



Progetti di Ricerca e Innovazione in Agricoltura Biologica
**FOR[m]AGGI, API E FRUTTA: integrazione apistico-frutticola di sistemi foraggero-
zootecnici in ambiente mediterraneo asciutto**

4APIFRUT

Terza relazione tecnico scientifica – periodo luglio 2021-dicembre 2023

Dopo le iniziali difficoltà dovute all'epidemia da COVID, che hanno portato ad un ritardo nell'avvio delle attività programmate e alla conseguente necessità di rimodulare il progetto si può comunque affermare che, grazie al lavoro svolto nel corso del 2022 e del 2023, gli obiettivi generali del progetto sono stati sostanzialmente raggiunti.

Sono state intraprese numerose iniziative per divulgare le finalità del progetto e l'attività svolta (attività pratiche in campo, eventi dimostrativi, incontri organizzati ad hoc, convegni locali). I risultati conseguiti sono stati anche oggetto di pubblicazioni su riviste scientifiche a divulgazione internazionale.

Il presente report include una relazione e tre allegati. La prima riporta una sintesi delle attività svolte e dei principali risultati raggiunti da ciascuna Unità operativa (UO) mentre i tre allegati riportano:

- Grafici e tabelle relativi ai risultati conseguiti da UO#1 (**Allegato 1**)
- Una sintesi delle attività di divulgazione degli obiettivi e dei risultati del progetto di tutte le UUOO partecipanti al progetto (**Allegato 2**)
- L'elenco delle pubblicazioni scientifiche (**Allegato 3**)

Aziende e territorio

Oltre alle quattro aziende 'partner' di progetto, site in agro di Florinas, Ossi, Ittiri e Villanova Monteleone (tutte in provincia di Sassari), in accordo con gli altri partner del progetto ne è stata individuata una quinta, situata in agro di Condrongianos, destinata ad essere utilizzata come controllo. Le aziende 'partner' sono state oggetto nella fase di avvio del progetto di interventi agronomici migliorativi ed in particolare semina di foraggere appetibili per le api (sulla) e innesto dei perastri con varietà locali di pero, nella quinta di controllo invece non è stato effettuato alcun intervento.

Centrandosi sulle postazioni di 4 alveari allestite nel settembre 2020, sono state delimitate delle aree circolari di 2 km di raggio corrispondenti approssimativamente al territorio di bottinamento delle colonie. Basandosi sulla 'Carta della Natura della Regione Autonoma della Sardegna', ed operando con il software QGIS sono stati ricavati i poligoni corrispondenti ai diversi habitat che caratterizzano ciascuno dei 5 siti individuati. Si è quindi proceduto con il calcolo delle singole aree e della loro incidenza in percentuale sul totale della superficie considerata di ciascun sito. Complessivamente sono stati individuati 25 habitat differenti distribuiti in maniera difforme tra i siti (Figura 1).

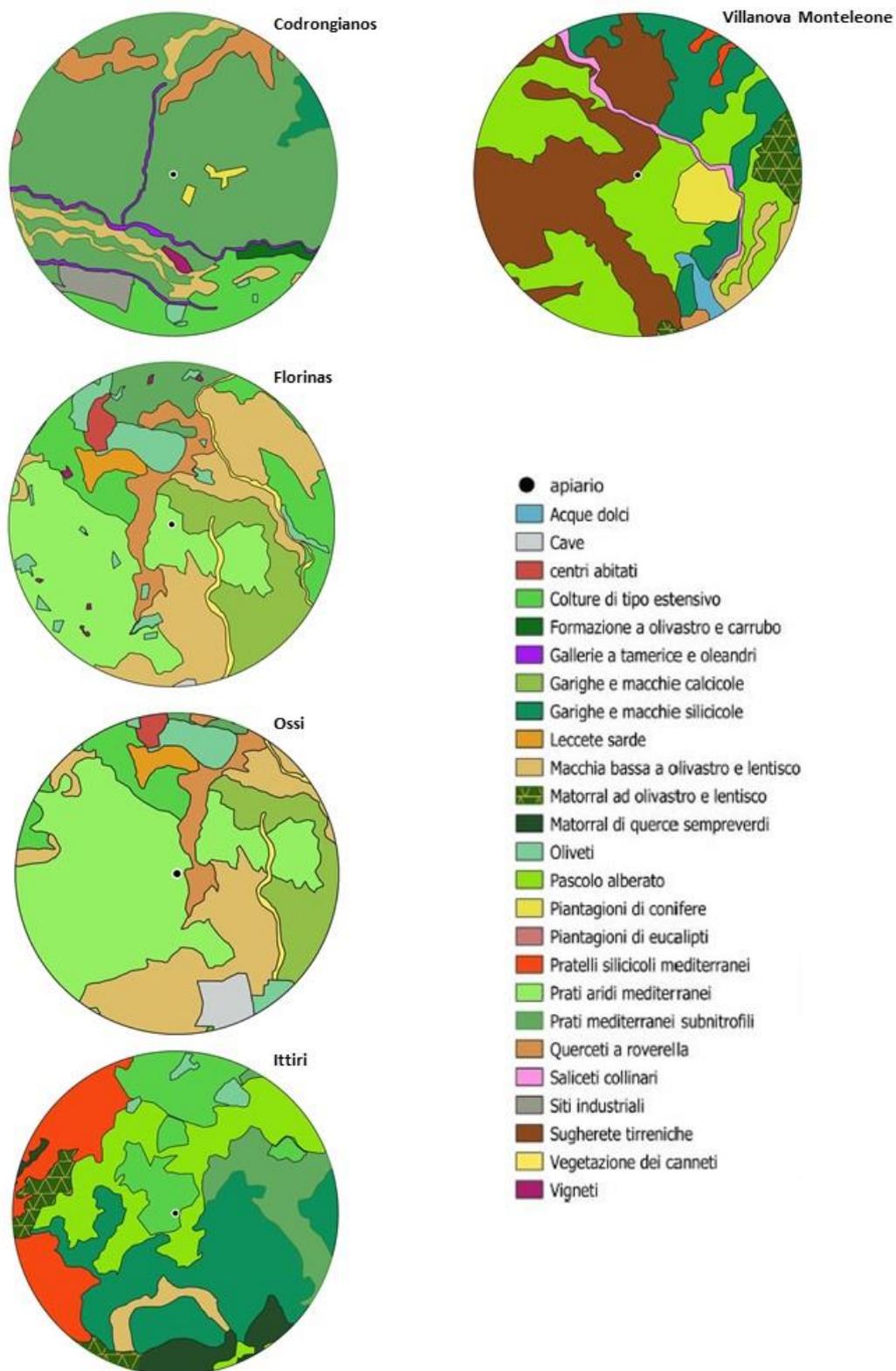


Fig. 1. Mappe della vegetazione delle aree oggetto di studio.

Attività delle Unità Operative

UO#1 UNISS

Obiettivo generale:

Valutare in che misura l'attività dell'apicoltura possa consentire di incrementare la produttività di aziende agro-zootecniche a carattere estensivo

Attività svolta

Periodo luglio 2021-dicembre 2021

Sono proseguiti i rilievi sugli alveari collocati nelle aree di studio individuate in accordo con i partner del progetto (Codrogianos, Florinas-Ossi, Ittiri e Villanova) e caratterizzate sotto il profilo della composizione in habitat (come descritto nella precedente relazione). Nello specifico, limitatamente al periodo luglio 2021-dicembre 2021 i rilievi hanno riguardato:

- a) *Il monitoraggio dello sviluppo delle colonie.* Lo sviluppo delle colonie può essere più o meno rapido in relazione alle risorse pollinifere e nettariifere dell'area. È stato rilevato tre volte al mese stimando la quantità di api adulte e la superficie di covata opercolata presenti nelle colonie con il metodo dei sestini (Marchetti, 1985).
- b) *La produzione di polline.* È stata quantificata tre volte al mese nei periodi di più elevata importazione (febbraio-maggio) e due volte nei periodi di minore importazione (giugno-novembre), collocando per circa 48 ore davanti all'ingresso di ciascun alveare una specifica trappola raccogli polline. Il polline raccolto è stato pesato fresco.

Periodo gennaio 2022-dicembre 2022

Nel 2022 i rilievi sugli alveari hanno riguardato:

- c) *Produzione di miele.* È stata quantificata per differenza di peso tra i melari collocati vuoti sugli alveari e il peso che gli stessi melari hanno fatto registrare una volta riempiti di miele dalle api. Mensilmente sono stati raccolti dei campioni da sottoporre ad analisi melissopalinoologiche.

Attività in laboratorio:

- d) *Preparazione vetrini per le analisi palinologiche.* Sia dei campioni di polline raccolti nell'arco del 2021 sia dei campioni di miele raccolti nel 2022 sono stati preparati i vetrini da sottoporre ad analisi microscopica (analisi palinologiche e melissopalinoologiche) per risalire alle piante visitate dalle api. Il polline, infatti, ha caratteristiche morfologiche specifiche che consentono di identificare la pianta che lo ha prodotto.

Periodo gennaio 2023-dicembre 2023

L'attività svolta in questo periodo ha riguardato:

- e) *Analisi palinologiche.* Complessivamente sono stati analizzati 335 campioni di polline e 122 campioni di miele seguendo metodiche standard.
- f) *Attività di elaborazione dati e stesura di manoscritti scientifici.* I dati sono stati in parte elaborati ed è stato predisposto un manoscritto scientifico dal titolo "How seasonality, semi-natural habitat cover and compositional landscape heterogeneity affect pollen collection and development of *Apis mellifera* colonies in Mediterranean agro-sylvo-

pastoral systems”. Il manoscritto è stato accettato per la stampa sulla rivista *Landscape ecology* della casa editrice Springer.

- g) *Attività di divulgazione dei risultati del progetto*. I risultati del progetto sono stati discussi in diverse occasioni sia a carattere divulgativo sia scientifico:
- 1) Convegno: Api, ambiente e territorio, Monti 06 agosto 2023. Titolo della relazione: “Ruolo del polline sullo sviluppo delle colonie di api”. Organizzato dall’ente regionale Laore e dal comune di Monti. Relatrice Michelina Pusceddu
 - 2) Convegno: Avversità climatiche e nuova programmazione comunitaria: le sfide del comparto. Montevecchio 26 agosto 2023. Titolo della relazione: “Indagini sulla raccolta di polline e lo sviluppo di colonie di *Apis mellifera* in relazione alla stagionalità e alle caratteristiche floristiche”. Organizzato dalla Proloco di Guspini e dall’agenzia regionale Laore. Relatore Matteo Lezzeri.
 - 3) Convegno: La vita e la biodiversità nei boschi, Puttifigari 25 novembre 2023. Titolo della relazione: “Indagini sulla raccolta di polline e lo sviluppo di colonie di *Apis mellifera* in relazione alla stagionalità e alle caratteristiche floristiche. Organizzato dalla Proloco Puttifigari. Relatore Matteo Lezzeri.
 - 4) XXVII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Palermo 12-16 giugno con una relazione dal titolo “Indagini sulla raccolta di polline e lo sviluppo delle colonie in *Apis mellifera* in relazione alla stagionalità e alla eterogeneità del territorio in sistemi agro-silvo-pastorali mediterranei. Relatore Alberto Satta

Sintesi dei principali risultati ottenuti (figure e tabelle richiamate nel testo sono riportate nell’allegato 1)

Caratterizzazione delle aree di studio sotto il profilo degli habitat

L’analisi della composizione degli habitat ha consentito di evidenziare una differente incidenza degli habitat semi-naturali nelle aree di studio. In particolare, una maggiore presenza di habitat semi-naturali è stata osservata a Villanova (95%), seguita da Ittiri (81,6%) e Florinas/Ossi (79,8%), mentre a Codrongianos è stata rilevata una dominanza delle superfici arabili e delle coltivazioni erbacee e una ridotta presenza di habitat semi-naturali (24%). È stata quantificata anche l’eterogeneità ambientale di ciascun sito (tipologia e incidenza dei vari habitat) con l’utilizzo dell’indice di Shannon rilevando anche in questo caso un gradiente. Infatti, il valore più elevato dell’indice è stato osservato per Florinas (1,936) seguito da Ittiri (1,906), Villanova (1,690) e infine Codrongianos (1,523).

Produzione di polline: aspetti quantitativi

La quantità di polline raccolto è variata in maniera significativa tra i siti ed è risultata correlata positivamente alla percentuale di habitat semi-naturali. Il sito in cui è stato raccolto più polline, quindi, è risultato quello di Villanova, seguito da Florinas, Ittiri e infine Codrongianos. Le analisi palinologiche effettuate sui campioni di polline hanno consentito di rilevare che in tutti e 4 i siti le principali fonti di polline erano molto simili ed erano rappresentate da specie vegetali ben rappresentate negli habitat semi-naturali. Non stupisce quindi che a Codrongianos, il sito con solo il 24% dell’area occupato da habitat semi-naturali le api abbiano raccolto in assoluto la quantità di polline più bassa. Ciò significa che in questi ambienti la

sostituzione degli habitat naturali con campi coltivati non ha comportato una compensazione delle risorse pollinifere perse. In effetti in questi ambienti le coltivazioni presenti sono riconducibili ad oliveti, vigneti e, soprattutto, erbai seminati con miscugli di foraggiere nei quali prevalgono le graminacee.

Abbiamo osservato, inoltre, una variazione significativa nella quantità di polline raccolto nel corso della stagione. A tale proposito è opportuno sottolineare che le maggiori quantità di polline in tutti e 4 i siti (80% a Florinas, Ittiri e Codrongianos, e addirittura più del 90% a Villanova) sono state raccolte tra la fine dell'inverno e l'inizio della primavera e solo una piccola quantità tra la fine della primavera e l'autunno. È evidente, quindi, che in tali contesti (sistemi agro-silvo-pastorali) per favorire l'attività dell'apicoltura sarebbe necessario aumentare le risorse floreali con essenze adatte a colmare le lacune temporali e spaziali nella disponibilità delle fonti di nettare e polline. Ciò garantirebbe una maggiore continuità dell'attività delle api e probabilmente prolungherebbe la stagione di produzione del miele.

Produzione di polline: aspetti qualitativi

Su un totale di 335 campioni pollinici analizzati sono stati rinvenuti 168 tipi pollinici differenti. Il numero di tipi pollinici è variato da 113 (Codrongianos) a 131 (Florinas) ed è risultato correlato positivamente con la diversità degli habitat. È stato inoltre influenzato significativamente dalla stagione. Infatti, così come osservato per la quantità di polline raccolto, la maggiore ricchezza in tipi pollinici è stata osservata a fine inverno inizio primavera mentre significativamente più bassa è risultata in estate e autunno. Complessivamente, 47 tipi pollinici hanno dominato i campioni raccolti e sono risultati molto simili nei 4 siti di campionamento (**tabella 1**).

In relazione alle specie utilizzate per l'arricchimento della flora dei pascoli con semine di primo insediamento della sulla (*Hedysarum coronarium*) e l'innesto dei perastri (*Pyrus sylvestris* e *P. amygdaliformis*) con varietà autoctone di pero a fioritura e maturazione scalari, si osserva che per la prima specie è emersa una certa rappresentatività del polline (circa il 15%) nei mesi di aprile e maggio nel sito di Florinas, dove la coltivazione si è insediata meglio, nonostante la superficie occupata fosse molto contenuta (circa 0,5 ha) (**tabella 1**). Ciò conferma l'elevata appetibilità della pianta per le api e lascia ipotizzare che un investimento su superfici maggiori possa effettivamente garantire un supporto importante per le api in termini di polline e nettare in un periodo in cui le fioriture spontanee iniziano a scarseggiare. Per quanto riguarda i perastri innestati, i loro pollini sono stati rilevati nei siti oggetto dell'intervento con percentuali comprese tra il 14 e il 17% nel mese di marzo. Nel sito controllo (Codrongianos) la percentuale è risultata decisamente più elevata (48%). Questo risultato è probabilmente da imputare alla minore presenza in questo sito di habitat semi-naturali, nei quali le api come è già stato sottolineato trovano la maggiorparte delle risorse a fioritura primaverile. Pertanto, nei contesti esaminati, relativamente alla fioritura del pero, più che il beneficio portato alle api, le ricadute positive per l'azienda andrebbero valutate in termini di ottimizzazione dell'impollinazione garantita dalle api. Stesso discorso per le altre piante da frutto a fioritura precoce (mandorlo, susino, ecc) presenti in queste aree.

Produzione di miele: aspetti quantitativi

Relativamente alla quantità di miele prodotto sono state effettuate due smielature primaverili (una in aprile e una in giugno) e una autunnale. Come osservato per il polline, anche in questo caso il sito in cui è stata osservata la maggiore produzione è stato quello di Villanova con quasi 25 kg di miele in media per alveare (**Fig. 1**). A Florinas si è registrata una produzione di circa 15 kg per alveare mentre produzioni molto basse sono state osservate a Ittiri e Codrongianos, dove ciascun alveare ha prodotto in media 2,4 e 4,6 kg miele, rispettivamente (**Fig. 1**).

La produzione conseguita a Villanova e Florinas non si è discostata più di tanto da quella dichiarata dagli apicoltori negli ultimi anni in cui l'andamento climatico, ed in particolare il verificarsi di lunghi periodi siccitosi alteranti a periodi piovosi concentrati solo in alcuni mesi dell'anno, non ha favorito, in media, raccolti molto più elevati.

Produzione di miele: aspetti qualitativi

L'analisi melissopalinoologica condotta sui campioni di miele prelevati mensilmente da ciascun alveare, ha consentito di risalire all'origine botanica del nettare importato nell'arco della stagione ad eccezione dei mesi di assenza di flusso nettario (agosto per tutti i siti, luglio solo per Codrongianos). I risultati sono riassunti in **tabella 2**. Come si può osservare, solo raramente compare nello stesso mese e nella stessa località una sola fonte nettario. Questo sta ad indicare l'assenza di fioriture nettario prevalentemente rispetto alle altre, motivo per cui le api di uno stesso apiario si sono divise su più specie vegetali più o meno equivalenti sotto il profilo quali-quantitativo. Tale situazione allontana la possibilità di ottenere produzioni uniflorali, generalmente di maggior pregio rispetto a quelle multiflorali. Inoltre, le fonti nettario sono risultate abbastanza omogenee nei 4 siti e sovrapponibili alle principali fonti di polline. Infine, nessuna delle aree indagate ha mostrato una vocazione particolare per la produzione dei mieli tipici della Sardegna ovvero quelli primaverili di asfodelo e cardo e quello autunnale di corbezzolo.

Dinamica delle colonie

Relativamente alla dinamica di sviluppo delle colonie abbiamo osservato delle differenze significative tra i siti. In particolare, nei siti di Florinas e Villanova abbiamo osservato un quantitativo di covata significativamente maggiore rispetto ai siti di Ittiri e Codrongianos nei mesi di aprile e maggio. È stato possibile giustificare queste differenze con la maggiore disponibilità di risorse di polline presenti in queste aree, infatti i quantitativi di covata sono risultati positivamente correlati all'abbondanza e alla ricchezza del polline raccolto e anche all'incidenza degli habitat semi-naturali.

Considerazioni finali

L'indagine è stata condotta in un'area della Sardegna nord-occidentale, dove i sistemi di uso del suolo sono caratterizzati principalmente da un mosaico eterogeneo di habitat semi-naturali, come foreste, arbusteti e pascoli con alberi radi (dehesas) uniti a piccole piantagioni di oliveti e vigneti, e più o meno ampie estensioni di colture foraggere. Questi paesaggi compositi e disomogenei, noti come sistemi agro-silvo-pastorali, sono comuni nell'area mediterranea e le loro caratteristiche possono variare in modo significativo, a seconda del grado di diversificazione e integrazione delle pratiche agricole.

I risultati ottenuti hanno evidenziato una sostanziale omogeneità delle fonti di polline e nettare utilizzate dalle api in tutta l'area oggetto dell'indagine. Questo probabilmente è dipeso dal fatto che sia la vegetazione potenziale (gli habitat semi-naturali identificati nei 4 siti rappresentano spesso stadi diversi della stessa vegetazione potenziale) sia i tipi di colture (oliveti, vigneti, cereali per foraggio, piccole piantagioni di *Eucalyptus* o *Pinus* o frangivento) sono risultati simili tra i siti, sebbene questi fossero fortemente modellati da un diverso grado di antropizzazione, con un'estensione variabile di aree edificate, aree agricole e, per converso, di habitat semi-naturali. Proprio la differente incidenza degli habitat semi-naturali, che ospitavano la maggior parte delle specie vegetali utilizzate dalle api, ha inciso in maniera determinante sulla quantità di polline importata dalle colonie e di conseguenza sulla loro dinamica di sviluppo. È emerso in maniera evidente che in questi ambienti la diminuzione sensibile degli habitat semi-naturali a favore delle coltivazioni foraggere, spesso graminacee e quindi non appetite dalle api, incide in maniera sostanziale sulla produttività degli alveari. L'altro aspetto importante da sottolineare riguarda la concentrazione delle fioriture quasi esclusivamente all'interno del periodo primaverile. È evidente che la pratica dell'apicoltura richiederebbe contesti in cui il flusso nettario e pollinifero fosse il più possibile costante. Quando questo non si verifica si fa ricorso, infatti, alla pratica del nomadismo, ovvero al trasferimento dell'apiario in aree in cui sono presenti delle fioriture appetite dalle api. In alternativa, l'arricchimento della flora dei pascoli con specie vegetali che possano essere utilizzate anche dalle api deve necessariamente essere messo in atto. In quest'ottica, l'utilizzo della sulla (*Hedysarum coronarium*), può rappresentare una soluzione valida a patto che le superfici investite con questa coltivazione occupino aree ben più estese di quelle utilizzate in questa esperienza. Tuttavia, la sulla potrebbe risolvere il problema solo in parte in quanto la sua fioritura cade nel mese di aprile e in parte a maggio mentre i periodi più critici si verificano da giugno in poi. Per favorire la presenza di specie a fioritura tardo primaverile inizio estate, si potrebbe far ricorso, laddove le risorse idriche lo consentano, a piantagioni di Eucalipto, oppure si potrebbe cercare di favorire, negli spazi incolti, la presenza delle siepi di rovo. Per quanto attiene il periodo autunnale, invece, si potrebbe cercare di incrementare la presenza del rosmarino nelle aree a macchia, per il suo elevatissimo potenziale mellifero e pollinifero, e di corbezzolo dai cui fiori si ottiene il miele di maggior pregio prodotto in Sardegna noto per il suo caratteristico sapore amaro.

UO#2 (CNR ISPAAM)

Obiettivo generale

Promuovere l'inserimento di specie di leguminose (annuali sia perenni) in nuovi areali di coltivazione sia per rafforzare ulteriormente lo sviluppo di colture proteaginose sia per definire e ottimizzare le loro molteplici funzioni a supporto di comparti produttivi integrati e interconnessi che vengono sviluppati nelle aziende che aderiscono al progetto.

Periodo di attività dal 01/07/2021 al 31/12/2021

Nel secondo semestre del 2021, le attività aziendali e di conseguenza quelle dell'UO CNR-ISPAAM sono state condizionate fortemente dal peculiare decorso termopluviometrico, caratterizzato da un periodo estivo asciutto e caldo seguito da temperature elevate e superiori ai valori climatici medi di settembre e ottobre. Contestualmente è stata riscontrata una quasi totale assenza di precipitazioni sino a fine ottobre, seguita poi da abbondanti e frequenti

piogge sino alla prima decade di dicembre. La prolungata siccità ha differito l'inizio della ripresa vegetativa dei prati di sulla e la germinazione delle leguminose annuali, impedendo nel contempo la lavorazione di nuovi campi. Successivamente, l'eccesso idrico abbinato al calo termico ha rallentato la ripresa vegetativa delle piante di sulla, lo sviluppo di nuove plantule e le operazioni di semina di leguminose da granella.

Assistenza e consulenza aziendale

Il personale dell'UO CNR-ISPAAM ha effettuato svariati sopralluoghi nelle diverse aziende per monitorare la ripresa vegetativa autunnale delle leguminose foraggere e le operazioni di campo per le nuove semine.

Attività sperimentale con approfondimenti agronomici

A seguito del decorso termopluviometrico siccitoso, la cui casistica si registra con sempre più frequenza soprattutto in ambiente Mediterraneo, è stata avviata un'azione dimostrativa volta a sperimentare per la prima volta l'effetto della irrigazione di soccorso e specificatamente di riavvio (*starter irrigation*) sulla rigenerazione vegetativa autunnale del prato di sulla. Tenendo conto dello sfavorevole decorso meteorologico, a partire da metà settembre, su una parte del sulieto, è stata fornita l'irrigazione per circa un mese impiegando un pozzo aziendale. Nel periodo ottobre – dicembre 2021 sono stati effettuati una serie di rilievi biometrici e produttivi con cadenza quindicinali per monitorare lo sviluppo delle foglie, il loro contenuto di clorofilla, la produzione di sostanza secca, il contenuto in azoto, proteine e tannini condensati nel foraggio. Sono state rilevate notevoli differenze nello sviluppo tra piante assistite dall'irrigazione di riavvio e piante gestite in regime asciutto. I risultati hanno suscitato grande interesse da parte dei ricercatori e degli allevatori coinvolti.

I dati rilevati sia biometrici che produttivi delle piante di sulla trattate con l'irrigazione rispetto a quelle soggette all'evento di prolungata siccità autunnale sono stati riordinati ed elaborati. Contestualmente, sono state avviate le attività di laboratorio per la determinazione del contenuto di sostanza secca, azoto, proteine e tannini condensati nel foraggio al fine di poter avviare la stesura di un articolo scientifico sull'argomento. La suddetta attività rientra pienamente nell'obiettivo progettuale del miglioramento di pratiche colturali tradizionali dell'azienda agro-zootecnica mediterranea volte a incrementare le produzioni di leguminose da foraggio.

Nel periodo luglio – ottobre 2021, di concerto con personale dell'UO ISPA, è stata effettuata una raccolta di pere di tre varietà sarde, presso aziende private locali aventi caratteristiche del tutto analoghe alle aziende direttamente coinvolte nel progetto. Previa suddivisione nelle diverse componenti (buccia, polpa, torsolo e peduncolo) campioni dei frutti sono stati liofilizzati e conservati per essere sottoposti successivamente alle analisi previste dal protocollo.

Attività di divulgazione e formazione

Le frequenti giornate dedicate ai rilievi in campo sono state anche occasione continua di divulgazione sui temi relativi alla gestione delle leguminose, ai cambiamenti climatici e alle misure di adattamento e mitigazione, rivolta ai titolari delle aziende agricole, ai collaboratori e ai portatori di interesse in genere. Particolare entusiasmo ha suscitato tra conduttori e

operatori agricoli coinvolti, l'attività specifica relativa all'applicazione dell'irrigazione di soccorso (starter irrigation) effettuata nel 2021 per le evidenti ricadute dimostrate a livello aziendale che hanno richiamato l'attenzione di ulteriori operatori agricoli.

Periodo di attività dal 01/01/2022 al 31/06/2022

Nel primo semestre del 2022, l'eccesso idrico abbinato al calo termico ha rallentato la ripresa vegetativa delle piante di sulla, lo sviluppo di nuove plantule e la semina di leguminose da granella.

Assistenza e consulenza aziendale

Il personale dell'UO CNR-ISPAAAM ha effettuato svariati sopralluoghi nelle diverse aziende per monitorare l'attività vegetativa delle leguminose foraggere. Inoltre, a febbraio 2022, è stato monitorato l'insediamento delle leguminose da granella (pisello proteico e favino) seminate tardivamente nell'azienda Sechi.

Attività sperimentale con approfondimenti agronomici

Il personale dell'UO CNR-ISPAAAM ha effettuato numerosi sopralluoghi nelle diverse aziende coinvolte per monitorare la produzione foraggiera di sulla. I risultati delle prove sono stati molto apprezzati dagli allevatori, in quanto la fitomassa prodotta ha superato la media di produzione di altre foraggere seminate in anni precedenti. In diverse occasioni, i risultati ottenuti sono stati oggetto di discussione e di confronto con gli allevatori.

Nel primo semestre del 2022, si è provveduto alla reiterazione della valutazione della produzione in foraggio mediante sfalci su aree di saggio e alla preparazione di sub-campioni per le successive analisi chimico bromatologiche in laboratorio.

Periodo di attività dal 01/07/2022 al 31/12/2022

Assistenza e consulenza aziendale

Nel settembre 2022 si è provveduto a monitorare la ripresa vegetativa autunnale delle leguminose foraggere al terzo anno del loro ciclo e a ottobre 2022, è effettuata la semina di un nuovo prato di sulla previo inoculo, questa volta effettuato direttamente dall'allevatore ma con la supervisione del personale del CNR-ISPAAAM.

Nel periodo ottobre – dicembre 2022 è stato monitorato lo sviluppo delle leguminose ed è stata affrontata congiuntamente con i conduttori aziendali una criticità legata all'esplosione di erbe infestanti, in particolare di ortica, in un appezzamento di nuova semina.

Attività sperimentale con approfondimenti agronomici

Con il pieno coinvolgimento di una delle aziende è stata avviata una ulteriore azione volta a dimostrare in campo l'importanza della pratica dell'inoculazione della sulla in areali di nuova introduzione e della sua corretta esecuzione. A tale scopo, un appezzamento coltivato a sulla per la prima volta utilizzando seme vestito non inoculato (soluzione meno costosa adottata dall'allevatore per sua iniziativa), è stato messo a confronto con un appezzamento analogo coltivato però con sulla inoculata col rizobio specifico. I risultati, basati sulle evidenti e notevoli differenze nello sviluppo tra piante inoculate e non inoculate, hanno dimostrato sulla stessa azienda l'importanza, la necessità e i conseguenti vantaggi relativi all'adozione di una corretta procedura di inoculazione per questa leguminosa.

Periodo di attività dal 01/01/2023 al 31/06/2023

Assistenza e consulenza aziendale

E' proseguita l'attività di assistenza e consulenza aziendale con particolare riferimento alla gestione e relative implicazioni di un sulleto insediato con semina tardiva.

Attività sperimentale con approfondimenti agronomici

In un ulteriore settore aziendale, sono monitorati gli effetti di una semina tardiva (febbraio 2023) sullo sviluppo delle piante e la produzione di sostanza secca. Nella primavera 2023, sono stati reiterati rilievi di valutazione della produzione in foraggio mediante sfalci su aree di saggio e alla preparazione di subcampioni per le successive analisi.

Attività di divulgazione e formazione

Le frequenti giornate dedicate ai rilievi in campo sono state ancora una volta occasione di divulgazione sui temi relativi all'importanza di una corretta inoculazione della sulla con il suo rizobio specifico, sulla gestione delle leguminose e sull'importanza delle buone pratiche agronomiche. I dati produttivi del primo biennio e in particolare i risultati relativi all'applicazione dell'irrigazione di riavvio sono stati oggetto di elaborazione statistica e riassunti in un articolo scientifico dal titolo "Starter irrigation in sulla as a promising practice to climate change adaptation of Mediterranean rainfed forage systems", autori Giuseppe Campesi, Paola A. Deligios, Luigi Ledda, Fabio Madau, Giovanna Piluzza, Giovanni A. Re, Federico Sanna e Leonardo Sulas. Del suddetto articolo, che è stato pubblicato sulla rivista *International Agrophysics*.

L'attività svolta in collaborazione con CNR ISPA, relativa alla raccolta e successiva valutazione di frutta di varietà locali di pere (Foto 9), e relative analisi presso i laboratori dell'ISPAAM sotto la supervisione della dott.ssa Giovanna Piluzza, ha portato alla stesura di un articolo scientifico dal titolo "Antioxidants in Fruit Fractions of Mediterranean Ancient Pear Cultivars", con i seguenti autori: Giovanna Piluzza, Giuseppe Campesi, Guy D'hallewin, Maria Giovanna Molinu, Giovanni Antonio Re, Federico Sanna e Leonardo Sulas. Tale articolo è pubblicato sulla rivista *Molecules*.

Periodo di attività dal 01/07/2023 al 15/12/2023

Assistenza e consulenza aziendale

Nel secondo semestre del 2023, sono proseguiti i contatti intrapresi con gli imprenditori, i quali sulla base delle esperienze condivise durante il triennio del progetto hanno adottato autonomamente delle scelte colturali basate su alcune risultanze sperimentali del progetto. Ad esempio, il prato di sulla, introdotto per la prima volta nelle aree di studio come proposta progettuale, è stato riseminato dal conduttore anche nell'autunno 2023 anche per la possibilità di essere pascolato durante l'inverno con bovini. Rispetto al sistema tradizionale della zona, che era basato esclusivamente sulla coltivazione di cereali foraggeri non pascolabili da bestiame pesante durante l'inverno, questa possibilità rappresenta una importante opzione e ha spinto l'allevatore ad aumentare la superficie aziendale destinata a leguminose. Grazie alla condivisione di pratiche e conoscenze portata avanti durante il progetto, gli agricoltori hanno fatto propria la metodica per una corretta inoculazione di leguminose.

Attività sperimentale con approfondimenti agronomici

Sono state ultimate le analisi di laboratorio su sub-campioni di foraggio per determinare la loro composizione bromatologica, contenuto in azoto ed eccesso isotopico ¹⁵N.

Attività di divulgazione e formazione

Tra le attività di divulgazione, si segnala la presentazione delle finalità e di alcuni risultati del progetto 4APIFRUIT a una platea di allevatori, agricoltori, decisori politici, etc. in occasione di un incontro organizzato dalla UO ISPAAM e tenutosi presso l'Area della Ricerca del CNR di Sassari in data 15 Dicembre 2023.

UO#3 (CNR ISPA)

Periodo luglio 2021 - autunno 2023

Attività in campo

A partire dalla primavera del 2021 si è proceduto con l'innesto dei perasti. Sono state scelte piante con branche e/o tronchi aventi diametro compreso tra 5 e max 20 cm e aventi l'altezza d'innesto ad almeno 150 cm dal piano di campagna. Nello stesso periodo, in accordo con le esigenze dei 'partner' e in relazione alle condizioni climatiche sono state scelte le varietà da moltiplicare. Per ogni anno di attività, il materiale di propagazione delle pere autoctone è stato prelevato nel mese di gennaio presso il campo collezione del CNR-ISPA a Nuraxinieddu (OR). È stato stabilito di lasciare almeno il 40% dei perastri presenti nei pascoli allo stato naturale per favorire l'impollinazione incrociata. Inoltre, è stato concordato con le aziende partner un calendario degli interventi agronomici da effettuare (All. 1). Durante le attività in campo sono stati coinvolti attivamente sia gli imprenditori 'Partner' che i confinanti. Nel corso del 2021 sono stati effettuati 3 sopralluoghi successivi all'innesto per monitorare la riuscita dell'intervento e di seguito avviare la formazione della pianta e la rimozione dei rigetti del perastro

Nell'autunno del 2021 sono stati preparati nuovi perastri e controllati gli innesti. La cimatura e legatura degli innesti effettuati nel 2021 è avvenuta nella primavera del 2022 avviando in tal modo la formazione della chioma e il rafforzamento del nesto. Durante il periodo estivo gli innesti nuovi sono stati seguiti con tutori mentre quelli del 2021 sono stati sottoposti a una leggera potatura verde al fine di limitare lo sviluppo della parte aerea e quindi evitare il distacco del nesto a causa del vento. In tal modo si è assicurato un rafforzamento del punto di innesto. Questa procedura è molto importante in quanto il perastro è un portinnesto molto vigoroso. Nell'autunno del 2022 sono state ripetute le consuete attività effettuate anche l'anno precedente e così anche nella primavera del 2023. Le piante innestate nel 2021 hanno fiorito in primavera e sono entrate in produzione durante il periodo estivo (luglio-agosto) del 2023. I frutti sono stati impiegati per effettuare le analisi bromatologiche (dati riportati in parte nella pubblicazione – All. 2). Inoltre, sono state effettuate delle potature verdi per definire la forma di allevamento.

Attività in laboratorio

Attività 1

È stata testata l'attività antiossidante e antitumorale di estratti idroalcolici ottenuti da pere selvatiche (*Pyrus sylvestris* e *P. amygdaliformis*) e dalla sulla (*Hedysarum coronarium* L.) raccolta sia allo stadio vegetativo che in fioritura. I campioni di sulla sono stati raccolti da terreni governati in asciutto e confrontati con campioni raccolti da terreni irrigati nella fase d'impianto e di ripresa vegetativa. L'utilizzo di tali materie prime nasce dall'idea di migliorare il 'welfare' degli animali e le caratteristiche organolettiche dei prodotti ottenuti dall'allevamento estensivo degli ovini. A tale scopo si è deciso di testare gli estratti ottenuti dalle pere e dalla sulla su cellule normali e tumorali, per valutarne sia la capacità antiossidante che quella antitumorale. Da qualche anno, infatti, si sta affermando l'idea che anche negli animali, e non solo in quelli da compagnia come il gatto e il cane, un'alimentazione non adeguata porti all'insorgenza di diversi tumori (<https://www.airc.it/news/il-rischio-di-morte-per-cancro-negli-animali-in-cattivita>).

Attività 2

La seconda attività eseguita in laboratorio, svolta in collaborazione con l'UO#2, ha avuto come obiettivo lo studio delle proprietà antiossidanti delle cultivar (cv) 'Butturu', 'Camusina' e 'Spadona', autoctone della Sardegna, e della pera 'Coscia' utilizzata come cultivar di riferimento. La diversità genetica del germoplasma del pero sardo è stata poco studiata in termini di composizione chimica e potenziale nutraceutico. La conoscenza di queste proprietà può aiutare a ridisegnare gli attuali sistemi agro-pastorali in aree marginali ricche di perastri. La domesticazione del pero selvatico tramite l'innesto con cultivar autoctone aumenterebbe la resilienza di quelle aree marginali oggi dedite alla pastorizia estensiva offrendo più prodotti e servizi ecosistemici. I risultati conseguiti da questo studio sono stati pubblicati sulla già citata rivista *Molecules*.

Attività di divulgazione

L'attività svolta nell'ambito del progetto 4APIFRUIT e i risultati pratici hanno destato interesse a differenti livelli dando luogo alla possibilità di attuare attività di divulgazione all'interno di progetti miranti a diffondere e valorizzare la biodiversità frutticola in agro-ecosistemi.

Il primo progetto "BioVeg" avviato nel 2022 dal Comune di Lodè ha visto coinvolto il CNR-ISPA per la diffusione delle cultivar autoctone in aree destinate all'allevamento zootecnico e ha da subito coinvolto un gran numero di portatori di interesse dando luogo ad una giornata dedicata agli innesti con produzione di materiale video disponibile online (<https://www.youtube.com/watch?v=oYnL3iinABQ>).

Il secondo progetto riguarda un areale del sud-est della Sardegna ove la pratica dell'innesto dei perastri nei pascoli era praticato in passato, poi abbandonato e ora viene nuovamente rivalutato per aumentare la sostenibilità del comparto zootecnico estensivo. Grazie ai risultati raggiunti nell'ambito del progetto 4APIFRUIT il CNR-ISPA è stato coinvolto nel 2023 in un evento della Proloco di Vallermosa per evidenziare i benefici ecologici ed economici della pratica e ravvivare l'interesse nei giovani allevatori.

UO#4 (CNR IRET)

Attività in campo (campionamento dell'artropodofauna)

Con lo scopo di verificare influenza sull'artropodofauna dell'arricchimento della flora dei pascoli con la semina di leguminose erbacee sono stati effettuati appositi rilievi.

Le aziende partners del progetto 4Apifrut su cui sono stati condotti tali rilievi sono quella di Ossi e quella di Florinas, denominate d'ora in poi azienda A e B rispettivamente. Nell'autunno del 2020, in entrambe le aziende sono state effettuate semine di sulla (*Hedysarum coronarium*). La leguminosa è stata poi riseminata, in una differente parte dell'azienda, nell'autunno del 2022 in A e nel marzo del 2023 in B. I rilievi hanno quindi riguardato campi di sulla di diversa età e campi di pascolo naturale.

I campionamenti dell'artropodofauna sono stati effettuati con due metodiche: trappole a caduta o *pitfall trap* e sfalcio. La *pitfall*, efficace nel catturare gli artropodi che camminano sul suolo, è costituita da un barattolo di plastica di circa 500 ml di capienza che viene opportunamente interrato fino all'orlo e riempito con circa 200 ml di una soluzione di acqua e glicole. In ogni barattolo viene praticato un piccolo foro a pochi cm dal bordo per evitare che l'acqua piovana provochi la tracimazione del contenuto. Dopo la collocazione nel terreno, ogni barattolo viene coperto con un tettuccio di plexiglass per proteggerlo dalla pioggia o dal bestiame, e per evitare la caduta al suo interno di piccoli mammiferi. Il tettuccio è comunque opportunamente distanziato dal suolo in modo da non compromettere l'efficienza della trappola. Al termine di ciascun periodo di esposizione i barattoli vengono recuperati e portati in laboratorio per recuperare il materiale catturato.

Le *pitfall* sono state posizionate nel terreno in blocchi di forma quadrata (lato di 10 m) costituiti ciascuno da 4 trappole poste in corrispondenza di ogni angolo del quadrato. Il numero di blocchi per trattamento è variato a seconda dell'azienda come indicato nella tabella 1.

Tabella 1. Numero di blocchi di *pitfall* e transetti di sfalcio per ciascuna azienda

Trattamento	Azienda A		Azienda B		
	N° blocchi <i>pitfall</i>	N° transetti sfalcio	N° blocchi <i>pitfall</i>	N° transetti sfalcio	
sulla	seminata 2020	4	3	4	3
	seminata 2022	6	3	-	-
	seminata 2023	-	-	2	2
pascolo	-	4	3	5	4
n campioni/campionamento		56	27	44	27

Le *pitfall* sono state esposte per una settimana per una/due volte al mese da aprile a settembre. Per ogni sessione di campionamento venivano esposte nelle due aziende 100 *pitfall* per un totale di 700 trappole se si considera l'intera stagione di campionamento. La disposizione in campo dei blocchi di *pitfall* è indicata nella figura 1.



Figura 1. Disposizione dei blocchi di pitfall nell'azienda A (a sn) e nell'azienda B (a dx). In giallo pascolo; in nero sulla 2020; in rosa ed in verde sulla 2022; in rosso sulla 2023

Lo sfalcio, effettuato con un apposito retino, è una metodica utilizzata per campionare gli insetti presenti nella vegetazione erbacea. Il campionamento è stato effettuato seguendo transetti di 60 metri lungo i quali venivano prelevati sub-campioni ogni 20 metri (3 sub-campioni per transetto). Il contenuto del retino veniva di volta in volta svuotato all'interno di contenitori provvisti di cotone imbibito di etile acetato in modo da ridurre al minimo la perdita degli insetti catturati.

Lo sfalcio è stato fatto eseguito con cadenza approssimativamente bisettimanale da aprile ad agosto. Per ogni sessione di campionamento nelle due aziende venivano prelevati 54 sub-campioni per un totale di circa 300 campioni se si considera l'intera stagione di campionamento. Il numero di transetti per trattamento e la disposizione degli stessi sono indicati rispettivamente nella tabella 1 e figura 2.

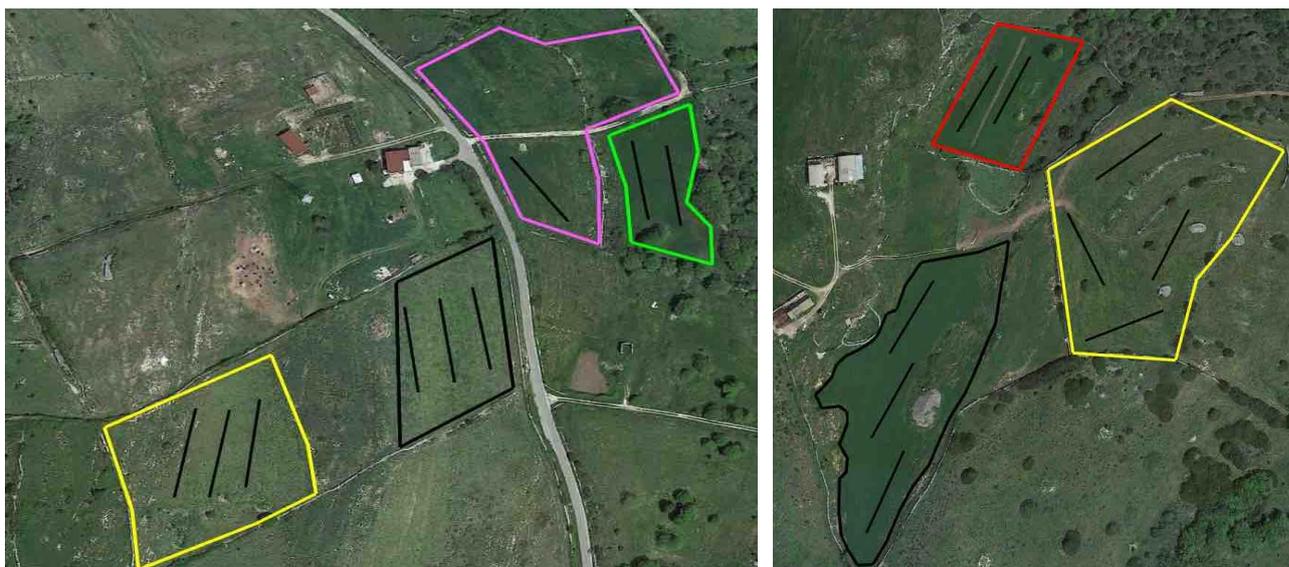


Figura 2. Disposizione dei blocchi di pitfall nell'azienda A (a sn) e nell'azienda B (a dx). In giallo pascolo; in nero sulla 2020; in rosa ed in verde sulla 2022; in rosso sulla 2023.

In laboratorio, si è proceduto al lavaggio con acqua corrente all'interno di un setaccio a maglie fine del materiale raccolto con le pitfall in modo da eliminare residui vegetali e terra. Dopodiché gli artropodi sono stati smistati a seconda dell'appartenenza ai diversi taxa e contati e stoccati in provette contenenti alcool. Per evitare perdite di materiale si è proceduto frazionando il campione in più parti, e smistando concentrando dapprima l'attenzione sugli individui di dimensioni maggiori e poi su quelli più piccoli. Al momento si sta procedendo con lo smistamento degli ultimi campioni. Finora con le pitfall sono stati raccolti circa 23.000 artropodi.

Il materiale raccolto con il retino da sfalcio, in laboratorio è stato smistato in taxa, contato e trasferito all'interno di boccette contenenti alcool. Complessivamente sono stati raccolti 3.700 artropodi.

Una volta terminata la laboriosa fase di smistamento, si procederà con le identificazioni dei taxa di interesse e con l'analisi dei risultati ottenuti.

Attività in campo (rilievi su pero)

Con lo scopo di verificare danni da insetti su perastro innestato con varietà di pere autoctone, sono state effettuate osservazioni mediante campionamento visivo, prelievo di parti di pianta e frutta danneggiata. Lo scuotimento della pianta mediante l'uso dell'ombrello entomologico è stato effettuato per verificare la presenza di insetti dannosi sulla chioma.

Per i rilievi è stata individuata tra le aziende partner del progetto 4Apifrut, quella sita a Villanova Monteleone che comprende un impianto di circa tre anni sito all'interno del corpo aziendale e un pascolo arborato con piante di perastro di diverse età su cui sono state innestate nel tempo diverse varietà, alcune delle quali locali.

Per avere un quadro più ampio, sono stati inoltre individuati due siti non compresi tra le aziende partner del progetto. Il primo è rappresentato dal campo collezione dell'Unità Operativa CNR-ISPRA sito a Nuraxinieddu (Or) e per il quale si dispone di dati pluriennali non pubblicati, relativi agli attacchi di psilla del pero e afidi, che saranno messi a disposizione del progetto. Il secondo si trova nell'agro di Galtellì (Nu) ed è rappresentato da un pascolo arborato di circa 50 ha nel quale nel corso degli anni il proprietario ha provveduto all'innesto del perastro con varietà autoctone.

La mosca della frutta *Ceratitis capitata* non sembra essere un problema per le varietà autoctone grazie al fatto che maturano in tarda estate, hanno una buccia particolarmente spessa e la polpa ricca di sclereidi. Anche la *Cetonia aurata* coleottero responsabile del danneggiamento delle infiorescenze del pero, nel caso di varietà autoctone sarde caratterizzate da abbondante fioritura, rappresenta quasi un vantaggio in quanto la sua attività riduce il carico di frutti con un diradamento naturale.

I danni riscontrati più frequentemente sono dovuti all'attività trofica delle larve di *Caliroa limacina* nota come Limacina del pero, un imenottero che scheletrizza le foglie divorando il mesofillo e lasciando intatte quasi solo le nervature.

f.to

coordinatore di progetto

Prof. Alberto Satta