web Agricolus ha consentito di dare risposte puntuali e tempestive degli interventi necessari.

Molto interessanti ed utili sono risultati i modelli previsionali scaturiti dall'uso della sensoristica assieme alla piattaforma Agricolus. In particolare, il modello previsionale per le irrigazioni che ha consentito un migliore efficiente ed efficace intervento irriguo oltre ad un risparmio in termini di volumi di acqua utilizzati.

L'altro modello previsionale ha riguardato il controllo della *Bactrocera oleae* (mosca dell'olivo). La consultazione del modello ha consentito di attuare e programmare strategie di lotta mirate e puntuali attraverso strumenti efficaci e soprattutto rispettosi dell'ambiente attraverso l'uso di trappole con fotocamera e prodotti naturali.

Un altro tema ha riguardato la "gestione razionale della potatura", curato dagli esperti del centro di ricerca per l'olivicoltura del CREA di Acireale.

Considerato che la potatura manuale è un'attività complessa e fondamentale ai fini produttivi, essa necessita di competenze specializzate. A tale esigenza si è data una risposta attraverso giornate formative sia in campo che in sede con spiegazioni teoriche.

È stato fatto uso di strumenti meccanici innovativi quali seghetti telescopici elettrici, sveltatoi e forbici elettriche che oltre ad abbassare i tempi di intervento sulla chioma

Garantendo un livello di sicurezza per le operazioni effettuate.

È stata fatta una formazione per far conoscere meglio agli operatori le diverse tipologie di rami (a legno, vegetativo, a frutto, misto esaurito). Conoscere le diverse tipologie di rami è risultata essere alla base di una buona tecnica di potatura.

Tutto ciò ha dimostrato che fare una buona potatura significa mantenere un buono stato fitosanitario, una produttività costante, una maggiore longevità, un abbassamento dei costi, una migliore distribuzione della luce sulla chioma, una maggiore circolazione dell'aria per migliorare la qualità delle olive e ridurre il rischio di malattie.

La formazione teorico-pratica ha riguardato la gestione di giovani impianti, adulti e secolari. Sono state introdotte le tecniche di potatura di formazione, potatura di produzione e potatura di ringiovanimento.

È stato impartito un concetto che è risultato molto efficace e cioè quello del controllo ed efficace equilibrio vegeto-produttivo, attraverso la conoscenza dei polloni, dei succhioni e delle dicotomie.

Si è sviluppato un notevole monitoraggio dei parametri chimico-fisici dell'olio di oliva DOP Monti Iblei ai fini della qualità e della tipicità, curato dagli esperti del CREA di Acireale e di Rende.

Sono state raccolte diverse aliquote di olive a diversi stadi di maturazione, presso le aziende partecipanti al progetto.

Una piccola aliquota è stata congelata a  $-20^{\circ}\text{C}$  e spedita al CREA di Rende e la restante aliquota del singolo campione è stato processato con un piccolo frantoio installato presso il capofila Frantoi Cutrera.

I diversi campioni di olio sono stati esaminati attraverso analisi chimico-fisiche e mediante spettrofotometria FT-NIR per le drupe, i dati sono stati ottenuti dopo l'elaborazione degli spettri mediante il software OPUS.

In tutto il capitolo riguardanti le analisi delle diverse varietà nelle aziende coinvolte, sono stati analizzati e studiati diversi parametri quali acidità, perossidi, costanti spettrofotometriche, steroli, fenoli totali, tocoferoli totali, composizione acidica, mettendo in evidenza l'estrema qualità organolettica degli oli che si differenziano poco per varietà e provenienza per alcuni parametri.

I dati rilevati nel periodo di riferimento, limitatamente agli aspetti chimico-fisici, dimostrano comunque che non si può mai fare un discorso generalizzato sulla qualità dell'olio in base al periodo di raccolta, ma tutto va commisurato alle condizioni climatiche dell'annata ed alle cultivar in questione.

In aggiunta a quanto sopracitato sono stati testati campioni di oli provenienti da sistemi di estrazione che hanno fatto uso di protoreattore e ultrasuoni.

Dai dati riscontrati pare che l'uso del protoreattore determini un incremento di alcuni fenoli singoli e totali e comunque tutto è legato allo stato di maturazione delle olive.

Il progetto ha avuto anche l'obiettivo di realizzare un sistema di tracciabilità mediante tecniche di indagini innovative quali la spettrometria di massa isotopica per ottenere un *fingerprinting* per individuare l'origine geografica degli oli e mettere in evidenza un sistema di unicità che caratterizza in maniera inequivocabile il prodotto finale.

I risultati hanno dimostrato che le varietà si differenziano a seconda della zona di provenienza e sono fortemente legate al territorio di coltivazione.

L'ultimo capitolo del progetto ha riguardato il monitoraggio della mosca delle olive al fine di attuare una difesa fitosanitaria sostenibile e a basso impatto ambientale.

Il lavoro è stato condotto dagli esperti del CREA di Rende ed è stato impostato secondo i parametri climatici monitorati e registrati dalla piattaforma Agricolus. Sono state posizionate un numero di 70 trappole per ettaro e sono stati effettuati trattamenti con caolino alla dose di 5kg per ettaro nei mesi di agosto settembre.

Sono stati raccolti dei campioni di olive in più periodi e sono stati inviati al CREA – OFA di Rende per lo studio dell'infestazione attiva, dannosa e totale delle drupe.

Dai dati rilevati è emerso che estati molto calde e siccitose, come il biennio analizzato, hanno limitato moltissimo gli attacchi dal dittero e soprattutto temperature oltre i  $32-33^{\circ}\text{C}$  e bassa umidità atmosferica hanno ostacolato la schiusura delle uova, gli attacchi alle olive e i danni

conseguenti. Molto interessante è stata la presenza, riscontrata nei siti di ovideposizione e nei tunnel delle drupe analizzate, del fungo *Botryosphaeria dothidea* trasmesso da *Lasioptera berlesiana* predatore delle uova e delle larve della mosca delle olive.

Si può sicuramente affermare che un monitoraggio costante, supportato da modelli previsionali e opportune tecniche di controllo integrato o biologico, si possono ottenere prodotti sani e di qualità nel rispetto dell'ambiente.

Nel ringraziare tutti gli esperti, le aziende e i tecnici che ognuno nel proprio ambito hanno lavorato per la riuscita del progetto, mi sento di affermare che abbiamo contribuito a rendere più facile il raggiungimento degli obiettivi fissati, e soprattutto migliorare il livello di formazione e conoscenza di tutti gli operatori della filiera.



Un innovativo sistema finalizzato  
al miglioramento della qualità della filiera olivicola

SOTTOMISURA 16.2 - "Sostegno a progetti pilote e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie"

PARTENARIATO

FRANTOI CUTRERA  
— 1906 —

Cinque Colli<sup>®</sup>  
azienda agricola

Giovanni Cutrera  
AZIENDA AGRICOLA

TENUTA  
IEMOLO  
VITTORIA

  
BUSULMONA



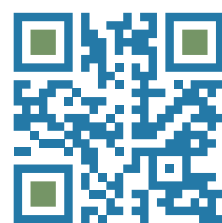
Azienda Agricola La Via

  
TENUTA  
CAVASECCA

  
Società Cooperativa Agricola Produttori Olivicoli  
Aderente al C. N. O.



**Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020**  
**Misura 16 – Cooperazione - Sottomisura 16.2**  
*"Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti,  
pratiche, processi e tecnologie"*  
**CUP: G49J21018130009**  
**ISBN: 9788833854090**



**inmiquoil.it**

