



GIOVANI si



Regione Toscana



PARTENARIATO EUROPEO PER L'INNOVAZIONE IN MATERIA DI PRODUTTIVITÀ E SOSTENIBILITÀ DELL'AGRICOLTURA

**Capofila: Cooperative Montalbano Olio e Vino Società
Cooperativa Agricola**

Piano Strategico di Gruppo Operativo

Anno 31/12/2019 al 13/01/2023

ACRONIMO DEL PIANO STRATEGICO

CATChCO2-live

TITOLO DEL PIANO STRATEGICO

**IL RECUPERO DEL PATRIMONIO OLIVICOLO TOSCANO:
AZIONE DI CONTRASTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI PER
LO STOCCAGGIO DI CO2 ATTRAVERSO UNA GESTIONE
INNOVATIVA, COOPERATIVA E SOSTENIBILE DEL
TERRITORIO**

a) PARTENARIATO, RUOLI E ATTIVITA' SVOLTE

Nella tabella di seguito è riportato in dettaglio il partenariato e le attività svolte durante il progetto:

ID	Partner appartenente al partenariato	Ruolo	Attività svolta
P1	Cooperative Montalbano Olio e Vino Soc. Coop. Agr.	Capofila	Coordinamento ed organizzazione del GO e del Piano Strategico; Definizione delle tempistiche e gruppi di lavoro; Verifiche dei risultati e networking; Realizzazione di corsi informativi per gli olivicoltori sull'avvio delle attività e delle pratiche previste del piano strategico; Individuazione e recupero degli oliveti abbandonati; validazione del modello organizzativo realizzato sulla base del magazzino diffuso.
P2	CNR-IBE Istituto di Biometeorologia del CNR	Partner	Analisi dello stoccaggio del carbonio nelle aree di recupero degli oliveti; Installazione della rete sensoristica nelle aziende pilota; Acquisizione e pre-elaborazione di immagini satellitari per il monitoraggio della vegetazione.
P3	DAGRI-UNIFI (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali dell'Università degli Studi di Firenze)	Partner	Monitoraggio della coltura durante la stagione e definizione di algoritmi per l'integrazione di dati telerilevati da satellite in un modello di crescita dell'olivo; Integrazione del modello all'interno di una piattaforma web per il supporto decisionale degli agricoltori; Validazione di tecniche di downscaling delle immagini satellitari con parametri meteorologici rilevati a terra; Validazione del sistema innovativo di monitoraggio e sviluppo di un modello fenologico della mosca;
P4	DISAAA-UNIFI (Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa)	Partner	Trasferimento di pratiche innovative di gestione per incrementare la sostenibilità e l'efficienza produttiva delle aziende; Gestione nutrizionale e mantenimento della fertilità dei suoli; Gestione della chioma e pratiche di potatura minima; Determinazione del momento ottimale della raccolta.
P5	Torrini Vasco	Partner	Applicazione protocolli e pratiche innovative di gestione del suolo, della chioma e determinazione del momento ottimale della raccolta. Applicazione di tecniche di agricoltura di precisione.
P6	Braderi Moreno	Partner	Applicazione protocolli e pratiche innovative di gestione del suolo, della chioma e determinazione del momento ottimale della raccolta. Applicazione di tecniche di agricoltura di precisione.
P7	D.R.E.Am. Italia Soc. Coop. Agr. For.	Partner	Realizzazione di workshop informativi per il trasferimento delle pratiche di sostenibilità economica ed ambientale, dei benefici e delle opportunità di innovazione nella filiera olivicola. Implementazione del sito web del progetto. Attività

			di trasferimento e formazione agli operatori del settore olivicolo attraverso la realizzazione di corsi formativi.
--	--	--	--

b) INNOVAZIONI MESSE A PUNTO E TRASFERITE

Le innovazioni messe appunto durante il progetto hanno riguardato la validazione e l'applicazione di modelli organizzativi per il recupero di oliveti abbandonati e per l'incremento del loro potenziale produttivo, ambientale e paesaggistico. Nel dettaglio:

- La principale innovazione del progetto è stata l'applicazione di un modello organizzativo innovativo (tramite l'utilizzo di risorse già presenti sul territorio senza richiedere ulteriori investimenti) per gestire il recupero degli oliveti abbandonati al fine di incrementare la produzione di Olio EVO IGP, di avere un maggiore tutela del territorio (riduzione del rischio idrogeologico), di ridurre il rischio incendi (es incendio di Massarosa nel 2022), di conservare il valore paesaggistico delle nostre colline e di incrementare lo stoccaggio di carbonio.

Per quanto riguarda la gestione degli oliveti in produzione, le principali innovazioni hanno riguardato lo sviluppo e l'applicazione dei seguenti protocolli:

- Protocolli di gestione nutrizionale e mantenimento della fertilità volti, nello specifico, alla conservazione delle proprietà fisiche e chimiche del suolo;
- Protocolli di gestione della chioma ed, in particolare, di pratiche di potatura minima per favorire la gestione della forma di allevamento, incrementare la produzione degli oliveti e ridurre i costi di potatura;
- Protocolli per la determinazione del momento ottimale della raccolta volti a promuovere un'indicazione rapida ed efficace del momento e delle caratteristiche ottimali per la raccolta del frutto con l'obiettivo di ottimizzare la resa in olio.

Infine, le innovazioni riguardanti l'applicazione di strumenti di agricoltura di precisione sono state messe appunto attraverso:

- Il rilevamento di parametri meteorologici ed il monitoraggio degli attacchi parassitari attraverso l'installazione di una rete sensoristica nelle aziende pilota. Nello specifico, sono stati installati sensori per il rilevamento della temperatura, dell'umidità dell'aria e del suolo, così come sono state installate trappole automatiche per il rilevamento della mosca dell'olivo.
- Acquisizione ed elaborazione di immagini telerilevate da satellite per il monitoraggio della vegetazione dell'olivo ed il rilevamento della variabilità spaziale dei principali parametri colturali all'interno del campo.
- Applicazione di specifiche metodologie per l'estrazione di informazioni da immagini satellitari riguardanti i parametri biofisici dell'olivo (es. radiazione intercettata). Utilizzo dei precedenti dati ottenuti da telerilevamento per l'implementazione e la spazializzazione del modello di crescita dell'olivo.
- Integrazione del modello di crescita dell'olivo in una piattaforma web con l'obiettivo di fornire uno strumento di supporto decisionale agli olivicoltori e programmare gli interventi agronomici in maniera mirata, riducendo l'impatto ambientale ed i costi di produzione.
- Sviluppo di un modello fenologico e previsionale della mosca dell'olivo, spazializzato con dati di temperatura ottenuti da telerilevamento satellitare ed opportunamente validati con osservazioni a terra, con l'obiettivo di fornire uno strumento di supporto per il controllo e l'applicazione dei trattamenti fitosanitari.

c) METODOLOGIE SEGUITE E TEMPISTICA

Approccio metodologico:

Il progetto CatchCo2-live si è concentrato sulle attività riguardanti la validazione di un modello organizzativo applicato della Cooperativa capofila del progetto per il recupero del patrimonio olivicolo e per ridurre l'abbandono degli oliveti nel territorio. L'adozione di sistemi e tecnologie di agricoltura di precisione all'interno di due aziende pilota ha inoltre permesso il monitoraggio stagionale e la gestione della coltura attraverso la raccolta di dati ed informazioni riguardanti i principali parametri meteorologici e culturali. A questo scopo, sono stati installati nelle aziende i sensori per il rilevamento delle variabili meteorologiche e le trappole automatiche per il rilevamento di eventuali attacchi parassitari sulla coltura. Nel contesto del cambiamento climatico attuale, l'obiettivo è stato, infatti, promuovere la realizzazione di uno strumento di supporto alle decisioni degli agricoltori che garantisca interventi mirati nell'applicazione delle principali tecniche agronomiche garantendo una produzione sostenibile. A favore di un incremento della produzione, sono state inoltre adottate avanzate tecniche agronomiche e sviluppati opportuni protocolli con lo scopo di migliorare la gestione della coltura, particolarmente in relazione all'aspetto nutrizionale e di mantenimento della fertilità de suolo, la gestione della chioma con pratiche di potatura minima e la determinazione del momento ottimale per la raccolta. Tali pratiche agronomiche sono state applicate all'interno delle due aziende pilota come esempio replicabile da diffondersi verso tutte le aziende del territorio. I modelli innovativi, le attività svolte ed i risultati del progetto sono stati promossi attraverso incontri ed eventi di informazione e trasferimento per gli attori locali con lo scopo di incrementarne la consapevolezza e l'attenzione verso specifiche tematiche. Infine, le attività sopra citate ed i modelli innovativi adottati hanno lo scopo di favorire tutta una serie di esternalità e benefici indiretti legate alla rimessa in produzione degli oliveti e che risultano quantificabili nel lungo periodo (ad esempio minor rischio idrogeologico, minor rischio di incendi, maggior turismo, maggiore valorizzazione del paesaggio, ecc.).

Attività di coordinamento:

Il soggetto capofila si è occupato del coordinamento del progetto ed ha favorito la collaborazione tra partner organizzando incontri periodici tra soggetti scientifici ed attori locali, promuovendo le attività ed i risultati del progetto nel rispetto delle tempistiche previste.

L'attività di coordinamento è stata articolata secondo i seguenti punti:

- Gestione della rete di cooperazione: il rispetto delle tempistiche delle attività da svolgere è stato effettuato attraverso la programmazione di riunioni periodiche.
- Monitoraggio dello stato di avanzamento delle azioni progettuali: lo stato di avanzamento del progetto è stato monitorato attraverso la realizzazione di incontri finalizzati alla programmazione delle attività del progetto, alla valutazione dei risultati intermedi e finali ottenuti ed all'identificazione e risoluzione delle criticità occorse.
- Networking: le attività di networking hanno riguardato la partecipazione e la sinergia con altri progetti regionali/italiani tra cui Afinet <https://agroforestry.net.eu/afinet/> (Horizon 2020) sull'Agroforestry e il progetto LIFE OLIVEARES VIVOS+ <https://olivaresvivos.com/en/>,
- I partner del GO hanno partecipato agli eventi della RRN del 23 giugno 2020 e del 24 novembre 2020, 25 febbraio 21 "Diffusione della conoscenza e adozione dell'innovazione: il ruolo della consulenza"; -30 marzo 21 webinar "La digitalizzazione come strumento per la conoscenza e l'innovazione in agricoltura".

Tempistica: INIZIO: dicembre 2019 TERMINE: FEBBRAIO 2023

d) PRODOTTI E RISULTATI CONSEGUITI

L'elenco dei prodotti e dei risultati del progetto è riportato di seguito. Per ogni prodotto e risultato ottenuto durante lo svolgimento del progetto è specificata l'indicazione per individuarli, approfondirli e/o reperirli.

PARTNER	DESCRIZIONE WP	ELENCO PRODOTTI E RISULTATI
Cooperative Montalbano Olio e Vino Soc. Coop. Agr.	1) COORDINAMENTO E COSTITUZIONE RETE DI COOPERAZIONE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formalizzazione della rete di cooperazione. 2. Definizione dei gruppi di lavoro. 3. Piano dei tempi per il raggiungimento degli obiettivi e lo svolgimento delle attività. 4. Calendario delle riunioni e verifiche in itinere dei risultati. 5. Incontri di networking.
Cooperative Montalbano Olio e Vino Soc. Coop. Agr.	2) INFORMAZIONE, RECUPERO DEGLI OLIVETI TRAMITE ATTUAZIONE DI UN MODELLO ORGANIZZATIVO INNOVATIVO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incontri di sensibilizzazione e informazione. 2. Individuazione delle aree da recuperare. 3. Impegno formale da parte degli agricoltori a sottoscrivere contratti di affitto ad meliorandum. Vedi allegato 4. Ettari di oliveti in abbandono recuperati.
CNR-IBE Istituto di Biometeorologia del CNR	3) APPLICAZIONE E VALIDAZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE INNOVATIVO SU AZIENDE PILOTA (INSTALLAZIONE E CALIBRAZIONE DELLA RETE DI MONITORAGGIO)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Stima delle principali caratteristiche dell'oliveto ex poste: carbonio stoccato, dimensione della chioma e densità di area fogliare. Vedi sito web https://www.catchco2-live.it/ 2. Installazione delle stazioni meteorologiche e trappole a ferormone per il monitoraggio degli insetti. 3. Immagini satellitari acquisite e pre-processate.
DAGRI-UNIFI (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali dell'Università degli Studi di Firenze)	4) APPLICAZIONE E VALIDAZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE INNOVATIVO SU AZIENDE PILOTA (STRUMENTI INFORMATICI DI SUPPORTO ALLA GESTIONE)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoraggio dettagliato dello sviluppo ed accrescimento della coltura durante la stagione utilizzando immagini da satellite. 2. Validazione di tecniche di downscaling remoto per l'utilizzo di immagini satellitari per la stima dei principali parametri di crescita e sviluppo della mosca. 3. Interfaccia web di supporto alla gestione e monitoraggio della coltura. Vedi sito web http://www.drolive.unifi.it/simulazioni
DISAAA-UNIPI (Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa)	5) APPLICAZIONE E VALIDAZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE INNOVATIVO SU AZIENDE PILOTA (TECNICHE INNOVATIVE DI GESTIONE)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protocolli di gestione del suolo. 2. Protocolli di gestione chioma mediante tecniche di "potatura minima". 3. Protocolli per la determinazione del momento ottimale di raccolta. <p>Vedi sito internet https://www.catchco2-live.it/</p>

	DELL'OLIVETO)	
Torrini Vasco	6) APPLICAZIONE E VALIDAZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE INNOVATIVO SU AZIENDE PILOTA (AZIENDA PILOTA TORRINI VASCO)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Applicazione di protocolli di gestione del suolo. 2. Applicazione di protocolli di gestione chioma mediante tecniche di "potatura minima". 3. Applicazione di protocolli per la determinazione del momento ottimale di raccolta. 4. Applicazione di tecniche di agricoltura di precisione.
Braderi Moreno	7) APPLICAZIONE E VALIDAZIONE DEL SISTEMA DI GESTIONE INNOVATIVO SU AZIENDE PILOTA (AZIENDA PILOTA BRADERI MORENO)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Applicazione di protocolli di gestione del suolo. 2. Applicazione di protocolli di gestione chioma mediante tecniche di "potatura minima". 3. Applicazione di protocolli per la determinazione del momento ottimale di raccolta. 4. Applicazione di tecniche di agricoltura di precisione.
D.R.E.Am. Italia Soc. Coop. Agr. For.	8) INFORMAZIONE SUL MODELLO ORGANIZZATIVO E GESTIONALE	<ol style="list-style-type: none"> 1. "Incontro tematico INTERMEDIO" per il trasferimento delle pratiche innovative di gestione volte ad incrementare la sostenibilità ambientale e l'efficienza produttiva dell'oliveto realizzate nel progetto, - indicatore numero di partecipanti. 2. "Incontro tematico FINALE" per il trasferimento dei risultati del progetto - indicatore numero di partecipanti. In programma il 24/01/2023 3. N.1 incontro tematico "Sistemi agroforestali in generale" definizione, risultati e benefici ambientali, opportunità di sviluppo nel contesto rurale italiano e europeo - indicatore numero di partecipanti. 4. N.1 incontro tematico "Sistemi agroforestali applicati all'olivicoltura" consociazione asparago pollo olivo, inerbimento, tecniche di potatura, opportunità di innovazione nella filiera olivicola - indicatore numero di partecipanti. 5. Realizzazione e popolamento sito web progetto. https://www.catchco2-live.it/ 6. Pubblicazione finale Opuscolo con i risultati del progetto. In fase di realizzazione
D.R.E.Am. Italia Soc. Coop. Agr. For.	9) TRASFERIMENTO E FORMAZIONE SUL MODELLO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Corso n.1 "Pratiche colturali sostenibili in ambiente a ridotta e elevata meccanizzazione" da mettere in atto al

	ORGANIZZATIVO GESTIONALE	E fine di apportare reali benefici in termini di sostenibilità economica ed ambientale. I due corsi saranno differenziati in base alla possibile meccanizzazione (alta o bassa). 2. Corso n.2 "Moderne tecniche di gestione della chioma; corrette modalità di gestione del suolo e fertilizzazione dell'oliveto" tecniche e metodi proposti nelle aree pilota delle aziende partner, ovvero moderne tecniche di gestione della chioma; corrette modalità di gestione del suolo e fertilizzazione dell'oliveto. 3. Corso 3 "Monitoraggio della coltura attraverso strumentazione in campo e da remoto per ottimizzare gli interventi in funzione di stress biotici e abiotici" su tecniche di monitoraggio della coltura attraverso strumentazione in campo e da remoto per ottimizzare gli interventi in funzione di stress biotici ed abiotici.
--	-----------------------------	---

GESTIONE DELLA RETE DI COOPERAZIONE E RECUPERO DEGLI OLIVETI

La Cooperative Montalbano Olio e Vino Soc. Coop. Agr. capofila del progetto ha svolto il ruolo di coordinatore ed ha applicato il nuovo modello di gestione per il recupero degli oliveti abbandonati o in procinto di esserlo.

La cooperativa si è occupata di redigere l'accordo di cooperazione in cui sono stati definiti in modo preciso e univoco gli impegni di tutti i partecipanti al progetto. Durante lo svolgimento del progetto la cooperativa ha convocato numerose riunioni per verificare il corretto stato di avanzamento del progetto oltre a fornire la necessaria assistenza per la gestione delle problematiche emerse durante l'esecuzione delle attività.

La cooperativa ha inoltre partecipato agli eventi promossi dalla Rete Rurale Nazione (RNN) oltre a effettuare networking con altri progetti: Afinet <https://agroforestry.net.eu/afinet/> (Horizon 2020) sull'Agroforestry e del progetto LIFE OLIVEARES VIVOS + <https://olivaresvivos.com/en/>.

La fase di recupero degli oliveti si è incentrata su tre azioni principali:

1. **Informazione:** grazie alla fase di setting up, finanziata con la misura 16.1, sono stati contattati tutti gli agricoltori che avevano manifestato interesse oltre a promuovere il progetto e le attività previste dal piano strategico in incontri informativi con gli olivicoltori (assemblea dei soci) per il loro possibile coinvolgimento anche nella messa a disposizione di terreni da recuperare secondo il modello proposto.
2. **Recupero di oliveti abbandonati:** l'azione ha previsto una serie di operazioni colturali per il recupero di oliveti in abbandono (es. ripulitura dalla vegetazione arbustiva invasiva e lavorazione del terreno, concimazioni ecc.). Numerosi sopralluoghi sono stati effettuati in collaborazione con i partner di progetto, sulle aree in cui intervenire per evidenziarne le caratteristiche ed individuare le migliori tecniche da adottare.
3. **Validazione del modello organizzativo:** in questa fase sono stati sottoscritti 5 contratti di affitto ad *meliorandum* per la concessione in godimento di fondi con l'obbligo del conduttore al miglioramento dello stesso. In questa tipologia di contratto il valore del canone di affitto corrisponde ai miglioramenti apportati al fondo

pertanto al proprietario non viene corrisposto nessun canone. La durata del contratto viene determinata in modo che il possessore possa recuperare gli investimenti effettuati.

Relativamente al recupero di oliveti abbandonati sono stati stipulati 5 contratti di affitto a meliorandum con circa 2.200 piante da recuperare con uno sviluppo di oltre 8 ha di superficie. Sono stati effettuati numerosi sopralluoghi per valutare e quantificare le operazioni colturali per attuare il recupero di oliveti abbandonati.

Inoltre è stata effettuata un'indagine economica per selezionare una o più aziende per l'esecuzione delle operazioni colturali. Visto il numero limitato di superficie e di piante è stato deciso di incaricare un'unica azienda socia della cooperativa per il recupero delle piante e validare il modello organizzativo.

Gli oliveti da recuperare, seppur per caratteristiche diverse, sono stati classificati in pessime o cattive condizioni: in tutti gli appezzamenti sono stati effettuati importanti interventi di potatura straordinaria spesso con l'eliminazione di più polloni e molte branche; il suolo aveva evidenti fenomeni di asfissia con presenza di muschio e licheni sia nei tronchi che nel terreno e pertanto sono state effettuate lavorazioni profonde; il piano di concimazione ha previsto la distribuzione di oltre 5q ettaro un concime ternario con titolo 15-5-5.

Comune	Fg	Part.	Sup. Catastale	Sup. condotta	N. Piante
Serravalle Pist.	45	193	16774	16774	665
Vinci	22	74	2690	2690	350
Vinci	22	75	1260	500	
Vinci	22	252	4330	4330	
Vinci	28	10	5629	5629	280
Vinci	28	22	2711	2711	
Vinci	32	26	7910	7910	820
Vinci	32	305	15650	14990	
Vinci	32	534	13073	12723	
Vinci	53	106	11830	11830	150
Vinci	53	107	1520	1520	
Vinci	53	108	1620	1620	
			84997	83227	2265

Localizzazione Catastale dei terreni in affitto

Di seguito i terreni oggetto di intervento

App. n° 1 Zona Cecina (Comune di Larciano): oliveto classificato in pessime condizioni

1° Anno É stata effettuata la pulizia dei rovi, la potatura di riforma cercando di riportare le piante, dove possibile, ad un mono caule, la gestione del materiale di risulta,

2° Anno Nel secondo anno è stata effettuata l'asportazione dei numerosi polloni che si sono sviluppati al piede, una lavorazione (rippatura incrociata), trinciature e una concimazione.



Ortofoto del 2020 e 2022 (fonte Google Earth)

App. n° 2 Zona Vinci (San Pantaleo): oliveto classificato in pessime condizioni

L'oliveto non era ancora invaso da rovi ma le piante non erano potate da numerosi anni. Si presentavano con un numero di branche talvolta eccessivo e con altezze tali da non permettere il passaggio della luce. L'intervento ha riguardato l'asportazione delle branche infruttifere ed una potatura di riforma per riportare a 3 branche, l'impalcatura risultava già di buone dimensioni.

Nel secondo anno è stata effettuata l'asportazione dei numerosi polloni che si sono sviluppati al piede, una lavorazione (rippatura incrociata), trinciature e una concimazione.



Ortofoto del 2020 e 2021 (fonte Google Earth)

App. n°3 Zona Vinci (Lupi): quest'oliveto costituito prevalentemente da Moraiolo con errori di potature fatti in passato, è stata eseguita una pulizia del piede e due tagli dell'erba.

Era inoltre prevista la raccolta, che però, a causa delle condizioni climatiche, gelata prima e siccità dopo non è stata fatta a causata dell'assenza del prodotto.

Nel secondo anno dopo un'attenta valutazione dello stato vegetativo, è stata effettuata la potatura di riforma su una parte delle piante mentre per alcune è stata fatta una potatura leggera, perché ancora risentivano degli errori delle vecchie potature.

Infine, si è provveduto a lavorare, trinciare e concimare il terreno.



App. n°4 Zona Vinci (Cinelli): quest'appezzamento comprende due zone una costituita da piante poli caule ormai non potate da diversi anni, l'altra da piante più recenti, ma non posizionate con sesto regolare, necessario per una razionale meccanizzazione.

Si è proceduto ad effettuare una potatura di riforma importante sulle piante poli caule e a togliere le piante che ostacolavano il passaggio dei mezzi in modo da ottenere un sesto d'impianto razionale per le operazioni meccaniche, oltre alla pulizia del fondo attraverso la trinciatura delle infestanti.

Nel secondo anno è stata effettuata l'asportazione dei numerosi polloni che si sono sviluppati al piede, una lavorazione (rippatura incrociata), trinciature e una concimazione.



App. n° 5 Zona Vinci (Busoni): l'oliveto era costituito da piante molto alte, poli caule con presenza di rovi. È stata una fatta pulizia del piede e una potatura di riforma al fine di reimpostare l'impalcatura dell'altezza della pianta.

Il secondo anno, visto il taglio importante effettuato precedentemente, è stato necessario effettuare una pulizia del piede perché la pianta aveva ripreso la forma naturale a cespuglio.

Si è poi provveduto a lavorare, trinciare e concimare l'oliveto.



STRUMENTI DI MONITORAGGIO E TECNICHE DI AGRICOLTURA DI PRECISIONE PER LA GESTIONE DEGLI OLIVETI COLLINARI

Il miglioramento della gestione dei sistemi olivicoli è attualmente un aspetto importante per favorire l'incremento della produzione e la redditività aziendale in un contesto di progressivo abbandono dell'olivicoltura in molte aree del comparto regionale toscano. La scarsa conoscenza e diffusione di tecniche innovative per il monitoraggio degli oliveti ostacola, infatti, l'ottimizzazione della gestione agronomica soprattutto nelle aree marginali in cui il contributo economico derivato dall'olivicoltura è spesso insostenibile. Da questo punto di vista, è necessario un cambio di rotta per favorire l'incremento della produzione dei sistemi olivicoli meno produttivi. In questo contesto, all'interno del progetto CATCHCO₂-live è stato sviluppato ed applicato un modello per il monitoraggio e la gestione sostenibile degli oliveti che si è avvalso dell'utilizzo di strumenti di modellistica ed agricoltura di precisione. Il monitoraggio degli oliveti con strumenti e tecniche innovative, effettuato in due aree pilota del progetto, ha avuto come obiettivo principale quello di promuovere un approccio improntato sull'ottimizzazione della gestione della coltura favorendo interventi agronomici mirati, riducendo i costi di gestione e gli sprechi di risorse ed incrementando la produzione della coltura. Il modello proposto è servito come base, quindi, per sviluppare una strategia replicabile e trasferibile ad altre realtà olivicole del comprensorio del Montalbano e, più in generale, del contesto regionale toscano.

Nei paragrafi seguenti sono riportate le principali attività di monitoraggio e le applicazioni pratiche delle tecniche di agricoltura di precisione messe appunto negli oliveti oggetto di studio.

La rete sensoristica ed il monitoraggio in campo dell'oliveto

L'impiego di tecnologie di agricoltura di precisione per il rilevamento delle variabili meteorologiche e l'identificazione della presenza dei parassiti all'interno dell'agroecosistema è un aspetto da tenere in considerazione per una gestione agronomica ottimizzata volta a favorire l'incremento della produzione. A questo proposito, l'installazione di una rete sensoristica nelle due aziende pilota del progetto è stata funzionale al monitoraggio continuo delle condizioni micro-meteorologiche e dello stato dell'oliveto durante la stagione. Nello specifico, la rete sensoristica installata è costituita da sensori per il rilevamento dei parametri di temperatura (°C) ed umidità dell'aria (%), precipitazioni (mm; Figura 1 e 2), umidità del suolo (%; Figura 3) e di sensori per il rilevamento degli attacchi parassitari di *Bractrocera oleae* (Rossi), altrimenti detta mosca dell'olivo (Figura 4).

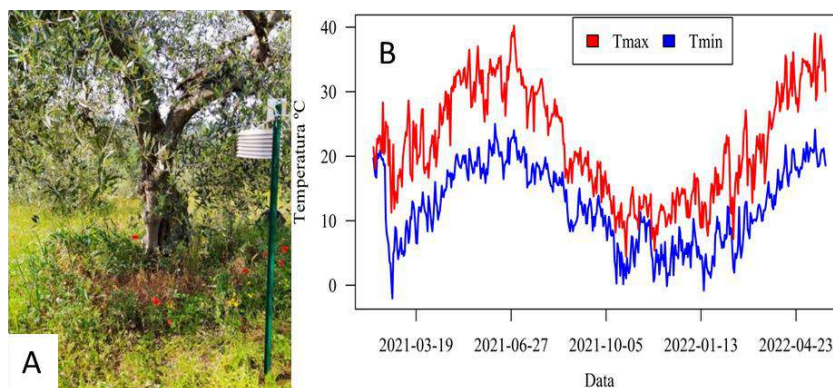


Figura 1- (A) Sensore HOBO® U23-001A Data Logger per il rilevamento della temperatura e dell'umidità dell'aria installato in azienda (B) Andamento della temperatura dell'aria (°C) durante il periodo 2021-2022

I sensori per il rilevamento della temperatura ed umidità dell'aria (HOBO U23-001A Data Logger, Figura 1), con frequenza di acquisizione dati oraria, sono stati posizionati all'interno degli oliveti oggetto di studio insieme ad un sistema integrato per il monitoraggio delle precipitazioni (RM Young Tipping Bucket Raingauge, Figura 2) e dell'umidità del suolo a 10, 30 e 50 cm di profondità (BFS-40 Elmed Srl, Figura 3). I dati forniti dai sensori di precipitazioni ed umidità del suolo sono trasmessi attraverso sistema GPRS ad un web server per la visualizzazione da remoto delle informazioni misurate in situ.

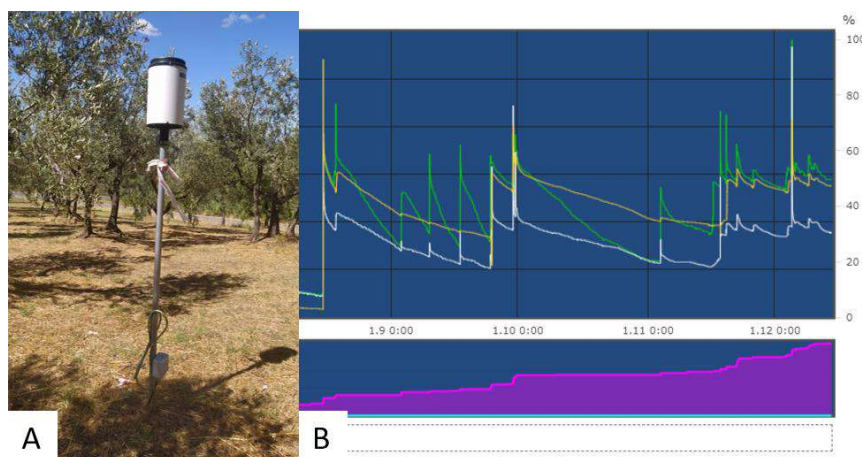


Figura 2- (A) Sensore RM Young Tipping Bucket Raingauge per il rilevamento delle precipitazioni installato in azienda; (B) Visualizzazione dei dati di umidità del suolo (%) e precipitazioni (mm) in una delle aziende pilota del progetto



Figura 3- Sensore BFS-40 Elmed Srl per il rilevamento dell'umidità del suolo a profondità di 10, 30 e 50 cm installato in azienda

Infine, le trappole automatiche per il monitoraggio degli attacchi parassitari della mosca dell'olivo (EYE-TRAP, Piano Green Srl, Figura 4) sono state posizionate in diversi punti degli oliveti oggetto di studio per garantire una più ampia copertura di rilevamento. Le trappole hanno lo scopo di acquisire e trasmettere immagini RGB direttamente ad un web server e di effettuare il conteggio dell'insetto attraverso uno specifico algoritmo. Durante il periodo di monitoraggio, sono state riscontrate delle criticità nell'utilizzo delle trappole legate alla scarsa trasmissione di immagini ed alla mancata identificazione, da parte dell'algoritmo, della mosca dell'olivo sui fogli collati (<25%). Le trappole sono state opportunamente sostituite alla fine del primo anno di progetto con nuovi modelli. Le nuove trappole hanno migliorato la trasmissione delle immagini solo in alcuni casi.



Figura 4- Trappola automatica EYE-TRAP per il rilevamento degli attacchi parassitari in oliveto

Ai dati ottenuti attraverso la rete sensoristica, sono stati associati campionamenti regolari in campo (nelle due aziende pilota) dei principali parametri della vegetazione come, ad esempio, la radiazione intercettata (fPAR) dalla chioma e le dimensioni delle piante. Tali campionamenti, effettuati con cadenza mensile da maggio a settembre, hanno avuto lo scopo di valutare l'evolversi dello stato e delle condizioni degli oliveti. Le osservazioni relative ai parametri della vegetazione sono state, quindi, confrontate con i dati meteorologici raccolti dai sensori al fine di sviluppare opportune strategie e strumenti di monitoraggio come riportato nei paragrafi seguenti.

Immagini satellitari e monitoraggio da remoto

In un contesto di agricoltura di precisione, oltre all'impiego di sensori per il monitoraggio delle condizioni in campo, l'utilizzo di satelliti, quali strumenti di telerilevamento, consente di effettuare osservazioni continue della superficie terrestre ed offrire un sistema efficace per monitorare lo stato della vegetazione durante la stagione (Figura 5). Il L'attività di monitoraggio degli oliveti del progetto CATChCO2-live ha usufruito anche della raccolta e dell'elaborazione di immagini da remoto riferite alle due aree pilota al fine di: i) rilevare in maniera costante nel tempo (ogni 5-10 giorni) lo stato di salute delle colture attraverso immagini multispettrali da sensore Sentinel-2; ii) rilevare la temperatura giornaliera della regione del Montalbano utilizzando immagini satellitari provenienti dal sensore MODIS.

La raccolta di informazioni dal sensore Sentinel-2, a risoluzione temporale di 5-10 giorni (a seconda della copertura nuvolosa) e spaziale di 10 m (circa 52 immagini/anno), ha permesso l'estrazione stagionale degli indici di vegetazione (es. Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) per valutare la vigoria e lo stato degli oliveti

oggetto di studio (Figura 5A). A fronte dell'utilizzo del più comune NDVI, l'impiego di altre tipologie di indice (es. GEMI, OSAVI, MCARI2) ha permesso di migliorare l'accuratezza di stima dei parametri della vegetazione riducendo le perturbazioni dovute al contributo dell'atmosfera e del suolo. Inoltre, attraverso il confronto con le informazioni rilevate a terra in momenti specifici della stagione vegetativa è stato possibile valutare l'andamento stagionale della radiazione intercettata dall'olivo, quale indicatore dell'accumulo di biomassa e della crescita della coltura. A differenza di altre tecnologie in grado di offrire un'elevata precisione spaziale durante i rilevamenti (es. droni o UAV, Unmanned Aerial Vehicle), l'impiego dei satelliti, benché non in grado di garantire lo stesso livello di precisione spaziale, ha permesso di ridurre i costi operativi e funzionali relativi alla pianificazione dei voli dei droni, offrendo la possibilità di una raccolta immagini gratuita e facilmente reperibile online. In molti casi, la ridotta risoluzione di questi sensori non ha consentito, tuttavia, il loro impiego in attività di monitoraggio colturale ad alta precisione, specialmente in agroecosistemi caratterizzati da coltivazioni a filari, in cui la copertura erbosa dell'interfilare influisce sul segnale dell'indice di vegetazione. Per questo motivo, il dataset di osservazioni raccolto durante il progetto CATCHCO2-live e di altri progetti correlati, ha permesso di identificare opportuni algoritmi per discriminare il contributo dell'indice di vegetazione dovuto alla coltura ed all'interfilare, rendendo il telerilevamento satellitare uno strumento utile anche per il monitoraggio da remoto degli oliveti (Leolini et al., 2022). Questo nuovo approccio ha, infatti, permesso di identificare correttamente i valori di radiazione intercettata dell'olivo estrapolandoli da indici di vegetazione a scala spaziale di 10 x 10 m ($RRMSE = 11.51$ e $\bar{r} = 0.94$, calibrazione). Inizialmente, infatti, gli indici di vegetazione sono stati riscritti per "distribuire" il contributo della coltura da quello della copertura erbosa dell'interfilare che in un pixel di 10x10 m (risoluzione spaziale di Sentinel-2) inevitabilmente influenza il segnale globale dell'indice.

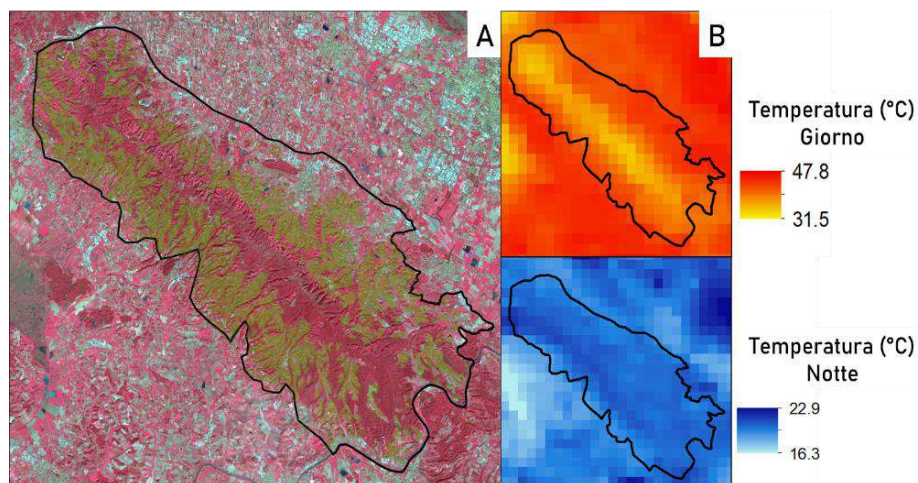


Figura 5– (A) Immagine satellitare Sentinel-2 nelle bande del NIR, rosso e verde per gli oliveti dell'area del Montalbano estratti da Geoscopio Regione Toscana (www.regione.toscana.it/-/geoscopio); (B) Immagini termiche da sensori MODIS per l'estrazione della temperatura (°C) del giorno e della notte a risoluzione spaziale di 1km nell'area del Montalbano.

A fronte di un monitoraggio esteso nell'areale del Montalbano, è stato, inoltre, previsto il rilevamento delle condizioni meteorologiche, in particolare della temperatura dell'aria, attraverso le immagini fornite dal satellite MODIS a risoluzione spaziale di 1 km (Figura 5B). I dati di temperatura sono stati estratti dai due sensori MODIS (Terra ed Aqua) con algoritmi per il rilevamento della temperatura del giorno e della notte, convertiti da °K a °C, ed interpolati, mediante il software statistico R, per far fronte alle inevitabili lacune dovute a fenomeni di nuvolosità che impediscono a volte il rilevamento continuo del sensore (disponibili circa 250 immagini/anno). Queste informazioni sono state opportunamente elaborate e validate con dati di temperatura di 10 stazioni meteorologiche (stazioni di proprietà e stazioni messe a disposizione dal SIR Toscana; <https://www.sir.toscana.it/>) per la zona del Montalbano, ottenendo un'elevata accuratezza di stima ($R^2_{Tmean} = 0.83$) e la possibilità di impiegarle in ulteriori analisi e strumenti di monitoraggio.

Applicazione di strumenti di modellistica e tecniche di agricoltura di precisione

La stima della crescita e dello sviluppo delle colture può essere effettuata attraverso l'impiego di modelli di crescita colturale, normalmente adottati per riprodurre i processi fisiologici più importanti delle specie vegetali. Lo scopo dei modelli di crescita è, infatti, quello di monitorare e prevedere lo sviluppo della vegetazione all'interno dell'agroecosistema anche in seguito ad eventuali alterazioni climatiche e/o ambientali od a variazioni nella forma di gestione agronomica. L'accuratezza di stima dei modelli nel simulare parametri come la resa delle colture dipende spesso dalla disponibilità e dalla risoluzione dei dati di ingresso necessari al modello per generare la simulazione. Solitamente, i modelli di crescita riproducono i principali output della coltura a scala di parcella o appezzamento. A questo proposito, l'integrazione di dati derivati da tecnologie di agricoltura di precisione nei modelli di simulazione della crescita colturale può essere utile per monitorare l'andamento della vegetazione ed offrire una panoramica della vigoria di un sistema a scala dettagliata, favorendo l'adozione puntuale di pratiche agronomiche di gestione al fine di incrementare la resa in maniera sostenibile.

Il modello di crescita dell'olivo

Il modello proposto da Moriondo et al. (2019), in grado di simulare la crescita e lo sviluppo dell'olivo considerando la competizione tra la coltura principale e la copertura erbosa dell'interfilare per l'acqua nel suolo, è stato utilizzato quale strumento di monitoraggio per valutare le condizioni degli oliveti nelle due aree pilota del progetto CATCHCO2-live (Figura 6).

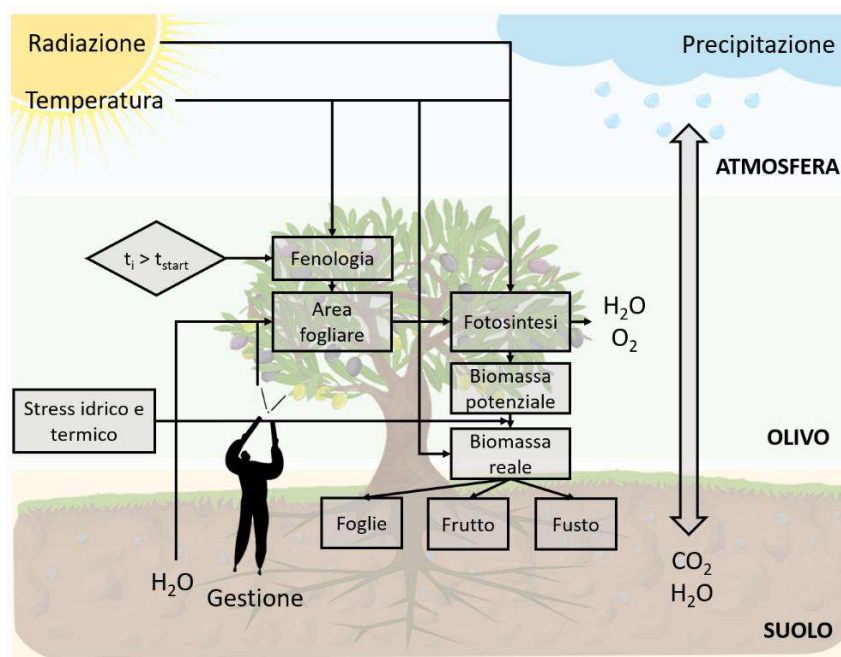


Figura 6- Diagramma di flusso del modello di crescita dell'olivo. Principali processi simulati ed interazioni con l'ambiente esterno.

Tale modello è strutturato per riprodurre la fisiologia della coltura e le relazioni tra questa e l'ambiente esterno, considerando anche processi quali lo sviluppo fenologico, la radiazione intercettata dalla coltura, l'accumulo e la ripartizione della biomassa negli organi della pianta, la produzione, il bilancio idrico del suolo, l'evapotraspirazione e la crescita della copertura erbosa dell'interfilare con la relativa competizione sull'assorbimento dell'acqua rispetto all'olivo. I dati di ingresso del modello sono: dati meteorologici (es. temperatura massima e minima dell'aria, precipitazioni e radiazione solare), di suolo (es. profondità radicale e del suolo, capacità di campo e punto di appassimento) ed informazioni sulla gestione agronomica (es. sesto d'impianto, potature, ecc.).

L'integrazione dei dati di input del modello con dati da satellite ha permesso di migliorare la risoluzione spaziale dello strumento permettendo di indagare la variabilità dei principali parametri della vegetazione a scala intraparcellare. Come mostrato nel Paragrafo 2.2, l'elaborazione degli indici di vegetazione derivati dalle immagini di Sentinel-2 attraverso specifici algoritmi ha permesso di derivare il valore della radiazione intercettata dell'olivo in un pixel di 10x10 m.

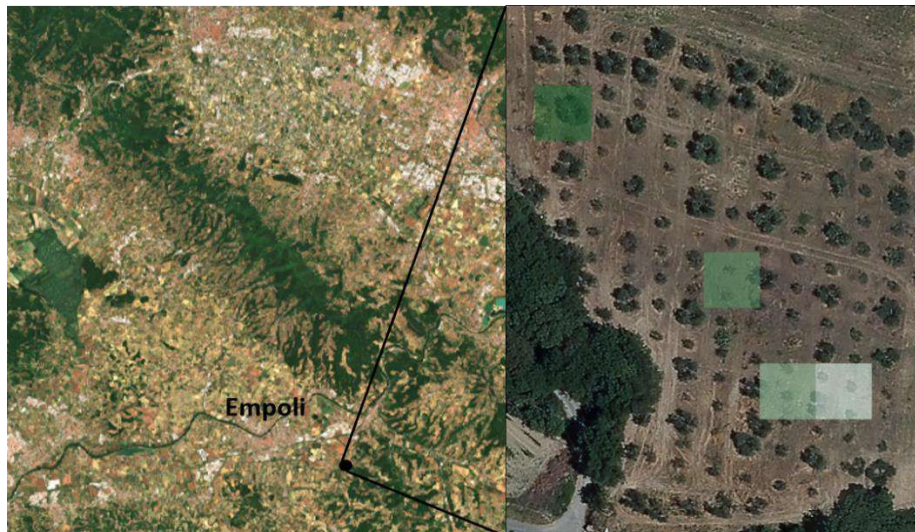


Figura 7- Spazializzazione del modello di crescita dell'olivo per la stima della biomassa accumulata dell'olivo in una delle due aree pilota del progetto. Le tonalità di verde dal verde chiaro al verde scuro indicano livelli crescenti di biomassa per pixel.

Il risultato della stima di fPAR da telerilevamento è stato valutato confrontandone i valori con i dati osservati raccolti in campo (es. $r = 0.64$, $RMSE=0.12$, fPAR osservata e derivata da NDVI durante quattro date di monitoraggio del 2021 in una delle due aree pilota del progetto). Successivamente, la radiazione intercettata derivata da indici di vegetazione e da telerilevamento, è stata integrata nel modello Moriondo et al. (2019) per sostituire in momenti temporali specifici della stagione ed in base alla disponibilità di immagini satellitari, fPAR simulata (Figura 7). La stima di questa variabile da sistemi di telerilevamento può essere utile infatti per fornire indicazioni circa variabilità delle condizioni della vegetazione all'interno della parcella non solo in termini di radiazione intercettata ma anche di variabili ad essa relative, quali ad esempio l'accumulo di biomassa da parte della coltura e la produzione.

Inoltre, la ricostruzione temporale dell'andamento della radiazione intercettata dall'olivo consente di individuare le eventuali criticità dovute a possibili stress abiotici (es. stress idrico) durante la stagione vegetativa, che possono influire sulla crescita della coltura e sulla futura produzione. Considerando la possibilità di prevedere lo sviluppo della coltura e di orientare le decisioni sulla gestione dell'oliveto, l'applicazione di un modello di crescita integrato con dati di telerilevamento, come quello implementato durante il progetto costituisce uno strumento utile ed innovativo in un contesto di agricoltura di precisione.

Il modello fenologico della mosca dell'olivo

La gestione dei trattamenti e la definizione delle soglie di intervento per prevenire gli attacchi parassitari da *Bactrocera oleae* (Rossi) o mosca dell'olivo è uno degli aspetti più rilevanti dell'olivicoltura Mediterranea, considerata l'ampia presenza dell'insetto in questo ambiente. La mosca dell'olivo è, infatti, uno dei parassiti più diffusi degli oliveti mediterranei che provoca conseguenze estremamente dannose sulla produzione e la qualità dell'olio. A questo proposito, oltre alle ripercussioni legate alla perdita di produzione, come conseguenza del fenomeno di cascola innescato dall'insetto sulle olive, i processi ossidativi originati all'interno delle gallerie scavate dalle larve nella drupa possono portare ad un innalzamento dell'acidità e ad un'alterazione del numero di perossidi, peggiorando in maniera rilevante la qualità del prodotto finale.

La necessità di far fronte al problema della mosca in oliveto e di stabilire soglie di intervento per eventuali trattamenti antiparassitari ha, pertanto, portato allo sviluppo di tecnologie innovative di monitoraggio. Tali

tecniche hanno, da un lato, l'obiettivo di identificare in maniera continua e da remoto la presenza degli insetti in campo, riducendo le visite in oliveto da parte dell'operatore (Paragrafo 2.1), e, dall'altro, di fornire strumenti per la previsione della comparsa delle generazioni dell'insetto, come nel caso dell'implementazione di opportuni modelli fenologici (Figura 8). In quest'ultimo caso, il modello fenologico della mosca dell'olivo, implementato durante il progetto CATChCO2-live, è stato utilizzato per stimare il ciclo di sviluppo di *B. oleae* in modo da monitorare l'insorgenza dell'insetto e prevenire, in futuro, eventuali attacchi parassitari. Rispetto alla versione originale sviluppata da Belcari et al. (1989), e basata esclusivamente sull'accumulo di unità termiche per stimare le generazioni della mosca, il nuovo modello ha considerato, oltre al fattore termico, l'effetto del fotoperiodo quale aspetto possibilmente incidente sul tasso di sviluppo dell'insetto. Il modello così sviluppato è stato calibrato e validato contro dataset osservati di catture di *B. oleae* provenienti dalla regione Toscana (<https://agroambiente.info.regione.toscana.it/agro18/>) e dalla regione Marche (<http://www.assam.marche.it/>) per valutarne l'affidabilità della stima del ciclo di sviluppo della mosca.

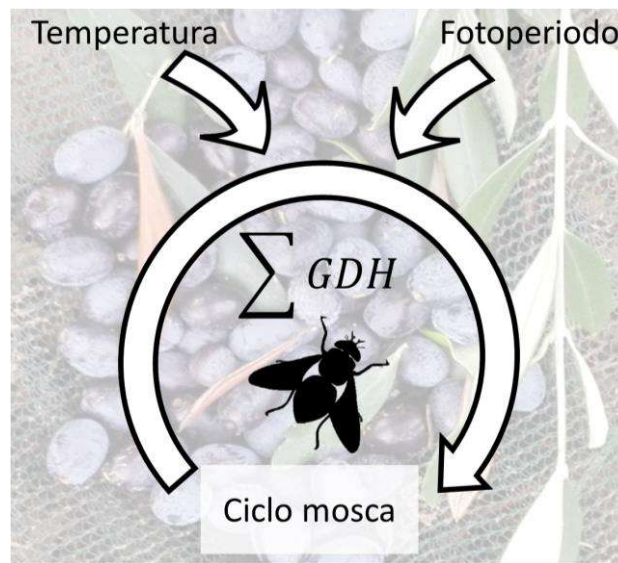


Figura 8- Diagramma del modello fenologico della mosca dell'olivo per la stima del ciclo di sviluppo e delle generazioni dell'insetto.

Rispetto alla precedente versione del modello basato sull'accumulo di unità termiche, i principali risultati della nuova versione mostrano come il modello fenologico della mosca sia effettivamente in grado di riprodurre con maggiore accuratezza lo sviluppo di *B. oleae* (calibrazione: $r^2 = 0.86$; RMSE = 10.27 gironi; validazione: $r^2 = 0.71$; RMSE = 15.54; per la regione Toscana), e, nello specifico, di identificare in maniera più efficace generazioni più tardive dell'insetto che si sviluppano generalmente nei primi mesi autunnali (modello termico: RMSE = 38 gg su 4° generazione; modello con fotoperiodo: RMSE = 12 gg su 4° generazione).

La nuova versione del modello (basata anche sul fotoperiodo) è stata inoltre integrata con dati di telerilevamento satellitare per favorire la spazializzazione degli output e fornire indicazioni più dettagliate sulla presenza stagionale dell'insetto nell'area del Montalbano. A tale scopo sono stati utilizzati i dati di temperatura dei sensori MODIS (Terra e Aqua, risoluzione spaziale 1 km²) per guidare il modello fenologico della mosca su tutta l'area di studio (Figura 9).

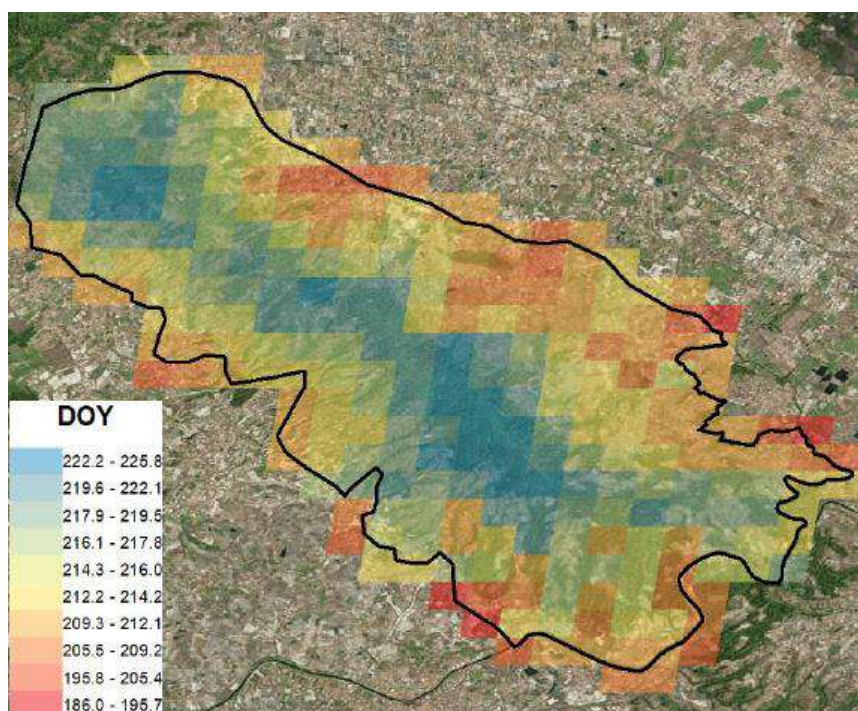


Figura 9- Spazializzazione del modello fenologico della mosca dell'olivo nella regione del Montalbano. Il gradiente di colore dal rosso al blu indica il livello di precocità nella comparsa della prima generazione della mosca (DOY= Day Of Year o giorni dell'anno).

I risultati dell'applicazione spaziale del modello hanno evidenziato la presenza di un gradiente altitudinale di distribuzione della mosca dell'olivo, mostrando la comparsa differita delle generazioni dell'insetto a seconda delle condizioni meteorologiche. Ad altitudini maggiori, infatti, il modello ha indicato un ritardo di circa un mese sulla comparsa delle generazioni della mosca rispetto alle condizioni degli oliveti situati a quota più bassa e caratterizzati da temperature più elevate (ad esempio $\Delta \approx 33$ giorni di differenza tra le aree a maggiore e minore altitudine del Montalbano per la prima generazione della mosca), sottolineando la variabilità esistente a livello spaziale nella comparsa dell'insetto.

Come per il modello di crescita dell'olivo, l'obiettivo di sviluppare un approccio integrato basato su strumenti di modellistica e di agricoltura di precisione è stato quello di portare all'ottimizzazione degli interventi in campo. In particolare, il modello fenologico della mosca implementato durante il progetto vuole essere un primo passo verso lo sviluppo di un vero sistema di supporto alle decisioni degli agricoltori sulla lotta agli attacchi parassitari da *B. oleae*.

La piattaforma web: uno strumento di supporto decisionale per gli agricoltori

L'impiego nel settore agricolo di strategie e tecnologie innovative di agricoltura di precisione ha come obiettivo la fornitura di informazioni precise circa lo stato e le condizioni delle colture all'interno dell'agroecosistema. In particolare, lo sviluppo di strumenti di supporto decisionale per gli agricoltori che forniscano indicazioni in maniera semplice ed intuitiva circa l'eventuale applicazione di pratiche di gestione agronomica in azienda è considerato un aspetto innovativo dell'agricoltura moderna. In questo contesto, la piattaforma web già esistente (denominata drOLIVE2REC, <http://www.drolive.unifi.it/simulazioni>), è stata integrata nel corso del progetto CATCHCO2-live al fine di effettuare un efficiente monitoraggio dello sviluppo fenologico e lo stato degli oliveti, con l'obiettivo generale di favorire l'incremento della produzione, ridurre i costi e gli sprechi di risorse (Figura 10).

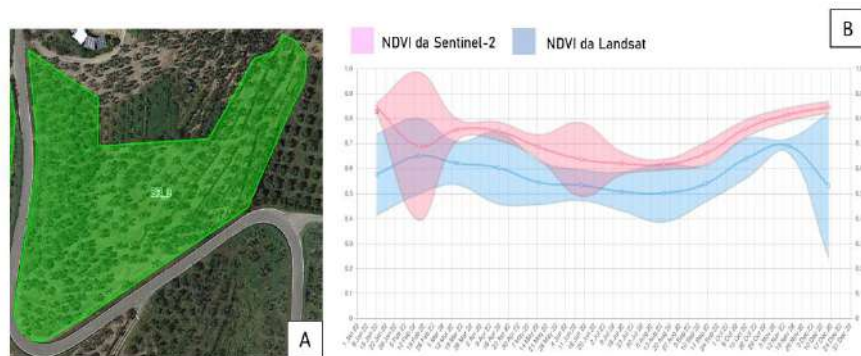


Figura 10- Piattaforma drOLIVE2REC. (A) Identificazione dell'oliveto da monitorare; (B) Andamento dell'indice NDVI rilevato da satelliti Sentinel-2 e Landsat per l'oliveto oggetto di studio.

Nello specifico, la piattaforma drOLIVE2REC permette, previa registrazione dell'utente ed inserimento delle particelle di oliveto da monitorare, di visualizzare le seguenti variabili: (i) lo sviluppo fenologico dell'olivo (ad esempio, la comparsa delle principali fasi fenologiche come germogliamento, fioritura, ecc.); (ii) dati provenienti da indici come NDVI, GEMI ed altri indici di vegetazione, per valutare l'andamento della coltura durante la stagione e rispetto alle annate precedenti; (iii) le variabili meteorologiche ed ambientali derivanti da stazioni installate in campo (se presenti ed accessibili).

Inoltre, l'implementazione del modello di crescita dell'olivo (Paragrafo 2.3.1), nella piattaforma drOLIVE2REC permette altresì la simulazione delle principali fasi fenologiche, dell'accumulo di biomassa e della produzione dell'olivo e del bilancio idrico del suolo. La disponibilità di queste informazioni, visualizzabili in tempo reale attraverso mappe e grafici, è pensata per garantire il monitoraggio degli oliveti a livello aziendale e fornire agli agricoltori uno strumento per il miglioramento della gestione agronomica. La piattaforma drOLIVE2REC è stata, inoltre, implementata in modo da poter essere facilmente estendibile oltre che ai soggetti partner del progetto anche ad altre realtà del contesto olivicolo toscane.

TECNICHE INNOVATIVE DI GESTIONE DELL'OLIVETO

Gestione nutrizionale dell'oliveto

Questa azione prevedeva la gestione nutrizionale dell'oliveto e il mantenimento della fertilità fisico-chimica dei suoli utilizzando tecniche conservative di gestione del suolo. In particolare, sono stati trasferiti dei protocolli di fertilizzazione integrativa fogliare e di gestione del suolo mediante tecniche di inerbimento controllato. Le attività di questa azione sono state svolte presso l'Azienda Torrini (Empoli, FI) e presso l'Azienda Braderi (Lamporecchio, PT), indicate successivamente come Azienda 1 e Azienda 2, rispettivamente.

In occasione di un primo sopralluogo effettuato a maggio 2020 presso gli oliveti dell'Azienda 1 e 2 presso sono stati valutati due diversi appezzamenti messi a disposizione per le attività di trasferimento e si proceduto alla selezione del più idoneo per conformazione, caratteristiche degli alberi e gestione agronomica attuale. In tale occasione si è anche provveduto ad effettuare interviste di campo volte a raccogliere informazioni circa l'attuale conduzione agronomica degli oliveti, con particolare riferimento alla gestione del suolo, alla concimazione, alla gestione della chioma e all'epoca di raccolta. Particolare attenzione è stata posta nella raccolta di informazioni legate a possibili criticità e problematiche riscontrate dagli olivicoltori. Queste informazioni risultano fondamentali nei progetti di trasferimento presso le aziende agricole in quanto consentono di calibrare i metodi innovativi di gestione agronomica alle reali esigenze degli agricoltori. Infine, è stata effettuata una valutazione degli olivi presenti nelle diverse aree degli oliveti al fine di predisporre le parcelle di comparazione previste nel trasferimento di tecniche innovative di gestione dell'oliveto. Le informazioni raccolte, il materiale fotografico e le misure in campo sono state utilizzate dal personale del DiSAAA-a per l'identificazione delle aree nei due oliveti da sottoporre a una gestione agronomica differenziata. Le attività svolte in occasione di questo sopralluogo sono risultate funzionali anche per l'Azione 2 "La gestione della chioma nell'oliveto".

A gennaio del 2021 si è tenuta una riunione telematica che ha visto la partecipazione dei vari partner del progetto, inclusi gli altri enti di ricerca (CNR e Università di Firenze) e i proprietari delle due aziende agricole ospitanti le attività della misura 16.2 (i sigg. Braderi e Torrini). Nel corso della riunione sono state definite le attività da svolgere e fissate delle tempistiche di riferimento per ciascuna di esse. In merito alla concimazione si è deciso di confrontare una gestione tradizionale che prevedeva la somministrazione di concime o al terreno e una gestione che prevedeva l'utilizzo di concimi fogliari specifici da somministrare durante tutto il ciclo vegetativo dell'albero. In particolare, la gestione della nutrizione "Aziendale" prevedeva la somministrazione di un concime misto-organico al suolo nel periodo gennaio-febbraio. La gestione della nutrizione proposta dal DiSAAAa, e da qui in poi chiamata "Innovativa", prevedeva, oltre alla concimazione prevista nel protocollo aziendale, ulteriori applicazioni fogliari di azoto (Urea, due applicazioni nel periodo aprile-giugno), Boro (due applicazioni in pre-fioritura e post-allegagione) e Potassio (2 applicazioni nel periodo agosto-ottobre). Le concimazioni (al suolo e fogliari) sono state effettuate dal personale aziendale su indicazione del personale DiSAAAa. Ulteriori concimazioni fogliari sono state effettuate dal personale del DiSAAAa nel 2021 in entrambe le aziende su olivi che presentavano marcate sintomatologie da carenze nutrizionali (e per tale motivo non inseriti nei monitoraggi del 2021) con l'obiettivo di poterli utilizzare nel secondo anno di trasferimento. Per queste ultime concimazioni sono stati utilizzati i prodotti riportati nell'elenco del materiale consumabile. Per quanto riguarda la gestione del suolo si è deciso di applicare un protocollo di gestione dell'inerbimento spontaneo su tutto l'oliveto. Entrambi gli oliveti presentavano pendenze e per tale motivo è stato deciso di non includere una gestione del suolo mediante lavorazione periodica che avrebbe comportato problemi di erosione. La gestione del suolo mediante inerimento è attualmente la più consigliata per gli oliveti delle zone in esame. Di seguito si riportano le foto satellitari relative alle due aziende coinvolte dove sono indicate le zone degli oliveti sottoposti a diverso trattamento nutrizionale (Foto 1 e 2).



Foto 1. Oliveto presso l'Azienda 1 dove sono stati identificati i settori oggetto del trasferimento di tecniche innovative di gestione dell'oliveto. I perimetri rosso e blu indicano le aree sottoposte a concimazione aziendale e innovativa, rispettivamente.



Foto 2. Oliveto presso l'Azienda 2 dove sono stati identificati i settori oggetto del trasferimento di tecniche innovative di gestione dell'oliveto. I perimetri rosso e blu indicano le aree sottoposte a concimazione aziendale e innovativa, rispettivamente.

Nel corso del 2021 e 2022 l'effetto delle diverse conduzioni della fertilizzazione (Aziendale e Innovativa) sono stati valutati in merito ai parametri di crescita dell'albero (incremento del diametro del fusto, incremento della lunghezza del germoglio) e sul peso fresco del frutto e sul contenuto in olio nel frutto mediante risonanza magnetica nucleare (Foto 3 e 4).



Foto 3. Fase di monitoraggio dell'accrescimento vegetativo mediante misura dell'accrescimento del germoglio dell'anno in olivi sottoposti a diverse tecniche di gestione agronomica.



Foto 4. Determinazione del contenuto in olio nella polpa mediante risonanza magnetica nucleare (NMR) presso i laboratori del DiSAAA-a.

I parametri qualitativi dell'olio (acidità libera, numero di perossidi e potere antiossidante dell'olio) sono stati misurati solo nel 2022 in quanto nel 2021 le scarse produzioni non hanno consentito di prelevare i campioni per le micro-oleificazioni. Durante la stagione vegetativa si è proceduto alla misura periodica dello stato nutrizionale dell'albero mediante lo strumento SPAD (Minolta) che misura la concentrazione di clorofilla/azoto della foglia (Foto 5).



Foto 5. Monitoraggio dello stato nutrizionale mediante analizzatore SPAD

Alla raccolta nel 2022 sono stati prelevati dei campioni di olive dalle piante in prova (circa 1 kg da ciascuna pianta) successivamente utilizzati per le micro-oleificazioni e analisi di acidità libera, numero di perossidi e potere antiossidante dell'olio. Le gelate verificatesi durante il periodo di fioritura nel 2021 hanno comportato una riduzione del carico produttivo di oltre il 70-80% già a partire dalle prime fasi di sviluppo del frutto. Ciò ha indotto uno squilibrio vegeto produttivo (basso carico di frutti per unità di superficie fogliare) che ha reso ininfluenti le diverse strategie di fertilizzazione applicate nel corso dell'annata. Questo è risultato evidente dall'analisi dei risultati relativi sia ai parametri nutrizionali e di crescita (Figura 1 e 2) che a quelli legati alle caratteristiche carpologiche e qualitative di frutto (Tabella 1).

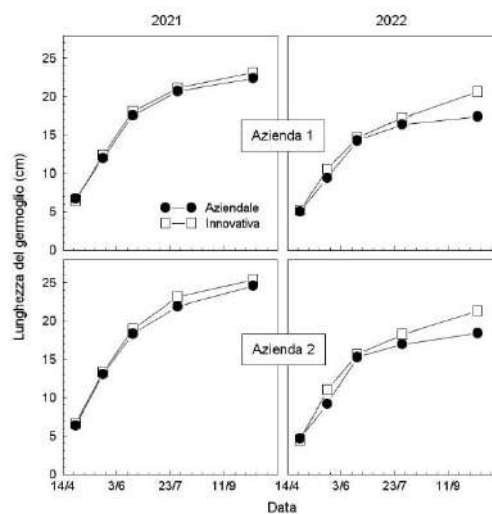


Figura 1. Andamento di crescita del germoglio misurato nel 2021 e 2022 presso le Aziende 1 e 2 ospitanti il trasferimento di innovazione.

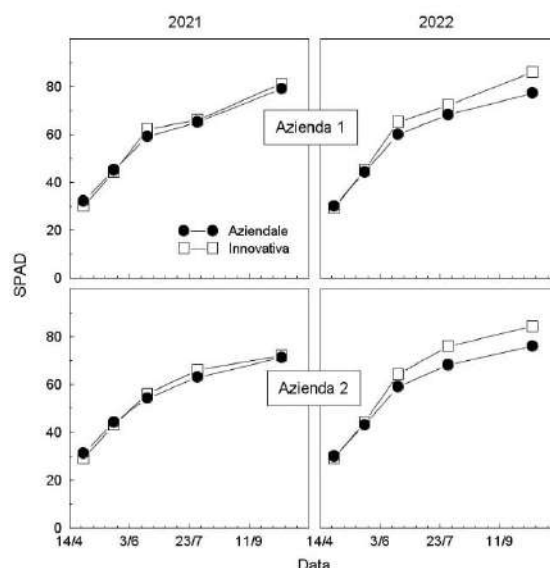


Figura 2. Andamento del contenuto di azoto fogliare (espresso come valori SPAD) misurato nel 2021 e 2022 presso le Aziende 1 e 2 ospitanti il trasferimento di innovazione.

Anno	Azienda	Gestione nutrizionale	Peso fresco del frutto (g)	Indice di maturazione (scala 0-7)	Contenuto in olio nel frutto (% p.s.)
2021	1	Aziendale	1.86	2.1	38.5
2021	1	Innovativa	1.92	2	39.1
2021	2	Aziendale	1.776	1.9	38.1
2021	2	Innovativa	1.836	2	38.9
2022	1	Aziendale	1.52	2.2	39.8
2022	1	Innovativa	1.7	2	42.5
2022	2	Aziendale	1.55	2.3	38.5
2022	2	Innovativa	1.82	2.1	41.6

Il basso carico produttivo osservato in tutti i trattamenti a confronto ha consentito agli alberi di soddisfare le esigenze idriche e nutrizionali dei frutti indipendentemente dalla tecnica colturale utilizzata. Nel 2022 gli effetti delle differenti concimazioni sono stati più evidenti anche se in parte attenuati dal lungo periodo di siccità che ha rallentato l'attività della pianta fino all'arrivo delle piogge a metà agosto. In particolare, gli olivi sottoposti a concimazioni fogliari aggiuntive hanno presentato un maggior accrescimento del germoglio e valori di SPAD leggermente superiori rispetto agli olivi sottoposti a concimazione "Aziendale" (Figura 1 e 2). Anche i parametri del frutto hanno risentito positivamente delle concimazioni fogliari previste nel protocollo "Innovativo", presentando maggiori dimensioni (peso fresco del frutto) e un più alto contenuto in olio nel frutto (Tabella 1). Per quanto riguarda i parametri qualitativi degli oli misurati nel 2022 non sono state riscontrate differenze attribuibili ai differenti protocolli di concimazione (Tabella 2)

Azienda	Gestione nutrizionale	Acidità libera (% acido oleico)	Numero di perossidi (meq O ₂ kg ⁻¹)	Potere antiossidante (mg/kg acido gallico)
1	Aziendale	1.86	2.1	38.5
1	Innovativa	1.92	2	39.1
2	Aziendale	1.776	1.9	38.1
2	Innovativa	1.836	2	38.9

La gestione della chioma dell'olivo

Questa azione ha previsto il trasferimento di protocolli di gestione della chioma a seconda della tipologia di impianto per minimizzare gli interventi, e quindi i costi di produzione, senza alterare la produttività e la qualità del prodotto. L'innovazione consiste nel semplificare le operazioni introducendo tecniche di potatura "minima" che, invece di perseguire una forma definita, tendono a gestire la forma di allevamento nel modo più libero possibile per ridurre i costi di potatura e non deprimere la produttività dell'albero. Le attività di questa azione sono state svolte presso l'Azienda 1 (Empoli, FI) e presso l'Azienda 2 (Lamporecchio, PT) (Foto 6 e 7).



Foto 6. Residui di potatura a seguito di interventi di potatura minima presso l'oliveto dell'Azienda 2.



Foto 7. Olivi sottoposti a potatura aziendale e potatura minima presso l'Azienda 1.

Le attività preliminari relative a questa azione sono state effettuate congiuntamente a quelle dell'azione 1 in occasione del primo rilievo a maggio 2020 e della riunione prima riunione a gennaio 2021. La gestione della chioma ha previsto un confronto tra piante sottoposte a potatura aziendale (rimozione di circa il 30-35% della chioma) e potatura minima (rimozione di circa il 10-15% della chioma). Le attività di potatura sono state condotte nel periodo febbraio-aprile del 2021 e 2022 dal personale tecnico aziendale supportati dal personale del DiSAAA. Gli olivi sottoposti ai differenti protocolli di potatura sono stati monitorati in merito ai parametri di crescita dell'albero (incremento del diametro del fusto, incremento della lunghezza del germoglio) e ai parametri del frutto, quali peso fresco del frutto e sul contenuto in olio nel frutto mediante risonanza magnetica nucleare (Foto 8).



Foto 8. Selezione degli alberi sotto posti a monitoraggio periodico dell'accrescimento del germoglio presso l'Azienda 2.

I parametri qualitativi dell'olio (acidità libera, numero di perossidi e potere antiossidante dell'olio) sono stati misurati solo nel 2022 in quanto nel 2021 le scarse produzioni non hanno consentito di prelevare i campioni per le micro-oleificazioni. Alla raccolta sono stati prelevati dei campioni di olive dalle piante in prova (circa 1 kg da ciascuna pianta) successivamente utilizzati per le micro-oleificazioni e analisi di acidità libera, numero di perossidi e potere antiossidante dell'olio. I differenti protocolli di potatura non hanno comportato differenze in merito all'accrescimento vegetativo, ai parametri del frutto e alla qualità dell'olio in entrambi gli anni. Differenze, invece, sono state misurate per quanto riguarda il tempo medio di potatura ad albero, che nel del protocollo di potatura minima ha comportato una riduzione di circa il 50% (circa 10 minuti in meno) rispetto alla potatura aziendale.

Individuazione del momento ottimale di raccolta

Le attività di questa azione hanno riguardato la determinazione del momento ottimale della raccolta mediante il monitoraggio del contenuto in olio nel frutto, della forza di distacco del frutto e della stima della percentuale di cascola. Le attività di questa azione sono state svolte presso l'Azienda Torrini (Empoli, FI) e presso l'Azienda Braderi (Lamporecchio, PT). Nel 2021 e 2022 si è proceduto con campionamenti periodici dei frutti a partire da agosto e fino circa due settimane dopo la raccolta aziendale (su piante non ancora sottoposte a raccolta). I frutti sono stati analizzati per il peso fresco, il contenuto in olio, l'indice di maturazione utilizzando il protocollo di Jaen e i valori colorimetrici del frutto (L^* , a^* , b^* , Cromo e Hue).

Per l'indice di maturazione è stata utilizzata una scala che attraverso una valutazione visiva del colore della buccia e della polpa assegna un valore che va da 0 (buccia verde intenso) a 7 (buccia nera e polpa colorata fino al nocciolo) (Foto 9).



Foto 9. Stadi di maturazione dell'oliva: 0, epicarpo di colore verde intenso; 1, epicarpo di colore verde sbiadito; 2, epicarpo verde con tracce di arrossamento nella parte distale del frutto che coprono un quarto della superficie; 3, epicarpo rossiccio o imbrunito per più di metà della superficie; 4, epicarpo nero e polpa chiara; 5, epicarpo nero e polpa imbrunita per meno della metà della profondità; 6, epicarpo nero e polpa imbrunita per più della metà della profondità ma senza arrivare al nocciolo; 7, epicarpo nero e polpa imbrunita fino all'endocarpo.

I valori colorimetrici del frutto sono stati misurati utilizzando un colorimetro portatile CM-700 (Konica Minolta INC, Osaka, Japan) che misura la componente lunimosa riflessa dalla superficie del frutto a seguito di irradiazione con illuminante D65 e un angolo di osservazione standard di 10°. All'inizio di ogni sessione di misure veniva effettuata un'autocalibrazione per lo zero e per il bianco utilizzando i target standard forniti con lo strumento. Tutte le misure sono state effettuate con il metodo SCE (Specular Component Excluded), cioè escludendo la riflettanza speculare. Per ciascun campione di frutti (10 frutti) le misure sono state effettuate sui singoli frutti posizionando il puntale del colorimetro in corrispondenza di due punti per ciascun frutto. In particolare, i punti sono stati individuati nella zona mediana del frutto sui due lati opposti della drupa. Particolare cura è stata posta per evitare di posizionare il puntale del colorimetro, avente un diametro di 5 mm, in corrispondenza di punture di insetti, malformazioni o eventuali anomalie. Dopo il posizionamento del puntale, la misura su ogni lato del frutto richiedeva circa 2 secondi. Le misure sono state effettuate nello spazio colorimetrico $L^* a^* b^*$, in cui L^* indica la luminosità, mentre a^* e b^* sono le coordinate di cromaticità. In particolare, a^* e b^* indicano le direzioni del colore: $+a^*$ è la direzione del rosso, $-a^*$ è la direzione del verde, $+b^*$ è la direzione del giallo e $-b^*$ è la direzione del blu. Utilizzando i valori a^* e b^* sono stati ricavati anche altri indici quali il croma ($C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$) e l'angolo della tinta Hue ($h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$).

La forza di distacco del frutto è stata misurata su un campione rappresentativo di olive ad intervalli di 10-15 giorni, usando un dinamometro con sensore a forchetta che si applica nel punto di attacco del peduncolo sul frutto (Foto 10).



Foto 10. Dinamometro utilizzato per la misura della forza di distacco del frutto.

A cadenza periodica è stata anche stimata la percentuale di cascola dei frutti dall'albero mediante conteggio dei frutti presenti su quattro rami selezionati per ciascun albero in prova. La differenza dei frutti presenti in ciascun ramo selezionato tra una data e la successiva forniva il numero dei frutti cascolati.

L'analisi incrociata dei dati relativi alla curva di accumulo di olio nel frutto, della forza di distacco del frutto e della percentuale di frutti cascolati ha consentito di individuare un periodo di raccolta ottimale per quanto riguarda la produttività dell'albero (Figura 3 e 4).

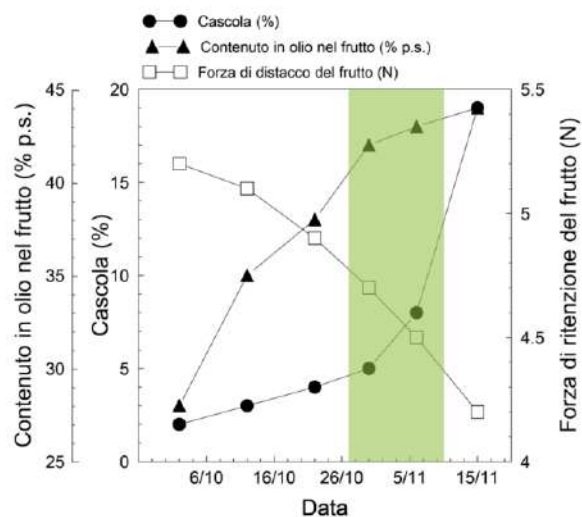


Figura 3. Andamento del contenuto in olio nel frutto, della cascola e della forza di distacco del frutto misurati presso l'Azienda 1.

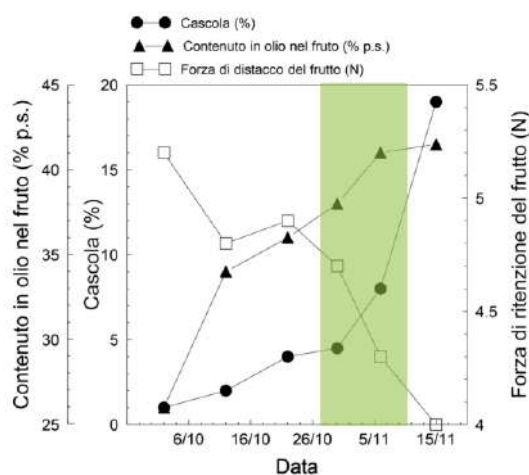
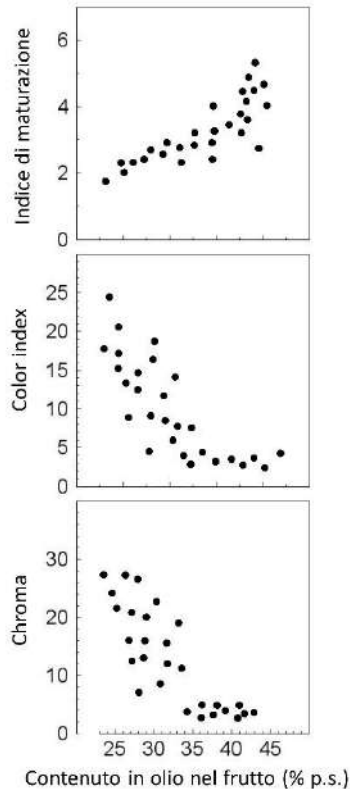


Figura 4. Andamento del contenuto in olio nel frutto, della cascola e della forza di distacco del frutto misurati presso l'Azienda 2.

Per quanto riguarda l'utilizzo di strumenti di misurazione del colore dei frutti (colorimetri e spettrofotometri portatili) al fine di determinare il momento di massimo accumulo di olio nel frutto, dei risultati interessanti sono emersi dalle correlazioni tra i valori spaziali del colore e il contenuto in olio nella polpa misurato mediante risonanza magnetica nucleare (NMR) (Figura 5).



In particolare, è stata osservata una variazione evidente, e più o meno netta a seconda dell'indice analizzato, dei valori spaziali del colore in corrispondenza del massimo contenuto in olio nella polpa. L'indice HUE, ad esempio, ha mostrato dei valori piuttosto costanti durante tutto il periodo di accumulo di olio nella polpa e un rapido aumento degli stessi in corrispondenza dei valori massimi di olio nel frutto. Anche per gli altri indici analizzati il cambio di tendenza nell'andamento è stato molto evidente, anche se meno rapido rispetto a quello osservato per lo HUE.

e) RICADUTE ECONOMICHE E AMBIENTALI

L'obiettivo principale del progetto CatchCo2-live è stato quello di incrementare l'efficienza produttiva in termini qualitativi e quantitativi del comparto olivicolo del Montalbano attraverso le attività di recupero degli oliveti attualmente abbandonati e/o in procinto di esserlo, l'introduzione di tecnologie innovative di agricoltura di precisione e di tecniche agronomiche di gestione innovativa della coltura quali strategie innovative in un contesto di agricoltura sostenibile da un punto di vista ambientale ed economico.

In particolare, le principali ricadute economiche ed ambientali dell'innovazione perseguita attraverso il progetto CatchCo2-live sono da valutarsi rispetto a:

1. Recupero degli oliveti abbandonati attraverso il modello organizzativo proposto nel progetto che ha come obiettivo principale l'incremento dei margini di redditività aziendali e gli effetti e le esternalità positive legate alla mitigazione dei cambiamenti climatici ed alla valorizzazione e tutela del paesaggio;
2. L'introduzione di tecniche di agricoltura di precisione con l'obiettivo di ridurre i costi di produzione attraverso interventi agronomici mirati e volti, tra le altre cose, a diminuire l'impatto delle pratiche agricole sull'ambiente;
3. L'introduzione e lo sviluppo di protocolli di gestione agronomica con l'obiettivo di migliorare le condizioni del sistema attraverso il mantenimento della fertilità del suolo, della gestione della chioma e del momento

ottimale della raccolta.

4. Sensibilizzazione, comunicazione ed informazione delle attività del progetto verso attori locali al fine di porre l'attenzione ed incrementare la consapevolezza circa nuove tecniche e strategie per il miglioramento della gestione e della produzione del sistema olivicolo del Montalbano.

f) SPESE SOSTENUTE PER L'ATTUAZIONE DEL PS-GO

ID	Partner appartenente al partenariato	Spesa stima
P1	Cooperative Montalbano Olio e Vino Soc. Coop. Agr.	92.000,00
P2	CNR-IBE Istituto di Biometeorologia del CNR	60.000,00
P3	DAGRI-UNIFI (Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali dell'Università degli Studi di Firenze)	33.841,26
P4	DISAAA-UNIPI (Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa)	40.621,20
P5	Torrini Vasco	6.000,00
P6	Braderi Moreno	6.000,00
P7	D.R.E.Am. Italia Soc. Coop. Agr. For.	28.000,00

Spese stimate al 13/01/2023

g) QUADRO DELLE ATTIVITÀ DI TRASFERIMENTO DI CONOSCENZE REALIZZATE (NUMERO DEI PARTECIPANTI AGLI EVENTI/CORSI REALIZZATI, PROGRAMMI DELLE INIZIATIVE, PRESENTAZIONI, SITO WEB, ECC) E COPIA DEL MATERIALE INFORMATIVO, DIVULGATIVO, DIDATTICO E TECNICO-SCIENTIFICO PRODOTTO

Formazione

Il progetto approvato prevedeva 3 corsi medi di 24 ore, ciascuno dei quali replicato in 2 edizioni, su 3 argomenti:

- “Pratiche colturali sostenibili in ambiente ad elevata/ridotta meccanizzazione”
- “Moderne tecniche di gestione della chioma; corrette modalità di gestione del suolo e fertilizzazione dell’oliveto e difesa”
- “Monitoraggio della coltura attraverso strumentazione in campo e da remoto per ottimizzare gli interventi in funzione di stress biotici e abiotici”

In data 01/07/2022 è stata presentata una richiesta di variante, dovuta al fatto che si sono riscontrate oggettive difficoltà nel realizzare le attività, soprattutto legate alla disponibilità dei destinatari finali a partecipare ad attività di lunga durata.

Rispetto a quanto approvato la variante prevede di realizzare 3 corsi in un’unica edizione, modificando anche la durata di ciascuno: da 24 ore a 10 ore.

Con decreto 14769 del 15/07/2022, la Regione Toscana ha approvato la richiesta di variante.

Descrizione delle attività svolte

Corso: “Pratiche colturali sostenibili in ambienti a ridotta e elevata meccanizzazione” matricola 08742910101B

Data: 11/10/2022 e 12/10/2022 orario 8.30-13.30

Durata 10 ore

Sede: via Beneventi 2/c Vinci (FI)

Docente: Dott. Agr. Fiammetta Nizzi Grifi

N° partecipanti idonei: 7

Programma

- Problematiche delle fasi di raccolta e trasformazione legate al rischio di inquinamento ambientale
- Definizione Sostenibilità e obiettivi: quali tecniche agronomiche?
- I numeri della nostra olivicoltura
- Costi di gestione: perché i nostri olivi non rendono? Dove sbagliamo?
- Potatura olivo
- Terreno e Nutrizione: buone e cattive pratiche agricole
- Lavorazioni: Sovescio, Rotazione
- Gestione della fertilità del suolo
- Gestione in generale per un prodotto di qualità e sostenibile

Corso: “Moderne tecniche di gestione della chioma; corrette modalità di gestione del suolo e fertilizzazione dell'oliveto” matricola 08742910201B

Data: 03/10/2022 e 04/10/2022 orario 8.30-13.30

Durata 10 ore

Sede: via Beneventi 2/c Vinci (FI)

Docente: Prof. Giovanni Caruso (Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali - UNIPI)

N° partecipanti idonei: 10

Programma

- Organografia e fenologia dell'ulivo
- Tipologie di potatura (allevamento, produzione, ricostruzione)
- Strategie di potatura minima
- Effetti agronomici, produttivi, e qualitativi di differenti tecniche di gestione del suolo
- Tipologie di inerbimento e gestione del cotico erboso
- Fabbisogni nutrizionali dell'olivo
- Tipologie di concimi e metodi di distribuzione

Corso: “Monitoraggio della coltura attraverso strumentazione in campo e da remoto per ottimizzare gli interventi in funzione di stress biotici e abiotici” matricola 08742910301B

Data: 02/12/2022 e 05/12/2022 orario 8.00-13.00

Durata 10 ore

Sede: via Beneventi 2/c Vinci (FI)

Docente: Dott. Sergi Costafreda Aumedes, (CNR) Dott. Lorenzo Brilli (CNR), Dott. Giacomo Trombi (UNIFI)

N° partecipanti idonei: 7

Programma

- Strumentazione finalizzata al monitoraggio della coltura/suolo/patogeni
- Applicazione degli strumenti di monitoraggio e modellistica: remote sensing, modello fenologico e modello produttivo, modello mosca
- Stima del contributo della coltivazione dell'olivo ai cambiamenti climatici: stoccaggio C nel recupero degli olivi
- La piattaforma CATCHCO2 LIVE a supporto degli olivicoltori
- Esempio pratico di uso della piattaforma CATCHCO2 LIVE

Informazione

Il progetto approvato e ammesso a finanziamento prevedeva le seguenti attività:

2 incontri tematici di 4 ore: uno a metà del progetto incentrato su STATO DI AVANZAMENTO DEL PROGETTO e l'altro a conclusione sui RISULTATI FINALI con l'obiettivo di informare sui risultati e prodotti complessivi attesi/raggiunti, da svolgersi uno a metà progetto, l'altro al termine

2 incontri tematici della durata di 8 ore ciascuno, “I SISTEMI AGROFORESTALI IN GENERALE”, da svolgersi in due contesti colturali e produttivi diversi, a seconda delle caratteristiche delle zone sui cui impattano, in cui saranno affrontati i temi inerenti la definizione, i risultati delle ricerche nel contesto rurale italiano, avvalendosi delle sinergie con il progetto HORIZON 2020 AFINET.

2 incontri tematici della durata di 8 ore ciascuno, dal titolo “I SISTEMI AGROFORESTALI APPLICATI ALL’OVICOLTURA”, da svolgersi in due contesti colturali e produttivi diversi, a seconda delle caratteristiche delle zone sui cui impattano, i cui temi saranno incentrati sulla consociazione asparago-pollo-olivo (avvalendosi delle sinergie con il progetto HORIZON 2020 AFINET), inerbimento, tecniche di potatura, opportunità di innovazione nella filiera olivicola.

il sito WEB di progetto in cui inserire e con la quale promuovere e diffondere tutte le azioni costituenti il Piano ed i loro specifici contenuti e prodotti.

1 Pubblicazione finale a chiusura del progetto, con i risultati ottenuti

Descrizione delle attività svolte

Incontro tematico A1- “Stato di avanzamento del progetto”

Relatori: Giovanni Caruso, Camilla Dibari, Marco Moriondo, Sergi Costafreda Aumedes, Andrea Triossi, Fiammetta Nizzi Grifi, (da progetto: Argenti, Bindi, Caruso, Dibari, Matese, Moriondo, Triossi).

Durata evento ammesso a finanziamento: 4 ore

Durata evento realizzato: 4 ore, svolgimento in FAD su piattaforma Google Meet, link di partecipazione: <https://meet.google.com/yrg-mz xu-duf>

Data di svolgimento: 11/02/2022 orario 9,00-13,00

N° partecipanti 18 (idonei 14)

L’evento si è svolto in FAD, al fine di garantire la massima sicurezza in fatto di emergenza sanitaria dovuta al COVID-19. Si inseriscono su piattaforma i LOG dell’evento.

Programma:

- Recupero degli oliveti
- Installazione e calibrazione della rete di monitoraggio
- Monitoraggio dello sviluppo della coltura e della crescita e sviluppo della mosca
- Gestione della chioma e del suolo nell'oliveto e determinazione del momento ottimale di raccolta
- Presentazione progetto "LIFE Olivares Vivos +"
- Importanza degli interventi di recupero al fine di ridurre il rischio di incendi

Incontro tematico: A3 “Sistemi agroforestali in generale”

Relatori: Pierluigi Paris, Lorenzo Tramacere, Giovanni Pecchioni. Intervento di: Jacopo Goracci (da progetto: Consalvo, Paris).

Durata evento ammesso a finanziamento: 8 ore

Durata evento realizzato: 8 ore

Sede: via Beneventi 2/c Vinci (FI)

Data di svolgimento: 11/03/2022 orario 9,00-13,00/14,00-18,00

Programma:

- Principi generali di agrosilvicoltura, fra tradizione e innovazione dell'ecologia e selvicoltura
- Agroforestazione come strategia di sviluppo: il caso di un'azienda agrozootecnica in Maremma
- Le prove sperimentali ad indirizzo agroforestale presso il Centro di Ricerche Agroambientali “Enrico Avanzi”
- L.T.E. Arnino: un esperimento di lungo periodo ad indirizzo agroforestale presso il Centro di Ricerche Agroambientali “Enrico Avanzi”: obiettivi e prospettive
- Il sito sperimentale STELLAR: uno studio sull'effetto della riduzione di disponibilità luminosa su specie foraggiere leguminose, alcuni risultati sperimentali
- Il sito sperimentale AGROFORCES 8agroforESTRY FOR Carbon and Ecosystem Services): esperienze di ricerca dal 2017 a oggi

N° partecipanti 16 (idonei 16)

Incontro tematico: A5 “Sistemi agroforestali applicati all'olivicoltura”

(Oliveti consociati con colture e zootecnia per aumentare reddito e sostenibilità e diminuire i costi in olivicoltura)

Relatori: Adolfo Rosati. (da progetto: Consalvo).

Durata evento ammesso a finanziamento: 8 ore

Durata evento realizzato: 8 ore

Sede: via Beneventi 2/c Vinci (FI)

Data di svolgimento: 14/12/2022 orario 14,00-18,00 e 15/12/2022 orario 9,00-13,00/

N° partecipanti 18 (idonei 11)

Programma:

- Definizione di sistema silvopastorale, agrosilvopastorale e opportunità di applicazione all'olivicoltura;

- analisi di concetti di sostenibilità ambientale, biodiversità e resilienza;
- descrizione dei servizi ecosistemici derivanti dalla gestione sostenibile e multifunzionale delle aziende olivicole;
- approccio ai sistemi consociati per contrastare il rischio di abbandono degli oliveti;
- ruolo dei sistemi consociati per aumentare la complessità e la resilienza;
- individuazione ed analisi delle componenti di sistemi consociati;
- interazioni ecologiche e socio-economiche in sistemi complessi e modelli per limitare le interazioni negative e valorizzare le sinergie positive;
- massimizzazione dell'efficienza d'uso delle risorse acqua, luce e nutrienti;
- metodologie per la gestione di sistemi complessi ed individuazione di modelli colturali innovativi applicabili all'olivicoltura.

Incontro tematico: A2 “Risultati finali del progetto”

L'evento, non ancora realizzato, è previsto per il giorno 24/01/2023 a Vinci (FI) in via Beneventi 2/c, con orario 9,00-13,00.

Saranno affrontati i seguenti argomenti:

- Recupero dell'olivicoltura di collina una nuova proposta di gestione
- Tecniche di recupero nella gestione dell'olivicoltura
- Tecniche di agricoltura di precisione per la gestione degli oliveti collinari
- Strumenti di monitoraggio e tecniche di agricoltura di precisione per la gestione degli oliveti collinari
- Tecniche innovative di gestione dell'oliveto
- Il recupero degli oliveti per la riduzione del rischio antincendio

Sito WEB del progetto A7

È stato realizzato il sito WEB dell'intero progetto, con la descrizione delle varie fasi di cui si compone e con la promozione e il calendario degli eventi, l'archivio del materiale grafico e documentale, scaricabile dopo lo svolgimento.

Di seguito il link per accedere: [CatchCo2-live | Il recupero del patrimonio olivicolo Toscano](#)

È composto da 5 pagine nel menù di primo livello:



HOME PROGETTO PARTNER EVENTI CONTATTI

Oltre alla *HOME* si trovano:

PROGETTO: obiettivi del progetto, metodologia, elementi di innovazione di organizzazione e di gestione, timeline di progetto

PARTNER: Card in cui viene esplicitato il ruolo di ciascun partner nel progetto e, attraverso il link, è possibile accedere direttamente ai rispettivi siti

EVENTI. Elenco dei singoli eventi con link alla specifica attività su cui è possibile trovare calendario, programma, locandina o altro materiale prodotto

CONTATTI: Attraverso cui è possibile inviare richieste di informazioni direttamente alla mail del progetto

Pubblicazione finale A8

È in fase di realizzazione che racchiude i risultati del progetto: sono trattati i seguenti argomenti:

- Obiettivi e contesto
- Recupero dell'olivicoltura di collina una nuova proposta di gestione
- Tecniche di agricoltura di precisione per la gestione degli oliveti collinari
- Tecniche innovative di gestione dell'oliveto
- L'agroforestazione generale e applicata all'olivicoltura

h) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE (SINTESI DEI RISULTATI CONSEGUITI, CONSIDERAZIONI SULL'APPLICAZIONE DEI RISULTATI AL TERRITORIO INTERESSATO DAL PROGETTO DI COOPERAZIONE E SULLA POTENZIALITÀ DI TRASFERIMENTO AD ALTRE REALTÀ TERRITORIALI REGIONALI)

Gli obiettivi principali del progetto riguardavano l'applicazione di un modello organizzativo e di tecniche di agronomiche eco-compatibili e di agricoltura di precisione per favorire il recupero degli oliveti abbandonati o in fase di abbandono promuovendo l'incremento della produzione, la valorizzazione dell'ambiente ed il miglioramento delle capacità mitigative di questi agroecosistemi.

Nello specifico e per rispondere agli obiettivi principali del progetto, sono stati applicati e validati:

- Il modello organizzativo basato sulle risorse del territorio al fine di favorire il recupero degli oliveti abbandonati, ridurre i costi e garantire benefici a lungo termine circa le esternalità positive derivate da una gestione più efficiente degli oliveti (es. mitigazione del cambiamento climatico)
- Le tecniche di agricoltura di precisione in due aziende pilota all'interno del comprensorio del Montalbano al fine di favorire l'incremento della produttività, ridurre i costi, ottimizzare e programmare l'applicazione di pratiche agronomiche ed interventi mirati per il controllo della mosca dell'olivo.
- Le tecniche agronomiche di gestione eco-compatibile con lo scopo di migliorare gli aspetti legati alla fertilità del suolo, alla gestione della coltura e relativi alla definizione del momento ottimale della raccolta.

Infine, sono stati promossi:

- Incontri per la sensibilizzazione, comunicazione ed informazione circa l'applicazione di tecniche innovative nelle aziende partner del progetto con lo scopo di condividere, promuovere e confrontare strategie per incrementare la produzione dei sistemi olivicoli ed ottimizzare la gestione agronomica in un contesto di agricoltura sostenibile. Lo scopo di questi incontri è stato, inoltre, orientato alla promozione ed alla diffusione di modelli efficaci potenzialmente applicabili in altre realtà olivicole toscane.

Nonostante le restrizioni imposte dal governo per l'emergenza sanitaria legata alla pandemia di COVID-19, soprattutto durante il periodo 2020-2021, gli obiettivi iniziali del progetto sono stati raggiunti grazie alla collaborazione di tutti i partner coinvolti.

Le principali criticità sono state riscontrate durante le attività di monitoraggio e raccolta dati nelle aziende pilota, a causa delle restrizioni alla mobilità dovute dalla pandemia di COVID-19 soprattutto per l'anno 2020. Queste criticità sono state comunque superate durante la stagione consentendo una raccolta dati ed un monitoraggio efficace degli oliveti oggetto di studio. Inoltre, a differenza di quanto inizialmente specificato nella proposta di progetto, non sono stati effettuati rilievi da drone. Il monitoraggio è stato però eseguito utilizzando immagini satellitari e sviluppando specifici algoritmi per riscaldare gli indici di vegetazione ed estrarre informazioni a scala dettagliata della coltura. Questo nuovo approccio ha consentito allo stesso tempo di effettuare un monitoraggio più continuo della vegetazione e di ridurre i costi derivati dall'applicazione del drone.

Il progetto CatchCO2 ha evidenziato la necessità del recupero e della rimessa in produzione degli oliveti abbandonati o in fase di abbandono del territorio del Montalbano così come di incrementare ed ottimizzare l'olivicoltura del comprensorio, considerando il potenziale che questa attività ha mostrato nell'ottica di integrazione del reddito degli agricoltori, della valorizzazione e tutela del paesaggio e nel fornire un potenziale sistema mitigativo contro i cambiamenti climatici. L'utilizzo di tecniche agronomiche eco-compatibili ed ad-hoc, così come di tecnologie di agricoltura di precisione può rappresentare un'efficace strategia per interventi agronomici mirati di gestione della coltura e controllo dei parassiti con l'obiettivo di incrementare della produzione ed allo stesso tempo ridurre i costi e gli sprechi di risorse. Il modello proposto in questo progetto si presenta, quindi, come un sistema replicabile e da diffondere nel territorio del Montalbano per favorire e valorizzare la realtà produttiva dell'olivicoltura della zona.

i) ABSTRACT ANCHE IN LINGUA INGLESE

Italiano

Il progetto CATChCO2-live era incentrato sull'applicazione e la validazione di un modello organizzativo per il recupero degli oliveti abbandonati nell'area del Montalbano (Toscana). Il progetto, inoltre, mirava al miglioramento della gestione e della produzione degli oliveti localizzati in aree marginali attraverso l'applicazione di protocolli di gestione agronomica e strategie di agricoltura di precisione. Il progressivo abbandono degli oliveti e/o la coltivazione in aree marginali caratterizzate da produzione spesso insostenibili sta infatti influenzando la produzione olivicola del settore riducendo le entrate e producendo diverse conseguenze a livello ambientale (es. rischio di incendio ed erosione, alterazione del paesaggio, ecc.). Inoltre, l'impatto negativo del cambiamento climatico degli ultimi anni con l'incremento delle temperature, i prolungati periodi di siccità ed il verificarsi di eventi estremi sta minacciando tutto il settore agricolo nazionale ed in particolare gli oliveti dell'area Mediterranea.

Per affrontare il cambiamento climatico ed incoraggiare il recupero degli oliveti nelle aree marginali, il consorzio del progetto CATChCO2-live (Cooperative Montalbano Olio e Vino Soc. Coop. Agr., leader del progetto; CNR-IBE, DAGRI-UNIFI, DISAA-UNIPI, Az. Torrini and Az. Braderi e D.R.E.Am. Italy Soc. Coop. Agr. For., partner) hanno collaborato al fine di promuovere l'implementazione del modello organizzativo per il recupero degli oliveti e l'incremento della produzione. A tale proposito, il coinvolgimento delle due aziende pilota (Torrini and Braderi) nel progetto ha permesso di validare soluzioni innovative riguardanti protocolli di gestione agronomica (es. gestione delle chiome, fertilizzazione e tempistica ottimale per la raccolta) e tecniche di agricoltura di precisione (es. rete sensoristica, modelli di crescita dell'olivo e della mosca dell'olivo, piattaforma web di supporto alle decisioni degli agricoltori). Queste strategie sono state applicate al fine di incrementare lo stoccaggio di carbonio (protocolli di gestione), di monitorare la coltura ed eventuali attacchi parassitari in campo e di migliorare la gestione e la produzione dell'oliveto. In particolare, la piattaforma web è stata implementata come strumento di supporto decisionale per gli agricoltori che consente il monitoraggio stagionale della vegetazione, fornendo informazioni circa lo stato e le condizioni della coltura e dell'ambiente. Infatti, l'applicazione di tecniche di agricoltura di precisione era originariamente un punto importante degli obiettivi del progetto per promuovere l'ottimizzazione della gestione agronomica e della meccanizzazione, favorendo operazioni colturali

mirate, limitando gli impatti ambientali del settore e riducendo i costi. A questo proposito, nel corso del progetto sono stati organizzati corsi di formazione e approfondimento per garantire il coinvolgimento e la sensibilizzazione degli attori locali sulle strategie innovative e sui protocolli di gestione agronomica per recuperare e aumentare la sostenibilità e la redditività degli oliveti nell'area del Montalbano. Infine, l'esecuzione delle misure del piano strategico CATChCO2-live ha permesso di proporre un modello replicabile ed estendibile da applicare per incrementare la produzione olivicola e preservare il paesaggio rurale in molti altri contesti toscani.

Inglese

The CATChCO2-live project was focused on the application and validation of an organizational model for recovering abandoned olive groves in Montalbano area (Tuscany). The project also aimed at improving olive groves management and production in marginal areas through the application of agronomic management protocols and precision agriculture strategies. The progressive abandonment of olive groves and/or the olive tree cultivation in marginal areas is indeed affecting the olive oil production sector by reducing economic incomes and producing several environmental consequences (e.g. fire and erosion risk, alteration of the landscape, etc.). Additionally, the detrimental impact of climate change of the last years with rising temperatures, prolonged drought periods and the occurrence of extreme events is threatening the national agricultural sector, and in particular the olive tree cultivation of Mediterranean areas.

To cope with climate change and to recover olive tree cultivation in marginal areas, the consortium of CATChCO2-live project (Cooperative Montalbano Oil and Wine Agricultural Cooperative Society, project leader; CNR-IBE, DAGRI-UNIFI, DISAA-UNIFI, Torrini and Braderi farms and D.R.E.Am. Italy Soc. Coop. Agr. For., partners) collaborated to promote the implementation of the organizational model for olive groves recovery and olive production increase. With this regard, the two farms (Torrini and Braderi) involved in the project allowed to validate innovative solutions of agronomic management protocols (e.g., canopy management, fertilization, and optimal harvest time) and precision farming techniques (e.g., a sensor network, crop and olive fly growth models, a web platform as decision support tool for farmers). These strategies were applied in order to increase carbon sequestration (management protocols), to improve crop and pest monitoring in field and to enhance olive groves management and production during the season. In particular, the web platform was implemented as a decision support tool for farmers that enables seasonal monitoring of vegetation, providing information about the status and condition of the crop and the environment. Indeed, the application of precision agriculture techniques was originally an important point of the project's objectives to promote the optimization of agronomic management and mechanization, by encouraging targeted crop operations, limiting the environmental impacts of the sector and reduce costs. With this regard, training and in-depth courses were organized during the project in order to ensure the involvement and to increase awareness in local actors about the innovative strategies and agronomic management protocols to recover and increase olive groves sustainability and profitability in Montalbano area. Finally, the execution of the measures of the CATChCO2-live strategic plan allowed to propose a replicable and extendable model to be apply in order to increase olive groves production and to preserve rural landscape in many others Tuscan contexts.