Piano triennale di attività 2021 – 2023

Aggiornamento 2023

Approvato con Delibera del Consiglio di Amministrazione n. 124-2022 del 23 novembre 2022

Premessa

La competitività del sistema agroalimentare nazionale è stata messa duramente alla prova dagli eventi bellici del 2022 e dalla crisi speculativa connessa ad essi.

La guerra Russo-Ucraina è stata preceduta da tensioni speculative formidabili che hanno innalzato artificiosamente i prezzi delle derrate alimentari e dell'energia.

Le speranze di rapida ripresa dalla crisi pandemica sono state quindi frustrate dall'ondata speculativa che ha destabilizzato i mercati, anche quelli agricoli.

A questo va ad aggiungersi una siccità che non si manifestava da oltre 70 anni nelle regioni del nord est di Italia, che ha messo a dura prova le produzioni e i mercati già fortemente destabilizzati.

In questo scenario la transizione del settore agroalimentare verso la sostenibilità ha assunto un ruolo meno pressante nelle agende dei Governi mentre l'emergenza dell'impennata dei costi di produzione ha assunto priorità nelle politiche.

Il PNRR, progettato per uscire dalla crisi pandemica e guidare la svolta green dell'economia, è da poco entrato nella sua fase operativa e gli effetti macroeconomici sono ancora non percepibili.

Così come ancora non operativo è il Piano Strategico Nazionale (PSN) della Politica Agricola Comune (PAC) per il periodo di programmazione 2023-2027: un documento fondamentale per il nostro Paese alla cui definizione il CREA sta fornendo un contributo primario anche ai fini del coordinamento con le Politiche ambientali.

In questo quadro l'azione del CREA nel prossimo triennio è necessariamente impostata alla flessibilità ed alla rapidità nel fornire al settore agroalimentare ed alla ricerca soluzioni capaci di coniugare l'incremento della produttività in agricoltura – che rimane sempre il primo degli obiettivi da perseguire secondo la politica agricola comune – con le sfide della sostenibilità dell'attività agricola stessa rispetto all'ambiente. In questa direzione si inseriscono le attività di coordinamento con le Politiche ambientali con riferimento alla gestione delle risorse idriche in agricoltura, il supporto alla programmazione degli investimenti irrigui in Italia al fine d'ammodernare ed efficientare i sistemi di prelievo e distribuzione della risorsa irrigua, e all'attuazione delle politiche per la conoscenza e l'innovazione nel campo della risorsa irrigua.

Il CREA ha dinanzi a se il mandato affidato ai Governi dai padri fondatori dell'UE di lavorare per "incrementare la produttività dell'agricoltura, sviluppando il progresso tecnico, assicurando lo sviluppo razionale della produzione agricola", come sancisce l'art. 39 del Trattato di Roma.

Incrementare la produttività significa anche dare maggiore sicurezza alimentare all'Italia. La missione del CREA accompagna lo sforzo nazionale verso una sovranità alimentare che renda il Paese meno esposto alle tempeste speculative e ai rischi connessi agli eventi estremi (come siccità e alluvioni) dovuti ai cambiamenti climatici. La tutela del patrimonio agroalimentare nazionale accompagna questo sforzo e il CREA, che è il maggiore detentore italiano di biodiversità agroalimentare grazie alle oltre 130 collezioni di germoplasma, lavora per assicurare nei prossimi decenni la conservazione di tale fondamentale patrimonio genetico.

La sostenibilità è sempre più connessa alla produttività: essa è un processo articolato che necessita di risposte e soluzioni articolate, per le quali è indispensabile adottare un approccio sistemico alla protezione e valorizzazione del capitale naturale e della biodiversità, alla gestione del territorio e alla protezione dai rischi naturali ed antropici, per promuovere il territorio verso un'economia agraria più

efficiente e razionale nell'uso delle risorse tra cui quelle irrigue, anche in considerazione degli eventi siccitosi sempre più frequenti , migliorando i sistemi produttivi, assicurando basse emissioni di gas serra, garantendo la protezione dell'ambiente e il benessere sociale diffuso. Questo approccio implica necessariamente anche profondi cambiamenti a livello di politiche, modelli di produzione e di consumo, nonché a livello comunicazionale ed educazionale, affinché i cittadini siano motivati al raggiungimento di quegli obiettivi, sulla base di una condivisione di valori e di conoscenza.

Sostenibilità e produttività delle colture, dipendono fortemente da una gestione efficiente e sostenibile delle risorse idriche naturali e dalla ricerca di fonti idriche aggiuntive (anche in ottica di economia circolare dell'acqua) con l'obiettivo plurimo di garantire la disponibilità di acqua per le produzioni e, allo stesso tempo, di ridurre le pressioni sull'ambiente e i conflitti d'uso.

Uno dei principali ambiti su cui agire per lo sviluppo sostenibile è il **sistema produttivo** e le modalità di consumo, a partire dai settori produttivi prioritari per fatturato, estensione e potenziale di miglioramento quali quelli del tessile/moda, agroalimentare, costruzione e demolizione, automotive e mobilità elettrica. Nell'approccio delle politiche per lo sviluppo sostenibile gli interventi in tali ambiti non possono essere esclusivamente di natura tecnologica o energetica, ma devono essere frutto di un approccio integrato. Ad esempio, lo sviluppo di un modello basato sull'Economia Circolare può garantire da un lato una maggior produttività complessiva sul territorio, dove le imprese collaborano per l'ottimizzazione del ciclo delle risorse e la riduzione delle emissioni, assicurando dall'altro vantaggi sul piano ambientale e sociale. Va inoltre sottolineato come in un contesto di cambiamenti climatici, l'economia circolare dell'acqua assume importanza fondamentale, per le strette implicazioni con l'uso razionale ed efficiente delle risorse naturali. Sfruttando inoltre la "**rivoluzione digitale**", è possibile sviluppare e promuovere al meglio nuovi modelli di business (quali ad esempio simbiosi industriale), approcci collaborativi tra aziende dissimili e nuovi modelli di consumo (*sharing economy, pay for service, ecc*.).

Altro tema prioritario è la protezione e conservazione del capitale naturale e dei servizi associati che è uno degli obiettivi chiave dell'Environment Action Program dell'Unione Europea, oltre ad essere uno degli obiettivi globali di sviluppo sostenibile (SDGs). In questo contesto è evidente la necessità di conservare la biodiversità intra- e inter-specifica per assicurare la persistenza e il funzionamento degli ecosistemi naturali. Diverse nazioni, Italia compresa, si sono dotate di **Comitati per il Capitale Naturale** per monitorare attentamente i fenomeni di degrado. La protezione e conservazione dei sistemi naturali non può prescindere da una attenta gestione del territorio come quello italiano esposto a notevoli rischi naturali. L'Italia per salvaguardare l'intero territorio, deve sviluppare metodologie e sistemi finalizzati alla previsione, valutazione e mitigazione dell'impatto di eventi potenzialmente dannosi. Il tema della transizione delle **aree urbane** sintetizza e amplifica allo stesso tempo le criticità già presenti nei sistemi produttivi e nel capitale naturale. Le aree urbane, in quanto motori e generatori di driver economici, rappresentano i principali luoghi di applicazione per la transizione verso modelli sostenibili, nella direzione delle cosiddette "**città circolari**", che integrano il concetto di smart city, centrato sulla gestione energetica e sulla digitalizzazione.

Il processo di transizione urbano ha bisogno di un supporto coordinato e deciso da parte della governance per l'integrazione di tutte le funzioni e di tutti i servizi urbani e periurbani. La **città sostenibile e circolare** considera il contesto urbano in tutti i suoi ambiti includendo la realizzazione di catene corte per l'approvvigionamento alimentare delle città e la riduzione degli sprechi alimentari, il miglioramento dei sistemi di mobilità (specialmente pubblica), la razionalizzazione della gestione e raccolta dei rifiuti, la diffusione di sistemi sostenibili di condizionamento degli ambienti interni,

l'uso prioritario e non alternativo di infrastrutture, il potenziamento delle aree verdi e soluzioni innovative per la pianificazione territoriale.

La valorizzazione di un territorio e di un'area urbana deve necessariamente essere fondata sulla salute e sul benessere, sull'inclusione e sulla partecipazione attiva dei cittadini perché si possa realmente attuare una sostenibilità sociale, economica ed ambientale. Tra gli obiettivi di sviluppo sostenibile indicati dall'ONU è esplicitamente compreso "**Salute e benessere**". Oltre a rappresentare un obiettivo di per sé, salute e benessere costituiscono anche un importante indicatore di impatto di altri obiettivi di sviluppo sostenibile.

La ricerca scientifica è chiamata oggi a fornire solide informazioni scientifiche che guidino scelte di intervento, individuando le fasce più suscettibili delle popolazioni e identificando gli opportuni indicatori per monitorare il progressivo avvicinamento agli obiettivi. Salute dell'uomo e salute del pianeta sono un tema strettamente connesso che coinvolge anche il sistema dell'alimentazione basato su cibi sani e produzioni più sostenibili, tendenti al conseguimento di una ecologia integrale che metta in relazione l'uomo alla natura ed al suo benessere economico in un equilibrio continuo e dinamico. Gli investimenti in scienza, tecnologia, innovazione e infrastrutture sono, per il nostro Paese, ancor più necessari, perché permetterebbero di limitare la deindustrializzazione in settori avanzati e di avviare processi per ridurre i divari tra le diverse regioni. L'indebolimento del sistema della ricerca genera una spirale di impoverimento: esso provoca infatti una struttura economica in cui prevalgono le tecnologie medio-basse, con bassa produttività e una modesta domanda di laureati. **L'impoverimento della Ricerca, Innovazione e Sviluppo** ha particolarmente colpito le regioni centrali e meridionali, accentuando il divario Nord-Sud e aumentando la perdita di capacità tecnologica e produttiva. Per garantire la trasformazione profonda del sistema economico e della società verso modelli sostenibili, vi è quindi bisogno di una strategia integrata di finanziamento per lo sviluppo, che, oltre agli investimenti industriali produttivi e alle infrastrutture, sia in grado di supportare la creazione di nuova conoscenza, la formazione di migliori competenze e di garantire il sostegno a innovazioni sistemiche.

La programmazione del CREA

La programmazione triennale del CREA - ispirata alle finalità della Politica agricola comune (e alle Politiche ambientali con cui deve coordinarsi) e alle sfide del terzo millennio lanciate dalle Nazioni Unite è quindi strettamente legata ai nuovi scenari geopolitici conseguenti alla post pandemica ed alla Guerra russo-ucraina nonché alla crisi climatica sempre più pressante.

Gli obiettivi e le attività indicate nel presente piano, trovano ampio riscontro anche nella comunicazione della Commissione UE (COM 846/2020) e nelle relative raccomandazioni agli Stati membri e ai piani strategici della PAC della e indirizzo, al fine porre in essere azioni e ricerca per promuovere un settore agricolo intelligente, resiliente e diversificato che garantisca la sicurezza alimentare attraverso la trasformazione e l'ammodernamento dell'agricoltura (con ruolo chiave delle tecnologie soprattutto digitali e meccatroniche). Digitalizzazione e ammodernamento che deve riguardare anche l'attività di Pianificazione delle politiche agricole (in coordinamento con le Politiche ambientali ed in particolare di quelle per le risorse idriche) e dei Programmi e a cui il CREA può contribuire mediante lo sviluppo di modelli e sistemi informativi utili nella fase di Programmazione ma anche di monitoraggio e valutazione.

Queste raccomandazioni mirano a rafforzare la protezione ambientale e l'azione per il clima e dell'agricoltura, con azioni specifiche, come la produzione di energia rinnovabile e incremento dell'efficienza energetica ed idrica, che spesso possono coesistere, al fine di contribuire al

conseguimento degli obiettivi dell'Unione in materia di ambiente e di clima. Infine, tutte le azioni di ricerca proposte perseguono il fine generale di contribuire allo sviluppo di un'agricoltura più "intelligente", precisa (riduzione degli input agrochimici) e sostenibile (agricoltura di precisione) e resiliente al clima, maggiormente basata sulle conoscenze e sulla tecnologia (digitale) - agricoltura ad alto coefficiente di conoscenza, nonché sottolineano l'impegno, per quanto di competenza, nella transizione digitale del settore agricolo sfruttando le capacità dell'UE nelle tecnologie e infrastrutture digitali e dell'informazione, nonché l'osservazione satellitare, l'agricoltura di precisione, i servizi di geolocalizzazione, i macchinari agricoli automatizzati, i droni, ecc., al fine di monitorare meglio e ottimizzare i processi di produzione agricola e l'attuazione della PAC.

L'insorgere della pandemia da COVID-19 e la perdurante siccità ha rimesso fortemente in discussione l'ordine delle priorità che la Nazione dovrà fronteggiare nel prossimo futuro. Uno dei principali ambiti su cui agire per la transizione verso lo sviluppo sostenibile del Paese è il sistema produttivo e le modalità di consumo, a partire dai settori produttivi prioritari per fatturato, quale quello dell'agroalimentare. Gli interventi in tali ambiti non possono essere esclusivamente di natura tecnologica o energetica, ma devono essere frutto di un approccio integrato. Lo sviluppo, ad esempio, di un modello basato sull'Economia Circolare può garantire da un lato una maggiore produttività complessiva sul territorio, dove le imprese collaborano per l'ottimizzazione del ciclo delle risorse (comprese quelle idriche) e la riduzione delle emissioni, assicurando dall'altro vantaggi sul piano ambientale e sociale. L'emergenza COVID-19 ha mostrato come, a livello operativo e a livello istituzionale, problemi complessi non possano essere risolti frammentando risorse e competenze. Il sistema agricolo e agroalimentare, pur continuando a garantire l'approvvigionamento delle derrate alimentari anche nei periodi di lockdown, ha mostrato le sue fragilità in termini sia di addetti al lavoro che di redditività e remunerazione delle imprese, tanto da far emergere l'esigenza di una rivisitazione delle filiere produttive che offra da un lato ad agricoltori ed imprenditori il giusto reddito e dall'altro ai consumatori cibi sani ed in sintonia con la protezione dell'ambiente.

Il CREA, le cui competenze coprono tutte le filiere dell'agroalimentare, grazie alla Ricerca e Sperimentazione sviluppata all'interno dei 12 Centri di ricerca specializzati, intende essere il motore di questa visione, generando nuova conoscenza con ricerca di alto livello scientifico da un lato ma, favorendo al contempo, la traduzione della conoscenza in innovazione, mantenendo un dialogo costante con gli operatori del settore, la società civile e sostenendo lo sviluppo di solide politiche economiche e ambientali. L'attività di ricerca e supporto istituzionale si concentra anche su tematiche emergenti e di grande importanza per l'adattamento del settore agricolo ai cambiamenti climatici, come gli impatti sulle colture dei danni attesi da siccità o il riutilizzo di acque depurate per l'irrigazione, in una visione di sistema che caratterizza l'operato del CREA.

Strumenti fondamentali, per supportare la competitività dei sistemi produttivi in coerenza con la sostenibilità sono lo sviluppo e l'implementazione di tecnologie, metodologie e approcci per l'uso e la gestione efficiente e la chiusura dei cicli nelle imprese, nelle filiere e nelle catene di valore dei prodotti, per promuovere la transizione verso nuovi sistemi di produzione e consumo, basati su approvvigionamento ed utilizzo sostenibile delle risorse, riduzione delle emissioni tossiche nell'ambiente e degli impatti sociali delle attività produttive. Le industrie circolari, così come la chiusura del ciclo sulle catene di valore (di materiale e di prodotto) rappresentano sfide riconosciute come strategiche ai fini della transizione verso l'economia circolare, come confermato dall'Unione Europea nella nascente Agenda Strategica per la Ricerca e l'Innovazione per l'economia circolare. In accordo con la strategia del Green Deal, è necessario definire interventi a livello nazionale indirizzati alla sostenibilità e all'eco-innovazione, per incentivare una transizione vero la circolarità dei sistemi produttivi, in tutti i settori, da quelli del comparto primario come l'agroalimentare al settore

dell'energia. e ad altri settori come i trasporti e le costruzioni. Eco-innovazione di prodotto, di processo e di sistema sono necessari per un modello produttivo circolare e rigenerativo e per un sistema di uso/consumo caratterizzato dall'estensione della vita dei prodotti, dal riuso di componenti e da sistemi di riciclo in grado di garantire elevati standard di qualità dei materiali e prodotti riciclati. E' importante sviluppare nuovi modelli di business, quali ad esempio simbiosi industriale che generi connessione anche tra aziende di comparti diversi nei quali i materiali di scarto di un'azienda possano essere materie prime per un'altra azienda, fino a raggiungere l'ambizioso obiettivo dello "scarto zero" promosso dall'Unione Europea anche nella recente rivisitazione delle normative del comparto "rifiuti". Costruendo approcci collaborativi tra aziende dissimili e nuovi modelli di lavoro, si rafforzerà quel modello di sviluppo sostenibile per un intero territorio, pensato per ottimizzare i flussi di materiali, energia, acqua, in grado di preservare l'ambiente e di promuovere il benessere sociale. Tra le industrie sostenibili e circolari, quella agroalimentare rappresenta la seconda manifattura italiana in termini di fatturato e di export. Tuttavia, il settore agroalimentare in Italia è ancora lontano dal garantire l'autosufficienza della Nazione, in particolare per quanto riguarda la produzione di materie prime (mentre l'industria di trasformazione è molto più competitiva).

In linea con la Strategia "dal produttore al consumatore" della Commissione Europea, bisognerà promuovere ogni iniziativa per accorciare le filiere e ridurre l'impatto dell'attività agricola, al fine di contribuire a creare un'economia circolare che vada nella direzione di ridurre gli sprechi, aumentare l'efficienza dei sistemi produttivi e rendere più efficiente la produzione (ad es. tramite soluzioni di agricoltura di precisione) e il trasporto (ad es. tramite logistica avanzata e integrata) dei prodotti alimentari. Nella lotta allo spreco alimentare lungo tutta la filiera, l'Italia può capitalizzare la grande esperienza costruita a partire dalla legge 166/2016 (la cosiddetta legge Gadda). Struttura nazionale di riferimento di questa azione è l'Osservatorio sulle eccedenze, sui recuperi e sugli sprechi alimentari, che lavora con le amministrazioni competenti e con la filiera per armonizzare le azioni, raccogliere dati, proporre strategie. Occorre quindi raggiungere i mercati con innovazioni che guardano al forte legame che le produzioni agroalimentari hanno con gli agroecosistemi di riferimento a livello locale, per valorizzarne le potenzialità (ad es. in termini di biodiversità e di capacità di adattamento al clima) ed alle recenti traiettorie della bioeconomia circolare, affinché possano diventare prodotti ad alto valore aggiunto, con caratteristiche in linea con i fabbisogni (anche nuovi) dei consumatori e del mercato e con una piena valorizzazione sia delle parti nobili della coltura, destinate alla produzione di cibo, che dei bioprodotti derivanti dagli scarti e sottoprodotti di diverse filiere per la chiusura dei cicli con una valorizzazione del territorio e di tutto l'indotto derivato a partire dal turismo. Tutto ciò punta a massimizzare la naturale attitudine alla circolarità delle produzioni agricole, inclusa la zootecnica.

In accordo con i principi del New Green Deal, del "dal campo alla tavola" (Farm to fork), l'agroalimentare italiano deve tendere a:

- produrre alimenti in quantità sufficiente a coprire la richiesta, ma al contempo cibi di qualità elevata, sia in termini di valore aggiunto che sotto il profilo della salubrità e nutrizione, ed a prezzi accessibili da parte di tutta la popolazione;

- promuovere sistemi di coltivazione delle produzioni sostenibili, biologiche e ad indicazione geografica;

- promuovere consumi alimentari e regimi alimentari sani, in particolare legati alla dieta mediterranea;

- ridurre perdite e sprechi alimentari;

- combattere frodi e sofisticazioni degli alimenti ;

- migliorare il benessere animale.

Altri temi che il CREA svilupperà nel triennio 2021-2023 sono:

• La conservazione e, ove possibile l'incremento, della biodiversità e, più in generale, della "naturalità" come strumento fondamentale per migliorare la resilienza ambientale anche ai cambiamenti climatici.

• Il ruolo svolto dall'imprenditore agricolo quale gestore e custode dell'ambiente e del ciclo della vita, per un'agricoltura conservativa e per produzioni integrate con la gestione agricola dei fondi.

• Lo sviluppo delle filiere agroalimentari, con particolare attenzione a quelle più interessanti le regioni del Mezzogiorno, come indicato nel PNRR e nel Piano Strategico Nazionale.

• La riqualificazione di aree marginali e residuali, in particolare nelle zone periurbane.

• Le strategie di adattamento degli eco-sistemi ai cambiamenti climatici e la valutazione economica dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla produzione agricola.

• Il coordinamento della politica agricola e di sviluppo rurale con le politiche ambientali su acqua e suolo, anche con riferimento al riuso irriguo dei reflui depurati.

• Lo sviluppo delle banche dati SIGRIAN e DANIA a supporto della programmazione e monitoraggio delle politiche agricole e gestione delle risorse idriche per l'agricoltura.

• La green economy, come nuova concezione dell'economia, capace di tener conto del patrimonio di risorse fisiche e biologiche disponibili, da cui derivano i servizi, fondamentali per la vita, offerti dagli ecosistemi, incluso lo sviluppo delle agroenergie come indicato nel PNRR.

Di seguito vengono presentati gli aggiornamenti 2023 del Piano triennale, elaborati dai singoli Centri di Ricerca del CREA.

Centro di Ricerca
AGRICOLTURA E AMBIENTE (AA)

Direttore: *Giuseppe Corti*

Missione
Il Centro svolge studi e ricerche finalizzati alla caratterizzazione, gestione sostenibile e modellazione spazio-temporale degli ecosistemi agrari e forestali attraverso un approccio inter e multidisciplinare.

I Obiettivi strategici
Gli obiettivi di seguito elencati possono essere divisi in due gruppi: il primo, obiettivi 1-3, individua attività specifiche di ricerca; il secondo, obiettivi 4-5, definisce attività per lo sviluppo di strumenti e prototipi sulla base delle ricerche previste nell'altro gruppo di obiettivi.
Al fine di raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica nel 2050, il *Green Deal* europeo prevede un piano di azione mirato a *i*) promuovere l'uso efficiente delle risorse passando a un'economia pulita e circolare e *ii*) ripristinare la biodiversità e ridurre l'inquinamento.
Le attività di ricerca del Centro, descritte in dettaglio nell'obiettivo 1 (Strumenti di monitoraggio e uso sostenibile dei suoli) e nell'obiettivo 3 (Gestione agronomica dei sistemi colturali), mirano all'ottimizzazione di tecnologie per la riduzione degli inputs (acqua, fertilizzanti, fitofarmaci) e la valorizzazione delle risorse naturali (microbioma del suolo) attraverso l'utilizzo efficiente dei materiali residuali dall'agro-food e dalla *green energy*, come pure delle risorse vegetali. Le ricerche previste nell'obiettivo 2 (Adattamento dei sistemi produttivi ai cambiamenti climatici e loro potenziale di mitigazione) affrontano, nella stessa ottica di riduzione dell'impatto ambientale, le problematiche di gestione di attività produttive nel quadro di cambiamenti climatici. L'obiettivo 5 (Servizi: dati e modelli, formazione e divulgazione) punta a continuare lo sviluppo o a creare ex-novo strumenti informatici e prototipi per la digitalizzazione dell'agricoltura, in sintonia con la programmazione per la transizione digitale prevista dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza nell'ambito del *Recovery Fund*.

Obiettivo 1. Strumenti di monitoraggio e uso sostenibile dei suoli
In un territorio nazionale in cui la maggior parte dei suoli agricoli è concentrata in aree classificate dalla UE a rischio desertificazione già nel 2000, il monitoraggio dello stato di degrado dei suoli agrari e della loro resilienza è funzionale allo sviluppo di strategie di gestione sostenibile. Si individuano gli obiettivi specifici principali per il prossimo triennio:

- **Obiettivi strategici inerenti alla gestione sostenibile dei sistemi agro-forestali**: è un programma EJP-SOIL "Towards climate-smart sustainable soil management" quinquennale (2020-2025) con il CREA-AA come capofila per l'Italia. In particolare, nel triennio 2021-2023 all'interno di EJP-SOIL il CREA-AA è impegnato in una serie di sotto-progetti di ricerca e consolidamento di nuove conoscenze su specifici argomenti:
  - **Emissioni di gas climalteranti diversi da CO_2**, quali metano (CH_4) e protossido di azoto (N_2O) in relazione alla gestione agro-forestale di diversi tipi di suolo e pedoclimi;
  - **Studio dei meccanismi di erosione e connettività di trasporto sedimenti** on-farm ed off-farm, con modellistica e scenari di pratiche mitiganti;
  - **Sviluppo di conoscenze sulle potenzialità di sequestro del carbonio organico** nel suolo;
  - **Sviluppo di tecniche innovative per la mappatura ad alto dettaglio** della variazione spaziale del suolo con *Digital Soil Mapping* e di monitoraggio di sostanza organica, umidità e altri indicatori-base del suolo sviluppati da immagini telerilevate di nuova generazione fornite dai consorzi Europei (Sentinel da consorzio EU Copernicus e PRISMA da Agenzia Spaziale Italiana);

- **Indicatori del suolo per sostenere le misure della nuova PAC**, analisi dei punti di forza e di debolezza di un approccio di pagamento basato sui risultati dei monitoraggi del suolo.
- **Impatto delle pratiche di gestione sul contenuto e la stabilità della sostanza organica** del suolo, e valutazione della sostenibilità delle migliori pratiche in relazione alle condizioni pedoclimatiche. Sono messi a punto approcci modellistici per stimare l'effetto della tipologia di suolo, del sistema colturale e della sua gestione sulle potenzialità di sequestro del carbonio nei suoli agricoli.
- **Monitoraggio e quantificazione nel tempo dell'evoluzione dei processi erosivi,** possibile attraverso l'utilizzo dei radionuclidi dovuti al fallout (FRNs) come traccianti ambientali per le loro proprietà fisico-chimiche (emivita e adsorbimento nel suolo). Le misurazioni dei FRNs con l'uso della spettrometria gamma sono state sviluppate e convalidate in una serie di diverse condizioni agro-ecologiche. La metodologia sarà valutata per applicazioni operative.
- **Biodiversità microbica e microorganismi come indicatori di funzionalità dei suoli.**
- **Microbioma** come indicatore delle azioni antropiche sui suoli. Grazie alle tecniche di biologia molecolare, il centro è in grado di valutare l'impatto a lungo termine dell'uso agricolo dei suoli utilizzando come indicatori la biodiversità microbica ed una serie di microorganismi target per la funzionalità dei suoli (o servizi ecosistemici). L'obiettivo è implementare i dataset regionali delle caratteristiche chimico-fisiche e pedologiche dei suoli agrari con gli indicatori microbici, in linea con la urgente necessità di approcci di studio transdisciplinari dei sistemi agricoli.
- **Tracciamento dei microorganismi esogeni (agenti di biocontrollo).** Gli agenti microbici di biocontrollo sono oggi ampiamente commercializzati come alternativa a fertilizzanti chimici e prodotti fitosanitari. La loro applicazione è messa in discussione da diversi fattori (tecnologia di produzione, conoscenza dell'interazione all'interno di un ecosistema complesso come il suolo, con le specie microbiche autoctone; tracciabilità e persistenza). Nel centro vengono sviluppate nuove tecnologie per la tracciabilità e il monitoraggio specie-specifico degli inoculi microbici nel suolo. L'obiettivo è sviluppare strumenti in grado di fornire dati univoci e immediati da impiegare direttamente in campo.

Obiettivo 2. Adattamento dei sistemi produttivi ai cambiamenti climatici e loro potenziale di mitigazione

L'analisi di risposta dei sistemi produttivi ai cambiamenti climatici è fondamentale per valutarne la vulnerabilità e potenziarne la capacità di adattamento e mitigazione. In questo quadro rientra lo sviluppo di nuovi itinerari agronomici, di sistemi previsionali per le colture e i relativi parassiti e patogeni endemici e alieni. Il sistema Earth Observation, utilizzando tecnologie IoT per un'agricoltura digitale sostenibile, in un'ottica di Space Economy, può fornire un valido supporto al raggiungimento di questo obiettivo.

- **Sistemi produttivi, adattamento e mitigazione.**
  - **Analisi di rischio meteorologico e climatico multi-livello** attraverso indicatori statici per la valutazione della vulnerabilità dei sistemi produttivi agli eventi estremi al fine di definire azioni di adattamento e gestione del rischio.
  - **Sviluppo di strategie di adattamento e mitigazione ai cambiamenti**, necessarie per considerare le reazioni autonome o regolate da legislazione specifica che i diversi attori delle filiere agricole utilizzeranno per contrastare gli effetti negativi dovuti ai cambiamenti climatici. Tali strategie di adattamento e mitigazione, riguardanti scelta varietale, epoca di semina, fertilizzazione, lavorazioni, avvicendamenti e rotazioni, verranno formalizzate in modelli di gestione agronomica per potere essere utilizzate successivamente in simulazioni dinamiche e valutarne *ex-ante* il loro potenziale effetto benefico in risposta a scenari climatici futuri.
  - **Analisi e identificazione spazializzata delle anomalie delle colture** dovute ad eventi estremi (quali gelate tardive o ondate di calore) attraverso l'utilizzo di indicatori da remote sensing dedicati, nell'ottica di modellare, monitorare e mappare lo stato di salute degli ecosistemi agro-forestali, in termini sia puramente agronomici (i.e. riduzione delle rese) sia ambientali (e.g. land

degradation, frammentazione e omogeneizzazione territoriale). Sfruttando le potenzialità di nuove missioni (come il sensore iperspettrale PRISMA dell'Agenzia Spaziale Italiana), nonché dei dati remote sensing di archivio (come la missione di continuità Landsat-Sentinel2 del Programma Copernicus) sarà possibile, anche attraverso l'integrazione con la modellistica previsionale, quantificare tali anomalie e il loro impatto nel tempo a diverse scale, quantificare le perdite in termini di resa e individuare strategie di adattamento e mitigazione mirate in risposta a scenari climatici futuri.

- **Qualità dei prodotti.**
  - **Sviluppo/affinamento/test di strumenti software** per la simulazione della qualità dei prodotti in risposta a variabili pedo-climatiche e agrotecniche per sistemi colturali di rilevanza nazionale (e.g. riso, pomodoro da industria, olivo, camelina);
  - **Applicazione territoriale** degli stessi in scenari climatici futuri e identificazione di strategie di adattamento (e.g. adozione di diverse finestre di semina, varietà, gestione irrigua) sito- coltura- e prodotto-specifiche che consentano di massimizzare la qualità alla raccolta mediante un uso responsabile delle risorse;
  - **Produzione di indicatori sintetici** che associno le variazioni delle singole variabili qualitative alla quantità o al prezzo delle produzioni, tenendo conto della destinazione d'uso.
- **Emissioni.**
  - **Monitorare e valutare le potenzialità di mitigazione** delle emissioni di gas serra diretti (CO_2, N_2O e CH_4) e indiretti quali l'NH_3 (precursore di gas serra e coinvolta nella formazione di particolato atmosferico) mediante una gestione sostenibile del suolo, incluso l'utilizzo di deiezioni zootecniche e ammendanti organici. L'attività, supportata da progetti già finanziati, si svilupperà secondo le due metodologie classiche della ricerca applicata:
    - **Creazione e/o valorizzazione di dataset** già esistenti in cui si quantificano i fattori di emissione di gas serra e NH_3 in relazione alle pratiche agricole e alle condizioni pedoclimatiche italiane.
    - **Modellazione dei processi di emissione/ricombinazione nelle interfacce suolo-coltura-atmosfera** per fornire analisi di scenario a diverse scale temporali-spaziali di pronto utilizzo da parte degli utenti, sia per le fasi di programmazione delle attività agricole, sia per quelle di consuntivo delle quantità di gas serra emesse dal comparto.
  - **Campagne sperimentali per l'acquisizione di dati** mancanti alla statistica delle relazioni agricoltura/emissioni saranno effettuate se supportate da finanziamenti specifici e da personale e strumentazione idonei. Sulla base delle recenti evidenze socio-sanitarie, nuovi obiettivi sono:
    - Influenza delle emissioni di NH_3 dal comparto agricolo, in particolare quello zootecnico, sullo sviluppo del particolato (PM10 e PM2,5) e interazioni con la diffusione di virus quali il Covid-19 sul territorio nazionale;
    - Analisi delle influenze dell'ambiente urbano sulle superfici rurali coltivate;
    - Studio delle emissioni di nuovi allevamenti (insetti) che possano parzialmente sostituire quelli zootecnici tradizionali per la produzione di proteine.
- **Avversità delle piante.**
  - **Erogazione di servizi digitali sul territorio nazionale.** Consolidamento dell'interazione con i servizi fitosanitari regionali finalizzata a uniformare i protocolli di monitoraggio a scala nazionale e a sviluppare modelli previsionali per insetti dannosi e patogeni fungini delle colture agrarie. Il focus-group attualmente attivo e che coinvolge nove regioni italiane (Liguria, Piemonte, Lombardia, Veneto, Emilia-Romagna, Marche, Abruzzo, Basilicata e Sardegna) ha come obiettivo l'integrazione dei prodotti digitali che sono in sviluppo nel progetto AgroModelli con le attività di monitoraggio e di erogazione di bollettini fitosanitari svolte a livello regionale. Saranno rilasciate smart app per il rilievo dei dati in campo con protocolli comuni, che consentiranno la creazione di una base dati centralizzata CREA per la visualizzazione in tempo reale dello stato fitosanitario delle principali colture, oltre che modelli di simulazione per effettuare stime previsionali del rischio di fitopatologie e insetti dannosi.

- **Analisi della resilienza dei sistemi produttivi**. Analisi delle componenti biotiche del suolo che mediano il rapporto pianta-ambiente al fine di valutare la capacità di risposta dei sistemi colturali agli stress biotici. Va infatti considerato l'impatto delle mutate condizioni climatiche sulla capacità dei sistemi colturali di rispondere ai patogeni emergenti, a quelli di nuovo ingresso (da quarantena) e a quelli endemici che possono diventate più dannosi in seguito a mutate condizioni climatiche.
- ***Pest risk assessment***. Valutazione dell'impatto dei cambiamenti climatici sull'areale di distribuzione degli organismi nocivi delle colture agrarie e valutazione del rischio potenziale di epidemie causate da patogeni fungini e insetti dannosi presenti sul territorio o che potranno essere introdotti a seguito di scambi commerciali. Verranno potenziate collaborazioni internazionali per acquisire dataset di risposta alle variabili climatiche dei patogeni a rischio di ingresso nel territorio e sarà strutturato un framework modellistico per effettuare studi di valutazione del rischio di epidemie sul territorio nazionale.

- **Apicoltura**. Negli ambienti mediterranei, i cambiamenti climatici sono fattori di stress per le api mellifere con prevedibili ricadute sui sevizi ecosistemici e sulle filiere produttive collegate. La regione è un *hotspot* di biodiversità per questa specie. L'incompleta comprensione dei meccanismi di resilienza delle varie sottospecie di api indigene della regione limita tuttavia l'implementazione di adattamenti. Saranno condotti studi per:
  - **Definizione fenotipica**, a livello individuale e sociale, di caratteri di resilienza presenti nelle api ai cambiamenti climatici, comprendendo e identificando le sottostanti basi genotipiche;
  - **Rapporto ospite-parassita**, con riferimento particolare ad aggressori non autoctoni, che il contesto climatico prospettato tende a sbilanciare a sfavore delle api.
- **Inquinanti atmosferici.**
  - **Sviluppo di modelli** per studiare l'interazione tra inquinanti atmosferici (i.e. O_3), stress ambientali (e.g. siccità, elevate temperature) e sistemi agricoli, quantificando gli impatti a scala europea, sia nello scenario corrente che di cambiamento climatico;
  - **Sviluppo di strategie di adattamento** (e.g. adozione di diverse epoche di semina, introduzione di cultivar con tratti di resistenza, scenari agro-tecnici alternativi per livelli di irrigazione) per minimizzare gli impatti dell'inquinamento atmosferico e del cambiamento climatico su produzioni ed efficienza d'uso delle risorse.

Obiettivo 3. Gestione agronomica dei sistemi colturali

La Strategia *Farm to Fork* pubblicata dalla Commissione Europea pone l'accento sulla necessità di un approccio agroecologico nella produzione di cibo, mantenendo la produttività, aumentando la biodiversità e la fertilità dei suoli e riducendo l'impronta ambientale delle produzioni agricole. È fondamentale sviluppare metodi di analisi e itinerari agrotecnici per specifiche attività produttive in agricoltura che si basino su un uso sostenibile delle risorse naturali e forniscano potenziali servizi ecosistemici. Le applicazioni di questi strumenti sono numerose e toccano diversi stakeholder in tutta la filiera agricola. In questo quadro gli obiettivi specifici di ricerca per il Centro sono:

- **Ottimizzazione dell'uso agricolo delle biomasse** residuali da filiera zootecnica, energetica, aziendale e agro-alimentare. Le attività previste sono:
  - **Valutazione dell'impatto ambientale** nella gestione dei reflui zootecnici in funzione della "normativa nitrati";
  - **Piani di arricchimento dei suoli in sostanza organica** con risorse, compostate e tal quali, localmente disponibili quali: residui della filiera zootecnica, digestati da impianti per la produzione anaerobica di biogas e da impianti della filiera agro-alimentare;
  - **Valorizzazione del potere fertilizzante** delle masse residuali dalla produzione di biogas e ottimizzazione di impiego della frazione azotata come fertilizzante, anche in funzione del loro importante ruolo di "mediazione" nella riduzione dell'impatto ambientale delle deiezioni zootecniche.

- **Effetto migliorativo delle masse organiche residuali sul microbioma del suolo** in funzione dell'incremento della funzionalità dei suoli (o servizi ecosistemici). L'obiettivo è modificare con ammendamenti la composizione del microbioma originale dei suoli aumentando le popolazioni ad azione utile alla produttività delle colture (promozione di crescita radicale, solubilizzazione micro- e macro-elementi nutritivi, antagonismo, ecc.).

- **Produzione e valorizzazione delle biomasse da uso energetico, con particolare riferimento alla filiera del biogas**. Attività nell'ambito delle filiere delle biomasse da energia, con i seguenti obiettivi:
  - **Incrementare la produzione** e migliorare le caratteristiche qualitative delle biomasse attraverso la messa a punto di strategie agronomiche per la gestione delle colture dedicate;
  - **Sviluppare tecnologie innovative di pre-trattamento e bio-conversione** delle biomasse lignocellulosiche (metodi fisici, chimici, enzimatici o microbici e insetti) per il miglioramento dell'efficienza di produzione di biometano, bioidrogeno e lipidi (biodiesel e biolubrificanti);
  - **Realizzare la mappatura delle aree svantaggiate sul territorio** e valutare le potenzialità produttive e l'efficienza d'uso delle risorse (e.g. WUE) delle principali colture da biomassa mediante l'applicazione spazialmente distribuita di modelli colturali in scenari attuale e di cambiamento climatico; i modelli disponibili nella piattaforma BioMA (e.g. Arungro, CropSyst) verranno applicati a scala territoriale utilizzando in input i dati geo-spaziali presenti nella banca dati del Centro e relativi a meteorologia, pedologia, e gestione colturale.

- **Acqua.** L'utilizzo sostenibile dell'acqua in agricoltura passa attraverso lo studio dettagliato della competizione con gli altri comparti produttivi e sociali (industria, aree urbane, sanità). A tal fine, le attività del centro si svilupperanno su due linee di studio, opportunamente già finanziate:
  - **Applicazione di modelli idrologici** per analizzare la reciprocità di effetti a scale spaziali e temporali diverse, al fine di collegare dinamicamente il bilancio idrico aziendale al funzionamento idrologico del comprensorio. In particolare:
    - Modellare gli effetti locali della gestione agronomica dei suoli su ruscellamento, ritenzione idrica del suolo, drenaggio;
    - Analizzare l'interfaccia campagna-città e modellare le reciproche influenze;
    - Ridefinire le quantità d'acqua per stabilizzare le rese delle colture alla luce dei cambiamenti climatici in atto e fornire le dinamiche degli scenari a breve e medio-lungo termine, utili alla programmazione.
  - **Uso efficiente dell'acqua** (WUE). Sulla base di dataset esistenti, mediante configurazioni di simulazioni, individuare scenari agronomici di adattamento (epoca di semina, specie e varietà, irrigazioni deficitarie) senza alterare in maniera drammatica il rapporto tra produzioni e acqua impiegata.

- **Massimizzare l'efficacia della "green water"** attraverso Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD) in grado di simulare il bilancio idrico della coltura con dati meteo provenienti da previsioni meteorologiche a breve termine. L'obiettivo è innovare gli SSD esistenti, per renderli più efficaci a scala aziendale. Le attività si focalizzeranno sull'ottimizzazione dell'uso dell'acqua attraverso l'interconnessione tra agrotecniche, monitoraggio del sistema suolo-coltura e valutazione dello stato termodinamico dell'atmosfera a scala opportuna (pioggia, temperatura, umidità a scala di campo).

- **Nutrienti.**
  - **Nuovi impieghi degli scarti di origine agroalimentare e agroindustriale**. Oltre alla valorizzazione del potere fertilizzante delle biomasse residuali sopra trattato, valutazione dell'effetto dei digestati provenienti da impianti di digestione anaerobica sulla fertilità dei suoli.
  - **Produzione di nuovi concimi organici, biostimolanti non microbici e corroboranti** a livello aziendale o comprensoriale, di particolare interesse per il settore biologico. In questa ottica si lavorerà anche a strategie di recupero a livello aziendale e di distretto agroindustriale per la valorizzazione di tali risorse nell'ambito di una strategia di economia circolare.

- **Sistemi e metodi per l'agricoltura biologica.**
  L'attività di ricerca del Centro Agricoltura e Ambiente nel settore dell'agroecologia e dell'agricoltura biologica è supportata da diversi progetti europei: il progetto Diverimpacts (Horizon 2020) che promuove la diversificazione colturale di sistemi orticoli e cerealicoli, i progetti CORE, Organic Cofund, Sureveg e Greenresilient (di quest'ultimo il Centro è anche coordinatore) sui sistemi biologici intensivi di pieno campo e in ambiente protetto e il recentemente finanziato progetto di azione di coordinamento e supporto AE4EU (Horizon 2020) che ha l'obiettivo di rafforzare l'ecosistema europeo di ricerca e innovazione agroecologica. Sono tutti progetti multidisciplinari in linea con la strategia europea *Farm to Fork*, volta a promuovere la trasformazione dei sistemi agro-alimentari in chiave sostenibile e ridurre gli input esterni. Le azioni di ricerca si pongono l'obiettivo condiviso di individuare sistemi innovativi di produzione e di garantire la resa e la qualità delle produzioni biologiche, in risposta alla crescente richiesta di prodotti biologici da parte del mercato e alla crescente sensibilità del consumatore verso la salvaguardia dell'ambiente. Su queste basi, le principali linee di ricerca del Centro Agricoltura e Ambiente su agricoltura biologica, per il prossimo triennio sono:
  - **Integrazione di pratiche agro-ecologiche**, quali:
    - Incremento spaziale e temporale della biodiversità (vegetale e microbica) all'interno dei sistemi colturali da reddito, tramite impiego di colture di copertura e loro opportuna gestione;
    - Messa a punto di rotazioni colturali più lunghe, privilegiando l'impiego di materiale genetico eterogeneo e varietà locali adattate a specifiche condizioni pedoclimatiche;
    - Uso di fertilizzanti organici per la riduzione degli apporti fosfatici di origine minerale e l'incremento dell'efficienza d'uso del fosforo, anche attraverso il potenziamento della simbiosi radice-funghi micorrizici;
    - Approfondimento della dinamica fosfato/fosfito entro i diversi sistemi produttivi biologici (orticoli, frutticoli, viticoli), anche in base alle caratteristiche chimico-fisiche e biochimiche del suolo e al tipo di fertilizzazione organica.
  - **Ottimizzazione d'uso e sviluppo di bioinoculi e altri prodotti a base di microrganismi nella nutrizione e difesa delle piante**. In particolare, le attività condotte nell'ambito di progetti europei coordinati dal nostro Centro (es. H2020-EXCALIBUR), mirano a:
    - Valorizzare la biodiversità nativa dei suoli e le interazioni pianta-suolo-microbioma attraverso l'utilizzo di tali prodotti anche per le produzioni biologiche. L'obiettivo finale è utilizzare i microrganismi per la produzione di biofertilizzanti, biopesticidi e altre biomolecole di interesse agroindustriale (es. biostimolanti, ecc.);
    - Studiare i microrganismi associati alla pianta (endofiti e rizosfera) e le loro interazioni con l'espressione del genoma vegetale al fine di comprendere al meglio i meccanismi genetici coinvolti nelle risposte della pianta sottoposta a stress biotici e/o abiotici associati ai cambiamenti climatici.
- **Telerilevamento e modellistica in supporto a ISTAT.**
  Sviluppo dell'infrastruttura di simulazione per l'analisi dello stato vegetazionale e per svolgere attività previsionale delle rese colturali. L'obiettivo è realizzare un flusso di lavoro che consenta di raggiungere i seguenti obiettivi:
  - **Acquisire ed elaborare dati multispettrali relativi al ciclo stagionale delle colture** che verranno utilizzati per guidare la risposta di modelli dinamici.
  - **Eseguire una stima ex-ante della produttività delle principali colture agrarie** sul territorio nazionale grazie alla simulazione della risposta delle colture alle variabili agro-ambientali realizzata con questo approccio, unitamente all'assimilazione di dati di previsioni meteorologiche a breve-medio periodo.
- **Agricoltura di precisione.**
  Nello specifico dell'Irrigazione di precisione, il progetto PON Water4AgriFood, che CREA-AA coordina, si propone l'interlocuzione tra i fruitori e i fornitori di metodologie e servizi innovativi con lo scopo di favorire la ricerca industriale con i risultati della ricerca scientifica, nonché co-

sviluppare l'adeguamento dell'irrigazione di precisione alla rapida evoluzione delle tecnologie e dei riferimenti normativi. Gli immediati sviluppi della ricerca nel settore Agricoltura di precisione hanno un duplice obiettivo: *i*) l'azienda agraria, a cui consegnare prototipi di conduzione agronomica digitale, e *ii*) l'ambiente, per quantificare non solo gli impatti dell'agricoltura, ma anche gli eco-servizi.

Obiettivo 4. Messa a punto di indicatori ambientali

La capacità di mappatura della superficie agricola, la possibilità di derivare dati sulla dinamica di crescita colturale e la potenzialità di fornire stime sulla variabilità intra-campo dello stato nutrizionale e di stress rappresentano utili fonti di informazione per fornire supporto diretto agli agricoltori ma anche per provvedere alle esigenze di pianificazione delle autorità nazionali e regionali. L'obiettivo è sviluppare un portafoglio innovativo di analisi e servizi di monitoraggio in agricoltura, integrando dati a diversa scala. La sinergia con le nuove fonti di dati, da sensori e da remote sensing come dal programma Copernicus, consentirà di affrontare le problematiche con una migliore copertura spaziale e con risoluzioni temporali capaci di catturare la dinamica dei processi d'interesse.

- **Analisi dei fenomeni agro-meteo-climatici e dei loro impatti in agricoltura** attraverso approfondimenti di metodo (valutazione di diversi indicatori e indici) e utilizzo di nuove fonti dati, in particolare del Programma Copernicus. Nel triennio, la ricerca sarà ulteriormente affinata e alcuni strumenti resi operativi. Sarà ulteriormente sviluppato il ruolo delle analisi agro-meteo-climatiche a supporto dei processi di *decision making*, in particolare nella definizione *evidence-based* delle politiche (PAC post 2020 e altre politiche di investimenti a livello nazionale e regionale).
- **Sviluppo di indicatori ambientali da remote sensing multi-piattaforma** (e.g. MODIS, Sentinel-1 e 2, PRISMA), per stimare resa e produzione primaria lorda, monitorare le fasi fenologiche, quantificare il contenuto di azoto/acqua delle colture, rilevare le anomalie e gli stress; ciò al fine di caratterizzare gli agroecosistemi, investigarne i trend e prevederne i fabbisogni. Tali indicatori verranno utilizzati sia direttamente (e.g. per attività di mappatura), che come input assimilati all'interno di modelli di simulazione colturale. Le capacità di mappatura e rivisitazione offerte dal telerilevamento permettono anche di quantificare e monitorare la variazione spazio-temporale dei servizi ecosistemici in funzione dell'uso del suolo e della frammentazione del paesaggio con una certa attenzione allo stoccaggio del carbonio nel suolo e alla conservazione del suolo.
- **Implementazione di une rete permanente di monitoraggio ambientale nazionale** basata su: *i*) colonie di api mellifere equipaggiate con sistemi di monitoraggio avanzati (arnie digitalizzate) e *ii*) popolazioni di specie di api selvatiche. Dati di natura biologica, patologica, ambientale e relativi ai contaminanti individuati nei campioni raccolti permetteranno di sviluppare indici aggregati rappresentativi della salute degli agroecosistemi coinvolti. Sarà inoltre possibile studiare in modo dinamico la conservazione della biodiversità apistica selvatica e lo stato di salute del patrimonio apistico allevato (progetto BeeNet).
- **Baco da seta**: utilizzo della rete dei bachicoltori per mappare l'inquinamento ambientale da pesticidi sul territorio nazionale attraverso il monitoraggio effettuato con la raccolta di foglia di gelso potenzialmente interessata da deriva di pesticidi distribuiti su altre colture. In particolare, analisi del contenuto di pesticidi e contaminanti ritrovabili in crisalidi di baco da seta provenienti da diversi allevamenti posizionati in una regione studio – Veneto. (progetto SilkPlus).
- **Microorganismi**. Si rimanda a quanto già scritto nell'obiettivo riguardante biodiversità microbica e microorganismi come indicatori per implementare i servizi ecosistemici. Tuttavia, il ruolo di mediazione funzionale fra ospite e ambiente da parte del microbioma non si limita alle piante. Lo studio di mediazione fra microbioma associato alle api e ambiente è la nuova frontiera nella ricerca sull'adattamento degli apiari alle mutate condizioni ambientali (clima, nuovi parassiti e nuove patologie) e dello sfruttamento delle risorse naturali (microorganismi e metaboliti secondari ad azione biologica specifica) per il controllo di avversità biotiche e abiotiche.

Obiettivo 5. Servizi: dati e modelli, formazione e divulgazione

L'interesse per l'accesso a dati e servizi basati su analisi agro-ambientali è elevato e in continuo aumento. Lo stesso vale per soluzioni di modellazione che possono essere d'uso in ricerche di terze parti o enti e associazioni di produttori. Gli standard di metadati e il paradigma di accesso open data costituiscono una metodologia obbligata per gli enti pubblici, ma non utilizzata. Il centro è impegnato in progetti nazionali e internazionali per la creazione di infrastrutture, risorse dati e modelli. Il progetto AgriDigit finanziato dal MiPAAF ha diverse attività che nell'ambito dell'agricoltura digitale svilupperanno risorse dati e servizi. Il progetto UE ENVRI-FAIR permette al Centro, che è sede del *Data & Modelling Centre* europeo con cui partecipa al progetto, di sviluppare strumenti che implementino il paradigma FAIR di open data access. In questo quadro, gli obiettivi di dettaglio sono:

Servizi dati e modelli

- Sviluppo di servizi dati e modelli: nel contesto distribuito di una infrastruttura di ricerca nazionale e transnazionale è fondamentale superare la nozione di dati e modelli come artefatti statici e offrire tanto al personale di ricerca interno che a partner esterni e stakeholder l'accesso agli stessi sotto forma di servizio. Vantaggi in termini di efficacia nell'accesso a dati servizi, nell'interoperabilità degli stessi e nella costruzione di nuovi servizi a maggiore grado di astrazione; infine questa modalità di erogazione di dati e servizi consentirà all'ente di allinearsi con quanto già fatto da altri player del mercato degli *Open Data*. Per realizzare tale trasformazione è però necessaria la costruzione di una solida infrastruttura software, già avviata nel biennio 2018-2020 e che proseguirà nel successivo triennio estendendosi a domini non ancora raggiunti.
- Sviluppo di sistemi digitali che promuovano la raccolta di osservazioni sulle malattie delle piante in indagini sul campo per armonizzare i sistemi di monitoraggio regionale e per consentire il monitoraggio in tempo reale della salute delle piante a livello nazionale.
- Sviluppo di servizi di *image recognition* con applicazioni di IA: le tecnologie attuali di visione artificiale consentono di eguagliare, o superare in alcuni casi, l'affidabilità della valutazione visuale di un esperto umano. La sperimentazione di tali tecnologie nell'istituto, già avviata nel biennio 2019-2020, ha iniziato a produrre risultati di interesse e pertanto proseguirà, su più vasta scala, nel successivo triennio. I modelli prodotti saranno, in linea con i precedenti punti, distribuiti come servizi attraverso l'infrastruttura cloud del Centro, consentendo così l'accesso a tali tecnologie ad un ampio pubblico di ricercatori e stakeholder.
- Sviluppo di sistemi digitali per la valutazione (*assessment*) della sostenibilità dei sistemi produttivi basati sull'approccio dell'analisi multicriterio (*MCA - multi criteria analysis) e della life cycle assessment (LCA)* e caratterizzati da indicatori agronomici ed ambientali in grado di catturare a diversa scala (sistema colturale, azienda, supply chain) gli effetti delle scelte operative e gestionali, nonché gli impatti delle politiche agricole.
- Sviluppo di servizi agro-meteo-climatici a partire dall'implementazione di banche dati e di *routine* per elaborazioni semi-automatiche in grado di fornire periodicamente informazioni a diversi tipi di utenza.

Formazione e disseminazione

- Nella attività di formazione programmata per il triennio 2020-2023, il Centro entra attivamente con progetti regionali di sviluppo rurale (PSR), attualmente con azione condivisa con le regioni Emilia-Romagna, Puglia, Lazio, Basilicata, Lombardia, per la formazione di tecnici delle associazioni di produttori e la sensibilizzazione degli agricoltori su uso di materiali compostati dalla filiera agro-alimentare nell'ambito delle strategie regionali di economia circolare.
- Creazione, condivisione e gestione di gruppi di portatori di interesse per la co-attorialità e co-progettualità delle attività sperimentali in corso e da avviare, in particolare nel settore dell'agricoltura biologica, finalizzate alla formazione degli operatori agricoli e al trasferimento delle conoscenze tecnico-scientifiche acquisite al mondo operativo.

- In diversi progetti PSR e POR in Veneto, Friuli Venezia-Giulia, Piemonte e Marche il Centro è attivo nella divulgazione e formazione presso gli agricoltori per la promozione di filiere innovative basate su economie circolari.
- Nel prossimo triennio continueranno le attività di formazione previste nel settore dell'agrometeorologia su temi specifici di interesse dei Servizi agrometeorologici e fitosanitari regionali o di altri soggetti istituzionali da cui provengano richieste di approfondimento nell'ambito della Rete Rurale Nazionale.
- Continuerà l'organizzazione di corsi specialistici in materia di apicoltura per la formazione tecnica/professionale degli addetti al settore. I corsi sono indirizzati alle associazioni apistiche e ai singoli apicoltori (corsi per esperti apistici, patologia apistica, miglioramento genetico delle api, analisi sensoriale del miele, melissopalinologia).
- Corsi di analisi sensoriale del miele rivolti ai consumatori che mirano a diffondere l'approfondita conoscenza del prodotto per una scelta consapevole.
- Corsi di formazione su tassonomia e tecniche di identificazione e monitoraggio, biologia ed ecologia degli insetti impollinatori.

II Prodotti e servizi

1. Servizi cloud di applicazioni di modellistica agro-ambientale

Sono stati implementati i seguenti servizi:

- Servizio di accesso a dati meteo riguardanti il territorio nazionale provenienti da diverse sorgenti, in modo da fornire ai modelli uno strato di astrazione sulla provenienza del dato.
- Servizio di accesso a dati meteo di scenario di cambiamento climatico generati seguendo le linee guida dell'IPCC
- Servizio di accesso a dati relativi il suolo presente sul territorio nazionale.
- Servizio di orchestrazione dell'esecuzione di modelli BioMA nel cloud, che consente ai ricercatori del centro di lanciare simulazioni su vasta scala. Tutte le simulazioni sono alimentabili con le sorgenti dati di cui ai punti precedenti.
- Servizio di stima delle infezioni potenziali, e di simulazione dell'impatto su esse di fitofarmaci, erogato ad un partner terzo, tutto ciò basato sull'infrastruttura di cui ai punti precedenti
- Servizio di interrogazione di modelli di computer vision basati su reti neurali e monitoraggio dei dati processati dagli stessi, che attualmente regola l'accesso a un modello per la classificazione delle ali di *Apis mellifera* e delle foglie di *Vitis vinifera*.
- Servizio Web attraverso il quale gli utenti possono richiedere credenziali di accesso ai servizi sopra descritti e il personale IT dell'istituto può monitorare i flussi di richieste.

  Tali servizi sono al momento utilizzati dal personale tecnico e di ricerca dell'istituto e condivisibili "selettivamente" con partner selezionati sulla base di precisi obiettivi di progetto.

2. Cartografia indicatori ambientali

Attraverso l'utilizzo di indicatori ambientali da remote sensing, è disponibile cartografia di:

- Caratterizzazione dei tipi colturali nelle aree agricole di interesse;
- Zonizzazione delle aree agricole su base tematica (e.g. fenologica);
- Mappatura di stress idrico, stress azotato, vigoria e produttività delle colture.

R*outine* semi-automatiche in *cloud* per la produzione di mappe e cartogrammi per le principali variabili meteo, indici agro-meteo-climatici e di estremi, indicatori ambientali sullo stato di salute degli agroecosistemi, mappe fenologiche, mappe pedologiche e relative a diversi parametri fisici, chimici e biologici del suolo, a scala regionale-nazionale e a diverse risoluzioni temporali. È prevista l'integrazione di questi processi sulla piattaforma AgriInfo.

3. Dati suoli

Nella banca dati nazionale sono raccolti dati pedologici di diverso tipo e di diversa provenienza. I diversi tipi di dati archiviati sono i seguenti:

- Dati puntuali georiferiti: dati cartografici di tipo vector (poligonali) e raster (pixel)
- Tipologie di suolo derivate e collegate ai dati cartografici di tipo vector
- Le diverse provenienze (*data onwership*) sono le seguenti:
    - informazioni inserite in banca dati a partire da pubblicazioni cartacee
    - informazioni rilevate di enti pubblici nazionali (compreso il CREA)
    - informazioni rilevate da enti pubblici regionali (servizi regionali del suolo)
    - informazioni fornite da ditte private.

La struttura della banca dati permette di archiviare i dati secondo gli standard ufficiali MiPAAF prodotti dallo stesso CREA (http://www.soilmaps.it/download/pub-Linee_guida_2011.pdf), e permette di associare ai dati i corrispondenti metadati, in maniera da rendere l'informazione pedologica "INSPIRE compliant".

4. Dati agrometeorologici

Sono accessibili come API RESTful i seguenti dati meteo a copertura nazionale:

- *Gridded dataset* giornaliero storico (1961-2017) di temperatura e precipitazione a risoluzione di 0.14/0.10 (Long/Lat);
- dati stazione giornalieri *near real-time* GSOD del NOAA e di alcune regioni.

Sono acquisiti periodicamente in *cloud* i seguenti *dataset* a copertura nazionale:

- *Gridded dataset* di rianalisi per le principali variabili meteo a passo orario e a diverse risoluzioni spaziali (0.25° e 0.1°), forniti dal servizio CDS di Copernicus;
- dati stazione storici (dal 1988) e *real-time* dell'Aeronautica Militare; è in corso la loro decodifica per l'archiviazione in un SQL Azure Database;
- dati di *forecast* COSMO-ME dell'Aeronautica Militare;
- dati di rilevamento fenologico di alcune colture (archiviazione in un SQL Azure Database);
- dati di calamità meteorologiche riconosciute (archiviato in SQL Azure Database).

Sviluppo di *routine* semi-automatiche in *cloud* per l'elaborazione di indici agro-meteo-climatici e fenologici, sia distribuiti (*gridded*) sia aggregati su diverse unità territoriali. È prevista l'integrazione di questi processi sulla piattaforma AgriInfo.

5. Supporto tecnico-scientifico per aggiornamento registro dei mezzi tecnici ammessi in agricoltura biologica.

Recentemente la contaminazione di numerosi prodotti biologici per cause derivanti dalla presenza, casuale o volontaria, di sostanze non ammesse in taluni mezzi tecnici ammessi in biologico ha comportato l'esigenza di rivedere le modalità di valutazione delle istanze di inserimento di nuovi formulati e di definirne i relativi protocolli per il loro controllo, al fine di tutelare i produttori biologici che spesso ne escono fortemente danneggiati. Il CREA AA già dà supporto al Ministero fornendo pareri tecnici sul tema dell'ammissibilità dei fertilizzanti e dei corroboranti in agricoltura biologica; attiverà ricerche bibliografiche mirate a valutare l'idoneità di nuovi prodotti, stilerà linee-guida per l'ammissibilità, la produzione e il controllo dei mezzi tecnici in biologico attraverso la promozione dell'approccio partecipato. Tali linee-guida verranno proposte quale modello di verifica anche nelle sedi europee.

6. Atlante melissopalinologico

Servizio online per il riconoscimento dei principali tipi pollinici d'interesse melissopalinologico (https://pollenatlas.net/).

7. Laboratorio analisi accreditato ACCREDIA

Servizio di analisi chimico-fisiche, sensoriali, microbiologiche e melissopalinologiche per il controllo di qualità, rispondenza e residui di antibiotici e fitofarmaci in miele e altri prodotti dell'alveare; analisi biometriche e genetiche per la definizione di sottospecie in campioni di api.

8. Laboratorio di identificazione di imenotteri apoidei

Servizio di analisi per il riconoscimento di specie di imenotteri apoidei su base morfologica e molecolare (*barcoding*). Implementazione della Collezione Nazionale di Riferimento degli Imenotteri Apoidei d'Italia.

III Attività istituzionale e di terza missione

- Gruppo Permanente per la Protezione delle Piante - Sez. Fertilizzanti (DISR V, MiPAAF)
- Gruppo tecnico Corroboranti in Agricoltura biologica (PQAI I, MiPAAF)
- Albo Nazionale degli Esperti in Analisi Sensoriale del Miele
- Albo Nazionale degli Allevatori di Api Italiane
- Albo Nazionale degli Esperti in Melissopalinologia
- Gruppo Tecnico Scientifico per la Terra dei Fuochi
- Tavolo tecnico-scientifico Nuova PAC
- Tavolo tecnico permanente sull'Agricoltura Biologica (PQAI I, MiPAAF)
- Committee on Organic Production (COP, European Commission)
- Gruppo di lavoro Indicatori Piano di azione nazionale uso sostenibile dei fitofarmaci (ISPRA)
- Conservazione di risorse genetiche vegetali (mandorlo, gelso) nell'ambito del progetto RGV-FAO
- Partecipazione all'azione FAO denominata Global Soil Partnership
- Conservazione di una banca genetica del baco da seta comprendente la collezione italiana (MiPAAF) e quella francese affidata dall'INRA
- Produzione di telaini di seme-bachi (uova di baco da seta) e analisi sanitarie sulle stesse svolte in collaborazione con la ULSS 6 Euganea per la fornitura di uova esenti da malattie agli agricoltori italiani ed esteri
- Coordinamento gruppo di lavoro SISS sul metodo di qualità biologica del suolo basato sui microartropodi (QBS-ar)
- Contact point CREA nell'ambito dello User Forum Nazionale del Programma Copernicus
- Tavolo Agricoltura dello User Forum Nazionale del Programma Copernicus (MiPAAF-CREA-ISPRA-AGEA)
- Working Group Earth Science and Cultural Heritage Italy-US
- Partecipazione alle attività di CAL/VAL dei dati satellitari PRISMA (ASI) tramite le aziende sperimentali CREA-AA di Rutigliano (Bari) e Fagna (Firenze)
- Focus Group Modellistica Fitosanitaria, istituito in sinergia tra CREA-AA e servizi fitosanitari regionali
- Tavolo nazionale di coordinamento nel settore dell'Agrometeorologia (MiPAAF, CREA-AA e Regioni).
- Tavolo Tecnico scientifico sulle previsioni mensili e stagionali (Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile)
- Tavolo tecnico filiera cereali (MiPAAF PIUE IV)
- Gruppo di lavoro di supporto alla definizione del Piano Strategico Nazionale e all'Analisi economica dei Piani di gestione delle acque (CREA-PB, CREA-AA)
- Partecipazione ai lavori del Piano Statistico Nazionale 2020-2022 (ISTAT, CREA)
- Contact point per l'European Research Alliance Towards a Chemical Pesticide-free Agriculture
- Il Centro supporta per tirocini, tesi di laurea e dottorati con diverse facoltà. Provvede anche all'addestramento di studenti in alternanza scuola-lavoro con licei/istituti tecnici.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

Anno 2021: (dati da Monitor)

Numero di progetti attivi: 89
Numero di pubblicazioni realizzate: 163
Numero di Proprietà intellettuali: 1

- **PROCEDIMENTO E APPARECCHIATURA PER LA CERNITA AUTOMATIZZATA DI INSETTI**

Inventori/Costitutori: Alberto Assirelli, Giovanni Cabassi, Silvia Cappellozza, Corrado Costa, Simone Figorilli, Federico Pallottino, Alessio Saviane

Anno 2022 (parziale)
Numero di progetti attivi: 76
Numero di pubblicazioni realizzate: 15

V Progettualità 2023

Progetti approvati ma non ancora finanziati

Avviso pubblico per la concessione di contributi per la ricerca in agricoltura biologica MiPAAF D.M 9220340, 8/10/2020:

- EXTRAFIT, Estratti algali ad uso fitoiatrico e fitoterapico per l'agricoltura biologica e la salute umana (Coordinamento)
- INDIFAB, Introduzione del Diserbo Fisico e meccanico in Agricoltura Biologica (Responsabile Unità operativa)
- COMPARE, Compostaggio per il riciclo di scarti e sottoprodotti in aziende agroecologiche (Coordinamento)

Reg (UE) 1305/2013 PSR 2014-2020 Tipo op. 16.02.01, Regione E.R.:

- CAPTIVE INSECT, Riconversione di celle frigorifere al fine di allevamento di insetti a utilizzo food and feed (Consulente)

HORIZON-CL2-2022-Heritage-01:

- ARACNE, Advocating the role of silk art and cultural heritage at national and European scale (Coordinamento)

Bando Horizon Europe

- Call HE - European Research Area – Action CSA - Support for policy makers – Topic: HORIZON-WIDERA-2022-ERA-01 Programme level collaboration between national R&I programmes - ForestValue2 - Innovating forest-based bioeconomy (Task leader)

PRIN: PROGETTI DI RICERCA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE – Bando 2020:

- NICE-PET, An Insect bioreactor for the full valorization of Polyethylene Terephthalate (Consulente)

Bando REGIONE - FEASR PSR 2014-2020 Regione Lombardia - Direzione Generale Agricoltura:

- AMMOCHAR, Utilizzo del biochar per aumentare l'efficienza agronomico/ambientale dei derivati zootecnici quale alternativa alle concimazioni chimiche (Responsabile Unità operativa)

Call HE - Work Programme: Key Digital Technologies Joint Undertaking (KDT JU) - Thematic: Agrifood & Natural Resources, Digital Industry-Action IA-Topic: HORIZON-KDT-JU-2021-1:

- AGRARSENSE, Smart, digitalized components and systems for data-based agriculture and forestry (Responsabile Unità Operativa)

Bando interno EJP soil

- ARTEMIS-Enhancement of Mediterranean soil quality by collecting and generating data using new harmonized soil ecosystem health indicators (Co-coordinatore)

Progetti in corso di valutazione

Bando: EFSA call for tenders https://etendering.ted.europa.eu/cft/cft-display.html?cftId=11551

- NUTRI-B, Estimates of food consumption in bees (Responsabile WP)

Bando Cariplo Circular Economy for a sustainable future:

- RITESSERE, Silk sericin fabrics from textile industry by-products (Partecipante)

Bando: P.S.R. 2014-2020, annualità 2022, sottomisura 16.1 "Sostegno per la costituzione e la gestione dei gruppi operativi del PEI in materia di produttività e sostenibilità dell'agricoltura", Focus Area 4B:

- ECOER, Eco-schemi per la resilienza agricola in Emilia Romagna (Partecipante)

Regione Lazio- Bando PSR - Misura 16 Cooperazione - Sottomisura 16.2

- Moniolitech 16.2: MONITORAGGIO HI-TECH PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELL'ECOSISTEMA OLIVETO DEL LAZIO (partner)

Bando ESA https://esastar-publication-ext.sso.esa.int/ESATenderActions/details/26932:

- AgriScience, Agriculture Science Precursor (Responsabile WP)

Bando https://veluxstiftung.ch/applications/:

- PHELUX, Phenology Light Use exploration (Coordinatore capofila)

PRIN - PROGETTI DI RICERCA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE – Bando 2022:

- FLORA: a soil friendly platform for vineyard applications (Responsabile WP)

Bando MISE Progetti di ricerca, sviluppo e innovazione funzionali allo sviluppo delle tecnologie e delle applicazioni di intelligenza artificiale, blockchain e internet of things_DD. del 24-06-2022:

- CARBOND-BC, certificazione dei servizi ecosistemici e valorizzazione dei prodotti delle filiere agroalimentari attraverso tecnologie Blockchain e il tool CARBOND (Responsabile di OR)

Bando GP/EFSA/ALPHA/2021/01 - Entrusting support tasks in the area of Plant health – Data management for spatially explicit environmental data and climate suitability analysis of plant pests and diseases:

- PRESENTS, Pest risk assessment support (Coordinatore)

BANDO MAECI: ITALY - the Italian Ministry of Foreign Affairs and International Cooperation, P.R. CHINA - National Natural Science Foundation of China (NSFC), SCIENCE AND TECHNOLOGY COOPERATION, CALL FOR JOINT RESEARCH PROPOSALS FOR THE YEARS 2023-2025:

- RABiNI, Reducing nitrogen losses in Agricultural soils by Biological Nitrification Inhibition (Coordinamento)

Bando: Biodiversity and ecosystem services (HORIZON-CL6-2022-BIODIV-02-two-stage):

- Beeguards, Resilient beekeeping and breeding to safeguard natural genetic resources and pollination services (Coordinamento)

Bando EJP soil call AD3:

- PRAC2LIVE, titolo, (Responsabile WP e task)

Bando LIFE-2022-SAP-CLIMA-CCA

- LIFE VitiCaSe: Viticulture for soil organic carbon sequestration (WP leader)
- LIFE CarboPine: Innovative tools and strategies for climate mitigation in pine forests plantations LIFE22-CCM-IT-LIFE CarboPine (WP Leader)

Bando LIFE-2022-SAP-NAT

- LIFE RESC-UE: Riqualificazione ecologica delle Selve Costiere Toscane (LIFE22-NAT-IT-LIFE RESC-UE) (WP Leader)

Bando Horizon Europe Soil Mission

- HORIZON-MISS-2022-SOIL-CSA-CREDIBLE Building momentum and trust to achieve credible soil carbon farming in the EU (Task leader)

- HORIZON-MISS-2022-SOIL-01 BIOservicES, Linking soil biodiversity and ecosystem functions and services in different land uses: from the identification of drivers, pressures and climate change resilience to their economic valuation (Task leader)
- HORIZON-MISS-2022-SOIL-05 CAPTOR Novel Knowledge and tools for the successful implementation of Carbon farming practices across Europe (Task leader)
- HORIZON-MISS-2022-SOIL-01-01, SoilWise, An open access knowledge and data repository to safeguard soils, Coordinatore per il CREHORIZON-MISS-2022-SOIL-01-05, MRV4SOC, Monitoring, Reporting and Verification of Soil Organic Carbon and Greenhouse Gas Balance (Coordinatore per il CREA)
- HORIZON-MISS-2022-SOIL-01-06, CREDIBLE, Building momentum and trust to achieve credible soil carbon farming in the EU (Coordinatore per il CREA)

Bando PRIMA

- MEDSOIL, Indicators-driven diffusion of sustainable agronomic practices based on harmonised soil data and advanced modelling approaches adapted to the Mediterranean region (Coordinatore per il CREA)
- Mesoin, Enhancement of Mediterranean soil quality by collecting and generating data using new harmonized soil ecosystem health indicators (Partner)

Progetti in preparazione

MiPAAF, progetti in affidamento diretto:

- VALORE IN CAMPO, Azioni di Valorizzazione e recupero per le filiere Italiane di castagno, mandorlo, pistacchio e carrubo (Responsabile Unità operativa)
- CARIFIT 2022 - Canapa e Ricerca – Filiera italiana 2022 (Responsabile Unità operativa)
- Progetto per la filiera gelsibachicola (Coordinamento)

Bando: LIFE https://cinea.ec.europa.eu/funding-opportunities/calls-proposals/life-2022-sap-nat-nature-and-biodiversity-standard-action-projects-sap_en

- BeeGrapes, Strategies to protect biodiversity and pollinators in vineyards affected by FD and subjected to mandatory control against *Scaphoideus titanus* (Responsabile WP e task)

Altre idee progettuali in discussione

- Holding Armani: Introduzione della filiera del cotone in Puglia, insieme all'European Forest Institut (EFI)
- Bando di filiera su sistemi olivicoli, insieme a Coldiretti
- Bando LIFE-2022 SAP-NAT, CarbonPasture per lo studio delle potenzialità dei pascoli nell'assorbimento del C (partner)

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca del Centro CREA-AA avranno ampia condivisione e diffusione attraverso: pubblicazioni su riviste tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali, strumenti divulgativi di vario genere (posters, relazioni orali, brochures, booklets, database, schede di prodotto, dossier scientifici, etc.), organizzazione di convegni, strumenti tecnici a supporto del legislatore e degli stakeholders, reti di ricerca integrate tra aziende ed attori nazionali ed internazionali, infrastrutture di ricerca; gestione di gruppi di portatori di interesse per la co-attorialità e co-progettualità delle attività sperimentali in corso e da avviare, in particolare nel settore dell'agricoltura biologica, finalizzate alla formazione degli operatori agricoli e al trasferimento delle conoscenze tecnico-scientifiche acquisite al mondo operativo.
Le attività di divulgazione saranno rivolte a vari stakeholders, aziende ed imprese del settore, consumatori, organismi pubblici e privati, anche attraverso canali social, sito web, principali reti radiotelevisive nazionali, testate giornalistiche; saranno svolte attività di formazione presso gli agricoltori per la promozione di filiere innovative basate su economie circolari.

Centro di Ricerca
ALIMENTI E NUTRIZIONE (AN)

Direttore: *Emanuele Marconi*

Missione

Il Centro svolge studi sulla valorizzazione tecnologica e nutrizionale dei prodotti agroalimentari con particolare riferimento alla qualità, sicurezza, e sostenibilità alimentare analizzando i rapporti tra alimenti, nutrizione e salute dell'uomo. Promuove campagne di educazione alimentare e fornisce supporto scientifico in materia di nutrizione. Elabora scenari e indicatori sul comportamento alimentare della popolazione, a partire dai dati sui Consumi Alimentari e le Tabelle di Composizione degli Alimenti, avvalendosi anche dei dati sulla presenza di sostanze non desiderabili e dell'utilizzo di banche dati sugli indicatori ambientali. Aggiorna le Linee Guida Nazionali per una sana alimentazione. Ospita l'Osservatorio Nazionale per le Eccedenze, i recuperi e gli sprechi alimentari.

L'Agenda Food 2030 e le sfide per una dieta sostenibile (Food 2030 – Future-proofing our food systems through research and innovation)

FOOD 2030 rappresenta le politiche europee di ricerca ed innovazione nel settore agroalimentare verso sistemi produttivi sostenibili riconducibili ai recenti sviluppi delle politiche internazionali come gli indirizzi di COP21 sul clima, i Sustainable Development Goals (SDGs) e la Decade of Action on Nutrition ONU.

La salvaguardia della sicurezza alimentare e nutrizionale nel lungo periodo richiederà la trasformazione dei sistemi produttivi e la futura verifica dei nostri odierni sistemi alimentari, in modo da coniugare in un percorso unico nutrizione, salute, benessere e sostenibilità. La ricerca dovrà svilupparsi al servizio della "transizione".

In accordo alle priorità dell'agenda Food 2030, il CREA AN sviluppa ricerche, azioni, competenze ed iniziative rivolte all'approfondimento della conoscenza della nutrizione umana, dello sviluppo di paradigmi di una dieta salubre e sostenibile, oltre che all'innovazione nel settore della bioeconomia e dell'economia circolare. Quest'ultima è intesa sia come metodo per la riduzione dello spreco alimentare ad ogni livello di filiera, sia nel settore dell'innovazione, con il recupero di componenti bioattivi dai prodotti di scarto delle filiere produttive per la riduzione del footprint ambientale.

I Obiettivi strategici

Obiettivo 1. Definizione della qualità tecnologica, nutrizionale e sanitaria dei prodotti di origine vegetale, zootecnica ed ittica in funzione dei metodi di coltivazione, allevamento, trasformazione e conservazione, di interesse per le filiere nazionali a supporto delle produzioni.

La ricerca è rivolta alla valorizzazione di prodotti - primari e derivati - delle filiere produttive, vegetali, animali ed ittiche, ed alla caratterizzazione degli alimenti dal punto di vista della qualità tecnologica, igienico-sanitaria, sensoriale e nutrizionale. Oggetto di approfondimento sono i prodotti caratterizzanti il *Made in Italy* (DOP, IGP etc.). I prodotti sono valutati anche in funzione dei metodi di produzione, coltivazione, dal prodotto fresco al post-raccolta, alla trasformazione, alla conservazione e shelf-life, e dell'articolazione della filiera di distribuzione. Nuove fonti di molecole funzionali sono esplorate, derivate sia da fonti non-convenzionali e sostenibili (microalghe, invertebrati marini) sia da sottoprodotti e scarti di produzioni alimentari e industriali. Un aspetto particolare è costituito dalla ricerca sviluppata per la difesa dei prodotti da frodi e contaminazioni ai fini della riduzione del rischio per il consumatore. Si esegue anche la caratterizzazione genotipica di specie vegetali, oltre che di matrici alimentari anche di natura complessa e vengono studiate le relazioni tra parametri della qualità determinati mediante metodi strumentali e di analisi sensoriale. Vengono inoltre valutati gli effetti sull'espressione genica di molecole di interesse nutrizionale mediante modelli cellulari in vitro.

Obiettivo 2. Valutazione dello stato di nutrizione e identificazione di biomarcatori nutrizionali come strumento per definire la qualità della dieta e formulare indicazioni volte a prevenire scelte alimentari errate.

La ricerca approfondisce le conoscenze sulla relazione tra alimentazione e salute tramite l'identificazione di biomarcatori nutrizionali (metabolici, molecolari, istologici, microbiologici, genomici, genetici, epigenetici e clinici) associati a dieta, stato di salute e stile di vita per la valutazione del rischio di patologie con componente nutrizionale. La comprensione dell'effetto della dieta e della sicurezza e qualità degli alimenti sullo stato di salute è indispensabile per sviluppare strategie atte a prevenire la diffusione di condizioni fisiopatologiche legate a scelte alimentari e a stili di vita errati e permette di fornire suggerimenti relativi all'adeguatezza nutrizionale in termini di fabbisogno di energia e nutrienti. Tali attività rappresentano la ricerca in nutrizione che è da intendersi come lo studio della risposta fisiologica dell'organismo alla dieta e ai nutrienti, e consentono di "approfondire le interazioni tra dieta e organismo umano, nell'ottica della prevenzione di patologie e del prolungamento della vita attiva e sana della popolazione". La ricerca svolta dal CREA AN in questo ambito si colloca in tre specifiche priorità di FOOD 2030 (SDG2, SDG3, SDG10) che vedono la dieta sostenibile e salutare come importante elemento per la lotta alla malnutrizione e all'obesità e a garanzia di un invecchiamento sano e sottolineano l'importanza della ricerca sulle fonti proteiche alternative.

Obiettivo 3. Analisi dei modelli alimentari, sostenibilità della dieta, stato di nutrizione, determinanti comportamentali e altri indicatori nella popolazione, a supporto di interventi di educazione alimentare, normative e politiche di settore

La ricerca viene sviluppata per fornire nuove conoscenze nel settore nutrizionale e agro-alimentare e ha come oggetto la popolazione nelle sue complesse dimensioni: l'individuo, l'ambiente sociale, il modello alimentare, lo stato di nutrizione, lo stile di vita legato all'alimentazione e l'impatto ambientale.

Le attività dell'Obiettivo 3 si inquadrano nelle azioni degli "obiettivi globali di sviluppo sostenibile" (SDGs), punti di riferimento dell'agenda 2030, che pongono le questioni alimentari e agricole al centro del tema dello sviluppo, dichiarando nell'arco temporale 2016-2025 la "Decade Onu per la Nutrizione". Mentre per la nutrizione si è fatto molto in ambito sanitario, le azioni in coerenza con l'ambizione degli SDGs devono prevedere anche la trasformazione del sistema agroalimentare sempre più orientato a produzioni che tengano conto delle necessità della popolazione, in modo da garantire un buono stato di nutrizione e prevenire l'insorgenza delle malattie a componente nutrizionale.

Gli studi utilizzano un approccio di analisi complesso che si basa sugli aspetti multi e trans-disciplinari del sistema agroalimentare, come declinato anche in Europa attraverso l'Agenda Food 2030 che include le quattro tematiche: *NUTRITION for sustainable and healthy di*ets; *CLIMATE smart and environmentally sustainable food systems*; *CIRCULARITY and resource efficiency of food systems*; *INNOVATION and empowerment of communities.* Tematiche inserite nel Green Deal Europeo e in un rivisitato documento di strategia Farm to Fork dalla Presidenza della Commissione Europea in accordo, in particolare, con il SGD 12 – Responsible Consumption and Production.

II Prodotti e servizi

- Aggiornamento delle **Linee Guida** per una sana alimentazione finalizzate alla promozione del mantenimento di un buono stato di salute nella popolazione e alla prevenzione del rischio di patologie correlate all'alimentazione.
- Strutturazione e validazione di **percorsi di educazione alimentare** per le scuole di ogni ordine e grado, ivi compresi: materiali didattici, laboratori ludico didattici in ambito di eventi, fiere o festival scientifici anche su richiesta del Ministero di riferimento; organizzazione di percorsi PCTO per le scuole superiori,

- Corsi di **formazione per gli insegnanti** con accreditamento sulla piattaforma SOFIA del MIUR e redazione di manuali (Collana Quaderni CREA); corsi per operatori del settore agroalimentare (realizzati con la CNA Agroalimentare Nazionale) e sanitario
- Ideazione e gestione di **campagne di educazione alimentare** destinate a segmenti specifici della popolazione.
- **Supporto ai biodistretti** per l'educazione alimentare e la promozione del consumo di alimenti locali a basso impatto ambientale.
- **Modellizzazione di menu** per le mense scolastiche e aziendali che siano accettabili e sostenibili dal punto di vista nutrizionale ed ambientale
- Supporto allo **sviluppo di un modello** per la creazione di pacchi alimentari nutrizionalmente adeguati, destinati alle mamme e ai loro bambini che vivono in condizioni di fragilità.
- **Sviluppo di corsi di formazione** e di preparazione professionale nel settore scientifico degli studi di popolazione sul consumo alimentare individuale.
- Concessione della licenza d'uso dei software **FOODCONS e Foodsoft 1.0** per la gestione delle indagini sui consumi alimentari individuali, in versione italiana e inglese.
- **Elaborazioni su richiesta** dei dati sui consumi alimentari.
- Consulenza per l'**etichettatura nutrizionale** sulla base dei dati di composizione degli alimenti.
- **Service contract** on demand (pubblici e privati).
- **Protocolli** sperimentali per studi biochimici, cellulari e *in-vivo* per l'identificazione dei meccanismi metabolici e molecolari con cui agiscono i diversi componenti della dieta al fine di comprendere la relazione tra alimentazione, stato di nutrizione e salute e prevenire la diffusione di condizioni patologiche legate a stili di vita errati.
- **Identificazione e validazione di Biomarcatori nutrizionali** per la valutazione della dieta, dello stato di salute e degli stili di vita degli individui e di gruppi di popolazione.
- **Protocolli innovativi** per l'utilizzo e la valorizzazione di sottoprodotti e/o scarti delle produzioni alimentari come fonti di molecole di interesse nutrizionale e nutraceutico, allo scopo di favorire la sostenibilità del sistema agro-alimentare.
- **Sviluppo di Protocolli** mirati al miglioramento dei processi produttivi, di trasformazione e conservazione dei prodotti agro-alimentari volti ad ottimizzare la qualità nutrizionale, organolettica e sicurezza d'uso di alimenti e diete.

III Attività istituzionale e di terza missione

In linea con le richieste della comunità scientifica, si svolgono attività che rappresentano avanzamenti di conoscenza nelle aree tematiche di competenza, e attività più specifiche nell'ambito di proposte di ricerca o di progetti finanziati. Queste attività rappresentano un investimento per lo sviluppo di nuove proposte progettuali e/o contribuiscono allo sviluppo delle policy di settore per il Ministero di afferenza, nell'ambito di attività istituzionali.

1. Osservatorio sull'Aderenza alla Dieta Mediterranea in Italia come modello di Dieta Sostenibile nei giovani adulti e nelle varie fasi dell'età evolutiva.
2. Tracking dell'obesità in età evolutiva e dei suoi determinanti modificabili (abitudini alimentari, ambiente di vita, attività motorie e sedentarietà) per la costruzione di banche dati (BIG DATA) e per lo sviluppo di attività di prevenzione.
3. Validazione di metodi di raccolta dati su stato di nutrizione, abitudini alimentari, attività fisica e sedentarietà per studi di popolazione e per la sorveglianza nutrizionale.
4. Misure educative di Accompagnamento al programma Frutta, Verdura e Latte nelle Scuole, nell'ambito della Strategia Nazionale per il programma destinato alle scuole in Italia del MiPAAF (2017-2023).
5. Produzione, gestione ed uso dei dati di composizione degli alimenti: aggiornamento delle Tabelle di Composizione degli Alimenti; aggiornamento e manutenzione del Portale *AlimentiNUTrizione.*

6. Aggiornamento e manutenzione del portale *sapermangiare.mobi.*
7. Sviluppo di modelli di ottimizzazione della dieta per conciliare obiettivi nutrizionali e ambientali e sviluppo di piani dietetici settimanali per i diversi gruppi di popolazione.
8. Studio analisi e sviluppo della etichettatura front-of-pack (FOP) in Italia; attività di sperimentazione, presso i consumatori, della proposta nazionale di etichettatura supplementare della dichiarazione nutrizionale, ai sensi dell'articolo 35 del regolamento (UE) n. 1169/2011.
9. Sviluppo di tecniche innovative di apprendimento sociale da proporre a tutti gli attori del sistema agro-alimentare per sostenere la transizione verso modelli alimentari più sani e sostenibili.
10. Ideazione e sviluppo di una infrastruttura finalizzata a promuovere attività per ridisegnare il cibo in chiave ecosostenibile, e a facilitare processi di collaborazione degli attori del sistema agroalimentare nazionali ed internazionali, coordinata dall'hub "*Sustainable Food Design*: percorsi di sostenibilità verso la transizione ecologica".
11. Attività di divulgazione scientifica presso organismi pubblici e privati (tra cui Explora, Agenzia Spaziale, Eni, Regione Lazio, Aziende Sanitarie Locali, Federalimentare, CNA, Ordini professionali, principali reti radiotelevisive nazionali, ecc.).
12. Attività editoriali di elevato livello scientifico quali la partecipazione agli Steering Board (editor in chief) e Editorial Board di riviste scientifiche ad elevato impatto. Partecipazione a Tavoli tematici, Gruppi di lavoro, Commissioni, nazionali ed internazionali finalizzati alla partecipazione dell'Ente nelle politiche di settore, nella stesura di norme, di programmi e grandi progetti di ricerca.
13. Attività in network nazionali e internazionali.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

Per lo sviluppo dell'Obiettivo 1: *Definizione della qualità tecnologica, nutrizionale e sanitaria dei prodotti di origine vegetale, zootecnica ed ittica in funzione dei metodi di coltivazione, allevamento, trasformazione e conservazione, di interesse per le filiere nazionali a supporto delle produzioni.*

Recupero e valorizzazione di molecole bioattive da scarti di importanti filiere produttive: olio, vino, prodotti ittici, acque di vegetazione, sottoprodotti della produzione di biocarburanti da mais e colza finalizzati al loro recupero e riduzione dello scarto finale delle lavorazioni con impiego di metodiche estrattive a basso impatto (vari progetti: EXCornsEED, PROBIS, ABASA; DIPRIMAO).

- Profilo dei nutrienti e delle molecole bioattive in farina esausta di semi di colza e sue frazioni di purificazione seguendo lo scale-up dei processi; selezione di composti bioattivi target in processi di purificazione di olio di mais post-fermentazione su scala di laboratorio ed industriale; formulazione di prodotti funzionali arricchiti con ingredienti ottenuti da frazioni di purificazione di farina esausta di semi di colza (EXCornsEED)
- Sviluppo di soluzioni tecnologiche *green* per estrarre acidi grassi omega-3 e molecole bioattive da scarti della lavorazione industriale di prodotti ittici; definizione del profilo chimico-nutrizionale e della qualità degli oli di pesce ottenuti, sostenibili e di origine locale (PROBIS)

Valorizzazione qualitativa, nutrizionale e tecnologica di prodotti afferenti alle principali filiere produttive e biodiversità, di origine vegetale ed animale, inclusa la parte di trasformazione e conservazione, a supporto di produttori ed imprese (DIPRIMAO, COMETA, PROLEGU, VEGGIE-MED-CHEESES, TEMPRO, DEAOLIVA, POMOFONDI PSR 16.1, EUROSPIN, PROFORNO; ESPAS, RGV-FAO, CARMA).

- Definizione delle caratteristiche nutrizionali di due specie di Oloturie diffuse in area Mediterranea (*Holothuria tubulosa ed H. polii*) nell'ambito della sperimentazione di un sistema di acquacoltura multitrofica integrata (DIPRIMAO);
- Caratterizzazione di nuovi estratti vegetali ottenuti da *Onopordum tauricum* e *Cynara humilis*, sia spontanei che coltivati, noti per le loro proprietà coagulanti e ottenimento di nuove produzioni di formaggio (Caciofiore, Torta del Casar, Queso de Murcia, Feta) a base di caglio vegetale, caratterizzati dal punto di vista chimico, fisico, sensoriale e microbiologico, in modo da soddisfare

la crescente domanda dei consumatori verso produzioni di formaggio diversificate e di elevata qualità (VEGGIE-MED-CHEESES).

- Dimostrazione di come le modifiche dei tempi/temperature del latte di stoccaggio nel processo di caseificazione di un prodotto soggetto a disciplinare possano dar luogo ad un formaggio che mantiene inalterate le sue proprietà chimico-nutrizionali, soddisfacendo così la richiesta dei produttori (latte crudo "*microbiologicamente più attivo*") e migliorando al tempo stesso la sostenibilità della filiera lattiero-casearia grazie ad un minor dispendio energetico (TEMPRO).
- Individuazione di percorsi per migliorare la produttività della varietà di pomodoro Mini San Marzano e la sostenibilità in relazione all'inserimento di nuovi sistemi irrigui per conseguire un maggior efficientamento idrico, con risparmio di acqua irrigua ed energia associata all'irrigazione, per migliorare la qualità nutrizionale e trasferire al consumatore il valore aggiunto del prodotto finalizzato anche all'aumento del prezzo di posizionamento sul mercato (POMOFONDI PSR 16.1).
- Sviluppo di prodotti da forno ad alta valenza salutistica (ricchi in folati, e con ridotto contenuto di acrilammide e FODMAPs), ambientale e di sicurezza d'uso per la valorizzazione della filiera cerealicola laziale (PROFORNO).
- Caratterizzazione di materiali genetici e innovazione varietale nel settore delle orticole per la IV gamma. Caratterizzazione chimica di metaboliti di interesse nutrizionale e sensoriale in rucola (*Eruca sativa*) finalizzata alla realizzazione di studi *genome-wide* volti ad identificare regioni genomiche alla base delle suddette caratteristiche qualitative. Studio delle caratteristiche qualitative sensoriali e nutrizionali di una selezione di materiali genetici di rucola selvatica *(Diplotaxis tenuifolia*) già standardizzati e stabilizzati e di interesse per la commercializzazione a marchio IGP "Rucola della Piana del sele" (POFACS).
- Valorizzazione della biodiversità agroalimentare e delle produzioni nazionali. Studio della composizione chimica e dell'attività biologica di estratti ed oli essenziali ottenuti da ecotipi locali di specie vegetali mediterranee multifunzione (asparago selvatico: *Asparagus Albus* L. e *Asparagus acutifolius* L., e diverse specie di Rosa) e di piante officinali (origano: *Origanum heracleoticum* e *Origanum vulgare* ssp.), finalizzato al loro impiego per la produzione di functional food, prodotti fitoterapici, prodotti cosmetici e per la difesa delle coltivazioni agrarie (ESPAS).
- Caratterizzazione biochimica di collezione di germoplasma di rosmarino (*Salvia rosmarinus*) relativa alla qualità dell'olio essenziale e al contenuto in componenti di interesse nutraceutico (composti fenolici) (RGV-FAO).
- Realizzazione di schede tecniche contenenti caratteristiche agronomiche, morfologiche, chimico-nutrizionali e commerciali del Carciofo di Cupello (CARMA)
- Stima dei punti critici del processo di trasformazione e comparazione degli impatti delle diverse opzioni tecnologiche ad oggi disponibili. Identificazione di concetti/significati che i consumatori associano a una trasformazione accurata dei prodotti biologici ("careful processing"), e dei fattori che influenzano le decisioni di acquisto (PRO ORG);
- Messa a punto di un modello di studio sulle radici di piante per la valutazione della biodiversità e della tracciabilità dei funghi micorrizici arbuscolari di grande importanza in agricoltura sostenibile in quanto il loro utilizzo permette di ridurre l'apporto di fertilizzanti e di pesticidi e i prodotti vegetali possono raggiungere un più elevato valore nutrizionale e nutraceutico (GB TAF 8230).
- Valutazioni ad ampio raggio dei contaminanti presenti negli alimenti di origine animale e vegetale a supporto delle normative di settore e connessa valutazione del rischio. In particolare, il CREA-AN coordina la partecipazione dei vari Centri CREA all'infrastruttura di ricerca Europea METROFOOD che ha l'obiettivo di promuovere e supportare la necessaria sinergia su Qualità e Sicurezza degli alimenti e su tematiche ad esse correlate, come Autenticità, Tracciabilità e Sostenibilità (progetti METROFOOD-PP e AgroServ-METROFOOD)

Per lo sviluppo dell'Obiettivo 2: *Valutazione dello stato di nutrizione e identificazione di biomarcatori nutrizionali come strumento per definire la qualità della dieta e formulare indicazioni*

volte a prevenire scelte alimentari errate.

- Allestimento di un inventario comprendente migliaia di prodotti fermentati tradizionali nazionali e internazionali; creazione di un database dedicato ai prodotti fermentati lattiero-caseari e al loro microbiota (FDF-DB, *Fermented Dairy Food DataBase*); sviluppo di una ontologia dei prodotti fermentati; stima del potenziale di colonizzazione dell'intestino umano da parte di specie batteriche presenti in alimenti fermentati (MICROFLUX HDHL INTIMIC).
- Caratterizzazione chimica e delle proprietà biologiche di prodotti erboristici derivanti da *Hamamelis virginiana* (HAM 2016-01).
- Caratterizzazione delle proprietà biologiche di un additivo impiegato nella mangimistica (argilla legante il lipopolisaccaride di *E. coli*) (LPS MG); di supplementi prebiotici oligosaccaridici (PIGHIB); di estratti ed oli essenziali ottenuti da specie vegetali mediterranee e piante officinali (ESPAS).
- Implementazione di un percorso formativo e informativo sulla corretta alimentazione e stile di vita finalizzato ad un approccio integrato epigenetico per la prevenzione nei primi 1000 giorni di vita, realizzato attraverso corsi FAD, materiale multimediale, documenti redatti nell'ambito delle attività del Tavolo Tecnico del Ministero della Salute (EPI1000).
- Analisi dei fattori di rischio cardiovascolare dall'adolescenza alla giovane età adulta: i risultati preliminari evidenziano differenze nello stile di vita quali, ad esempio, una riduzione dell'attività fisica ed un aumento della sedentarietà (BELINDA).
- Caratterizzazione delle proprietà nutrizionali e salutistiche di nuove varietà di leguminose con particolare riguardo a fagioli e ceci (PROLEGU).
- Definizione degli effetti fisiologici di diete sostenibili in gruppi di popolazione a rischio e identificazione dei nutrienti critici per rischio di malnutrizione in un contesto di cambiamento climatico (NutriSUSfood – Systemic).

Per lo sviluppo dell'Obiettivo 3: *Analisi dei modelli alimentari, sostenibilità della dieta, stato di nutrizione, determinanti comportamentali e altri indicatori nella popolazione a supporto di interventi di educazione alimentare, normative e politiche di settore*

- Sviluppo della etichettatura FOP in Italia (NutrInformBattery) e redazione di documenti di policy.
- Realizzazione di una Banca dati interna sullo spreco domestico e in settori produttivi specifici (es. primario).
- Aggiornamento e integrazione della banca dati dei consumi alimentari della popolazione italiana, in base ai dati raccolti nelle ultime indagini dietetiche nazionali (Studio IV SCAI, EFSA EU-Menu). Messa a punto di protocollo per la comparazione dei dati di consumo alimentare tra recall alimentare delle 24h autosomministrato versus i dati del recall guidato dall'intervistatore (SUP-DIE)
- Sviluppo e offerta nella Carta dei servizi del software FOODCONS e Foodsoft 1.0 per la gestione delle indagini sui consumi alimentari individuali in italiano e in inglese.
- Identificazione delle fonti alimentari dei nutrienti nei diversi paesi europei; definizione dei criteri statistici per sviluppare un modello alimentare equilibrato dal punto di vista nutrizionale che includa fonti proteiche alternative; caratterizzazione di 52 pasti per la ristorazione collettiva scolastica ad un minore impatto ambientale, in termini di emissione dei gas serra e adeguati dal punto di vista nutrizionale (NutriSUSFood, Knowledge hub SYSTEMIC – JPI HDHL).
- Selezione di ricette a base di legumi attraverso l'elaborazione della banca dati sui consumi alimentari nazionali INRAN-SCAI 2005-2006 (Bio Belief, FOSC Era-net Cofound).
- Aggiornamento delle Tabelle di composizione degli alimenti (circa 900 prodotti) (www.AlimentiNUTrizione.it).

- Messa a punto di un protocollo e realizzazione di laboratori esperienziali di apprendimento sociale basati sul gioco e di focus group tra produttori e cittadini del biodistretto Maremma Etrusca e Monti della Tolfa (PALS)
- Realizzazione di *Manuale "di istruzioni" per costruire nell'adolescenza un modello alimentare salutare e sostenibile* nell'ambito delle Competenze Trasversali e l'Orientamento (P.C.T.O.).
- Realizzazione di iniziative di educazione alimentare e di trasferimento dell'informazione rivolte a studenti e insegnanti della Scuola secondaria di secondo grado (attività formativa) nell'anno scolastico 2021-22

V Progettualità 2023

In linea con le priorità di Agenda *Food 2030, EU Green Deal,* Strategia *Farm to Fork*, del PNRR e del PNR, si intendono perseguire ricerche, azioni, competenze e iniziative rivolte alla valorizzazione delle produzioni *Made in Italy,* all'avanzamento delle conoscenze sulla nutrizione umana e allo sviluppo di paradigmi di diete sane e sostenibili in un contesto di bioeconomia e economia circolare. Per coniugare in un percorso unico alimenti, nutrizione, salute, benessere e sostenibilità, si svilupperanno, con un approccio multidisciplinare e partecipativo, le seguenti linee di attività:

- Studio delle proprietà tecnologiche, nutrizionali, sensoriali, di sicurezza d'uso e salutistiche dei prodotti alimentari;
- Supporto a programmi di valorizzazione di specie vegetali volti anche alla conservazione della biodiversità vegetale mediterranea;
- Valorizzazione degli scarti e dei sottoprodotti dell'industria agroalimentare, in un'ottica di economia circolare e sostenibilità;
- Supporto all'industria alimentare per l'ottimizzazione dei processi produttivi per valorizzare le produzioni agroalimentari di qualità;
- Collaborazione allo sviluppo di una banca dati europea sulla composizione degli alimenti ad accesso aperto (inclusi alimenti fortificati e integratori alimentari);
- Sviluppo di metodiche per l'ottimizzazione di ricette tradizionali e a base di legumi;
- Valutazione della relazione tra dieta, stato di nutrizione e stile di vita, mediante studi osservazionali e di intervento nutrizionale, in gruppi di popolazione sani e/o con fattori di rischio per patologie a carattere nutrizionale (inclusi studi di biodisponibilità e analisi del microbiota intestinale)
- Studio dei meccanismi attraverso cui dieta, stile di vita, alimenti, microrganismi di origine alimentare, nutrienti o molecole bioattive agiscono sullo stato di salute utilizzando approcci molecolari, biochimici, fisiologici e microbiologici;
- Studio degli effetti sulla salute legati al consumo di diete sostenibili ed equilibrate in relazione alla biodisponibilità e al contenuto di molecole bioattive;
- Analisi dei consumi alimentari in segmenti specifici di popolazione per descrivere gli indicatori di rischio dietetico, le determinanti delle scelte alimentari, l'impatto dei consumi sull'ambiente e gli sprechi alimentari;
- Studio di intervento nella popolazione scolastica per ridurre lo spreco alimentare nelle mense e migliorare il gradimento del pasto scolastico;
- Implementazione delle policy nutrizionali in alcuni paesi Europei e gruppi vulnerabili di popolazione per la mappatura dello stato attuale dei comportamenti e di quelli tesi al cambiamento delle abitudini alimentari al fine di migliorare la sostenibilità delle scelte alimentari;
- Sviluppo di metodologie innovative di apprendimento sociale per una transizione verso modelli di produzione, consumi alimentari e stili di vita più sani e a minore impatto ambientale;
- Sviluppo di metodiche per l'ottimizzazione nutrizionale di ricette tradizionali e a base di legumi;

- Aggiornamento delle Banche Dati di settore e di documenti di indirizzo nutrizionale: Tabelle di Composizione degli Alimenti, Indagini Nazionali sui Consumi Alimentari e sugli sprechi alimentari, Linee Guida per una sana alimentazione;
- Partecipazione alla realizzazione di Infrastrutture di ricerca europee;
- Attività di ricerca per la messa a punto di modelli per una alimentazione sostenibile con l'obiettivo di migliorare la qualità degli alimenti, della dieta e della nutrizione del consumatore, attraverso un approccio *life-course* e lo sviluppo di politiche di educazione nutrizionale che tengano conto del comportamento alimentare della popolazione;
- Avvio della sorveglianza italiana sullo spreco alimentare e sul monitoraggio della aderenza alle raccomandazioni nutrizionali e alle Linee Guida per una Sana Alimentazione nelle famiglie.

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca del CREA AN avranno ampia **condivisione e diffusione** attraverso: pubblicazioni su riviste tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali, strumenti divulgativi di vario genere (posters, relazioni orali, brochures, booklets, database, schede di prodotto, disciplinari, dossier scientifici, etc.), protocolli di studio specifici, organizzazione di convegni, strumenti tecnici a supporto del legislatore e degli stakeholders, reti di ricerca integrate tra aziende ed attori nazionali ed internazionali, infrastrutture di ricerca.
Le attività di divulgazione saranno rivolte a vari stakeholders, aziende ed imprese del settore agroalimentare, consumatori, organismi pubblici e privati (tra cui Explora, Agenzia Spaziale, Eni, Regione Lazio, Aziende Sanitarie Locali, Federalimentare, CNA, Ordini professionali), anche attraverso canali social, sito web, principali reti radiotelevisive nazionali, testate giornalistiche.

Attività in riferimento alla "Comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni" (COM 846/2020), nonché alle Raccomandazioni sui Piani Strategici della PAC.
In accordo alle priorità dell'agenda Food 2030, il CREA AN sviluppa ricerche, azioni, competenze ed iniziative rivolte all'approfondimento della conoscenza della nutrizione umana, dello sviluppo di paradigmi di dieta salubre e sostenibile, oltre che all'innovazione nel settore della bioeconomia e dell'economia circolare. Quest'ultima è intesa sia come metodo per la riduzione dello spreco alimentare ad ogni livello di filiera, sia nel settore dell'innovazione, con il recupero di componenti bioattivi dai prodotti di scarto delle filiere produttive per la riduzione del footprint ambientale.
L'attività del Centro è direzionata verso approfondimenti che rientrano in vari obiettivi (SDGs) dei 17 caratterizzanti l'Agenda, con intersezioni significative nella Decade of Action on Nutrition ONU.
Per questo motivo si è fatto riferimento all'Agenda generale; nello specifico della Strategia Europea Farm to Fork, l'attività del Centro è impegnata negli obiettivi: a) migliore informazione dei cittadini, attraverso azioni di educazione alimentare; b) promozione di consumi sani e minor spreco alimentare; c) approfondimenti sulla agricoltura biologica e sostenibilità del modello della Dieta mediterranea.
In particolare, per quest'ultimo punto, le attività di ricerca nel settore del biologico di questo Centro trovano pieno riscontro nel Piano di Azione per lo sviluppo della produzione biologica della Commissione Europea lanciato di recente (25 marzo 2021, COM 141/2021). Infatti, tale attività di ricerca contribuisce a promuovere un metodo di produzione resiliente e diversificato, quale l'agricoltura biologica (Raccomandazione 2.1), di cui è scientificamente dimostrato il contributo che può dare in termini di qualità del suolo e protezione della biodiversità (Raccomandazione 2.2). Le attività di ricerca in agricoltura biologica di questo Centro si esplica su due indirizzi. Il primo è quello del miglioramento dei processi di trasformazione dei prodotti biologici in termini di impatto ambientale e qualità dei prodotti. L'altro è quello dello studio del sistema agroalimentare biologico come un modello per la transizione dei sistemi agroalimentari verso una maggiore sostenibilità e resilienza (Raccomandazione 2.3). La transizione verso sistemi agro-alimentari più sostenibili e resilienti implica tre cambiamenti tra loro distinti, ma complementari e interconnessi: 1) migliorare la sostenibilità dei sistemi di produzione primaria, per esempio attraverso l'impiego delle pratiche di

agricoltura biologica, 2) adottare diete sostenibili, come la Dieta Mediterranea), 3) ridurre le perdite e lo spreco alimentare (Raccomandazione 2.3). Tutti e tre questi cambiamenti vengono studiati nei Biodistretti, presi come modello di sistemi agroalimentari territoriali.

Centro di Ricerca
CEREALICOLTURA E COLTURE INDUSTRIALI (CI)

Direttore: *Nicola Pecchioni*

Missione
Il Centro si occupa, con un approccio multidisciplinare, delle filiere dei cereali e delle colture industriali per alimentazione umana, animale e per impieghi non-food, garantendo la valorizzazione delle produzioni anche attraverso il miglioramento genetico e le scienze omiche per la conservazione e la gestione della biodiversità

I Obiettivi strategici

Obiettivo 1: Caratterizzazione, conservazione e valorizzazione della biodiversità
Il Centro CI possiede significative collezioni di Risorse Genetiche di specie cerealicole e industriali, che ne fanno il Centro del CREA con la maggiore ricchezza in assoluto di biodiversità di specie erbacee. Tali collezioni sono la colonna portante dell'attività del Centro, finalizzata al raggiungimento di un migliore adattamento al cambiamento climatico di cereali e specie industriali con relativo aumento della produttività e della qualità agricola, in equilibrio con l'utilizzo "sostenibile" delle risorse. Si intende in questo obiettivo studiare e caratterizzare tutte le collezioni di biodiversità del Centro, per la loro conservazione e miglior utilizzo nelle filiere ed agroecosistemi, e per implementare le conoscenze di resilienza a stress biotici ed abiotici dell'Obiettivo 4. Anche la collezione esistente di miceti patogeni è inquadrabile nella stessa cornice di tali attività.
Il Centro si propone inoltre quale leader per le specie erbacee per sviluppare una strategia di Ente per la caratterizzazione, conservazione e valorizzazione delle risorse genetiche, potendo sviluppare approcci multidisciplinari di analisi della diversità funzionale a diversi livelli: fenomico, fisiologico, metabolomico, epigenomico, genetico, genomico e tecnologico, per le finalità di cui sopra.

Obiettivo 2. Intensificazione sostenibile dei sistemi colturali cerealicoli e industriali
La "*Farm to Fork Strategy*" della Commissione Europea definisce il ruolo del sistema agroalimentare nell'ambito del Green Deal europeo. È posto l'obiettivo di una transizione verso un '*food system*' sostenibile, robusto e resiliente in grado di mantenere la sua funzione in ogni circostanza ambientale e socioeconomica. Alcuni degli indicatori utili a valutare il raggiungimento dell'obiettivo suddetto sono: riduzione entro il 2030 del 50% dell'uso dei fitofarmaci e del 20% di quello dei fertilizzanti, in particolare quelli a base di N e P. E' da considerare, inoltre, in accordo alla Carta Mondiale dei Suoli (FAO, 2015), che una attenta gestione del suolo è elemento essenziale di un'agricoltura sostenibile e fornisce anche un'importante leva per la regolazione del clima e una strada maestra per la salvaguardia dei servizi ecosistemici e della biodiversità.
Il Centro intende contribuire a ridisegnare progressivamente un intero sistema produttivo alimentare e *non-food*, applicando un approccio multidisciplinare alla comprensione e alla gestione degli agroecosistemi per la loro intensificazione sostenibile, non tralasciando il ruolo che essi possono avere nella mitigazione dei cambiamenti climatici e nella conservazione della biodiversità.

Obiettivo 3. Economia circolare e realizzazione di prodotti bio-based da specie cerealicole e industriali
In sintonia con la strategia del *Green Deal* europeo, è fondamentale individuare filiere agro-industriali capaci di sfruttare le componenti e frazioni utili delle biomasse in un'ottica di economia circolare, sviluppando sistemi di bioraffineria per la produzione di bio-prodotti ed energia da fonti rinnovabili. Il Centro studia e propone colture convenzionali e alternative per processi di bioraffineria integrata sul territorio, per la produzione di materie prime, biomolecole ed energia da fonti rinnovabili. Potenziali fruitori delle innovazioni sono le aziende agricole, agroindustriali e la collettività nel suo insieme.

Affinché i prodotti della ricerca siano efficacemente armonizzati all'interno di una visione "integrata", le attività realizzate nell'ambito dell'obiettivo sono affrontate con approcci multidisciplinari, e "dialogano" con quanto previsto negli altri obiettivi programmatici del Centro.

Obiettivo 4: Adattamento ai cambiamenti climatici e resistenza a Stress Abiotici e Biotici: Basi biologiche, fisiologiche e genetiche, e interazione pianta-patogeno

In un'ottica di una crescente eco sostenibilità dei sistemi colturali cerealicoli e industriali, si rendono necessari la ricerca, lo studio e l'impiego di tutti gli strumenti e le strategie capaci di limitare le perdite di produttività, dovute a cause sia di origine abiotica/ambientale che biotica/parassitaria, anche in virtù delle nuove razze patogene emergenti. L'Obiettivo 4 si propone, quindi, di caratterizzare i meccanismi di adattamento e resilienza produttiva della pianta agli stress abiotici (termici, salini, acqua, nutrienti) e biotici (patogeni e parassiti, anche in post-raccolta), e della loro induzione, mediante un approccio multidisciplinare (fisiologico, biochimico, genetico, genomico e metabolomico). Particolare sviluppo si intende dare a progetti di trasferimento delle conoscenze sui meccanismi di adattamento agli stress nella pratica del *breeding* in stretta sinergia con le azioni proposte con gli obiettivi 1 e 6. Per identificare i geni che governano caratteri importanti per la performance agronomica oltre all'approccio *bottom-up* basato su metodi bioinformatici e tecniche di fenotipizzazione, anche ad alta processività in pieno campo, sarà utilizzato l'approccio *top-down*, fisio-genetico che a partire dallo studio fenotipico di singole piante (mutanti) permette di risalire al gene candidato e a studi di funzione e regolazione.

Obiettivo 5: Alimenti tipici e innovativi a elevata valenza nutrizionale e salutistica

In linea con le esigenze di risposta ai cambiamenti climatici e di crescita dell'economia circolare, l'obiettivo ha un duplice scopo: da un lato progettare o implementare filiere alimentari sostenibili in grado di garantire benessere ai consumatori, dall'altro valorizzare le materie prime ottenute dalle collezioni di biodiversità conservate da CI. Si intende caratterizzare e valorizzare il germoplasma delle specie alimentari del Centro, aumentando le conoscenze sulla composizione anche di specie sottoutilizzate, per ampliare la diversificazione colturale e le possibilità di filiera; e definendo gli approcci tecnologici per lo sviluppo di alimenti innovativi con elevato valore salutistico, nutrizionale e nutraceutico, ponendo attenzione alla qualità sensoriale del prodotto finito. Per tali finalità il Centro ha a disposizione laboratori per le analisi chimico-fisiche e reologiche, laboratori e impianti di pastificazione e di panificazione sperimentali, specializzati sul grano duro, e ha completato una pipeline per le analisi qualitative di grano tenero e riso. L'utilizzo delle risorse genetiche locali può essere indirizzato anche allo sviluppo di modelli di filiere *food* sostenibili a livello ambientale e sociale.

Obiettivo 6: Innovazione metodologica del miglioramento genetico delle specie cerealicole e industriali.

Il Centro CI raccoglie le più estese tradizioni ed expertise di miglioramento genetico di piante erbacee da pieno campo del CREA. È pertanto il Centro di elezione per svolgere attività di breeding e pre-breeding in cereali e colture industriali, e per sviluppare l'innovazione del miglioramento varietale per il futuro con approcci multidisciplinari. I presupposti tecnologici di questo obiettivo strategico saranno le *New Breeding Techniques* (NBT), anche conosciute come Tecniche di Evoluzione Assistita (TEA), e i *Big Data management and Technologies* sostenuti da progetti di fenomica e genomica applicata, e l'implementazione della *Genomic Selection* (GS) e *Artificial Intelligence* (AI) nei nuovi processi tecnologici di *Predictive e Prescriptive Breeding*. Dal punto di vista dello studio e sviluppo di programmi specifici, i caratteri di mitigazione e adattamento produttivo al Cambiamento Climatico sono prioritari. Un punto di forza esistente in partenza, e messo a sistema nel triennio precedente è la rete di aziende sperimentali del Centro, attraverso un *cline* pedoclimatico tra i più estesi del CREA, per le *Multi-Environment Trials*, test di metodologie e dimostrazioni su larga scala.

II Prodotti e servizi

P1. **Varietà di cereali e specie industriali per usi specialistici.** Varietà di: grano duro specifiche per la coltivazione biologica, canapa ad habitus compatto, patata e altre specie ad elevato tenore in carotenoidi. Le varietà copriranno principalmente settori di mercato per i quali non esistono attualmente costituzioni nazionali. Con esse, sono resi disponibili materiali di pre-breeding e mutanti, linee avanzate, *know-how* per lo sviluppo di programmi di miglioramento genetico finanziati da privati, assistiti da marcatori, e per gruppi di caratteri (es. di adattamento al low input).

P2. Piattaforma di *Field Phenomics* per il miglioramento genetico. Piattaforma di fenomica di pieno campo per predire genotipi superiori nei programmi di miglioramento genetico delle specie erbacee: grano duro e tenero, sorgo e specie industriali. La piattaforma sviluppa e adatta metodi per rilevare con alta precisione e processività caratteri tradizionalmente rilevati visivamente o in post-raccolta quali produzione, numero di spighe, copertura del terreno, stadi fenologici, resistenze. Si tratta di *know-how* e protocolli di selezione replicabili presso le ditte sementiere nazionali e per esse la piattaforma si propone quale centro per la dimostrazione ed applicazione di tali tecnologie.

S1. Centro di saggio istituito con DM 36000 del 4 febbraio 2004 per la registrazione di nuovi presidi sanitari. Prove sperimentali di efficacia su principi attivi in registrazione con rilievi in campo ed analisi di laboratorio: ELISA, isolamento patogeni, caratteristiche qualitative.

S2. Prove per l'Iscrizione delle Varietà al Registro Nazionale che richiedono la messa in atto di prove descrittive e prove agronomiche per cereali a paglia, mais, foraggere, e per le specie industriali. Prove agronomiche, tecnologiche e analisi chimiche su nuove varietà vegetali ai fini dell'iscrizione al Catalogo Nazionale delle Varietà.

S3. Analisi genetico-molecolari per l'identificazione varietale e la tracciabilità lungo la filiera agro-industriale. Sviluppo e uso di marcatori del DNA per l'assistenza al breeding (selezione assistita), per la verifica dell'identità e purezza varietale, e per la tracciabilità di prodotti agro-industriali lungo le filiere. In base alle esigenze del committente, il servizio è definito dopo uno studio e progettazione sulla base di esigenze di breeding o di tracciabilità, del problema biologico o tecnologico.

S4. Sperimentazione di campo in conto terzi per specie cerealicole ed industriali. Prove sperimentali parcellari, dall'impostazione all'esecuzione, rilievi ed analisi e rilascio dati negli ambienti diversi (anche a conduzione biologica) delle aziende sperimentali disponibili nel centro.

S5. Centro di analisi OGM istituito con D.M. 27 febbraio 2003 per le analisi di seconda istanza su sementi di soia e mais. Verifica della presenza di DNA eterologo e quantificazione del contenuto OGM mediante analisi PCR "Real Time", per ditte importatrici di sementi di mais e/o soia.

S6. Controllo del contenuto di Δ9-Tetraidrocannabinolo (Δ9- THC) in canapa da fibra sulle superfici italiane riportate in Domanda Unica. Il servizio si svolge nell'ambito di un accordo di collaborazione con AGEA, ed è pertanto subordinato per estensione e durata all'esistenza di tali accordi/convenzioni. Il servizio consiste nel campionamento e nella determinazione del contenuto analitico del principio psicotropo (Δ9-THC) ai sensi della normativa comunitaria vigente (Regolamenti UE 809/2014 e 1306/2013).

III Attività istituzionale e di terza missione

Il Centro intende consolidare, sviluppare ulteriormente, e "mettere a sistema" le iniziative Istituzionali, di Terza Missione e Public Engagement nate e condotte sin dalla sua nascita, mettendo in evidenza le attività ed iniziative che lo caratterizzano maggiormente. Si ritiene infatti importante che un Centro di Filiera si caratterizzi per una maggiore apertura alla società e al mondo produttivo, attraverso il trasferimento, la disseminazione e la comunicazione della ricerca, anche in termini di sfruttamento della proprietà intellettuale generata dalle attività di ricerca.

Le attività di terza missione considerate strategiche per il Centro, e da rendere operative o da consolidarsi e svilupparsi ulteriormente, poiché caratterizzano la sua azione, sono le seguenti:

- Coordinamento e innovazione delle Reti Nazionali Prove Varietali Cereali: mais, frumento tenero, frumento duro, e Contributo a Reti Nazionali di confronto varietale e monitoraggio

epidemiologico in altre specie cerealicole, non trascurando le Reti di confronto delle Oleaginose (girasole e colza);
- Coordinamento Rete Monitoraggio Micotossine dei Cereali;
- Ampliamento e intensificazione delle iniziative di Comunicazione e Public Engagement del Centro;
- Fruizione del Database Digitale costituito da volumi antichi e moderni della Biblioteca Storica "L. Angeloni";
- Mantenimento della rivista internazionale "Maydica";
- Mantenimento e valorizzazione del Centro di Saggio di Caserta;
- Mantenimento e valorizzazione del CINLab di Bologna, soggetto accreditato alla Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna.

Inoltre, CI ha in atto le seguenti attività istituzionali e di terza missione, al pari di altri Centri CREA:
- *Attività di Supporto alla PAC, al MiPAAF e alle Regioni;*
- *Partecipazione ai Tavoli tecnici e alla Stesura Piani di Settore del MiPAAF.*

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

Obiettivi di Ricerca

Nel biennio di riferimento, fino all'agosto 2022, il Centro ha prodotto 95 pubblicazioni scientifiche considerando solo quelle su riviste internazionali con IF, la maggior parte delle quali su riviste Q1, e ha in corso 64 progetti approvati o in corso di esecuzione con ricadute positive in termini di impatto e risultati raggiunti su tutte le linee di ricerca che definiscono i 6 Obiettivi assegnati.
Elemento di forza del Centro è costituito dalla ricchezza in biodiversità delle proprie collezioni di germoplasma (Obiettivo 1) che sono oggetto di studi e caratterizzazioni genotipiche e morfologiche nell'ambito di 7 progetti di ricerca tra cui due internazionali (il progetto PRIMA DROMAMED ed il progetto H2020, AGENT) ed il programma RGV-FAO. Le attività ed i risultati nell'ambito dell'Obiettivo 1 hanno prodotto 8 pubblicazioni internazionali, e hanno inoltre sicuramente generato ricadute sulle altre linee di ricerca del Centro con pubblicazioni e progetti che riguardano specifici studi sulle collezioni di biodiversità. In evidenza, i risultati delle pubblicazioni dell'obiettivo hanno descritto diversità in fitochimici, caratterizzato la struttura genetica di popolazioni di una specie tropicale, e l'evoluzione del genoma di una pianta modello per i cereali quale adattamento all'ambiente mediterraneo.
Per quanto riguarda l'obiettivo di ricerca 2 (intensificazione sostenibile dei sistemi colturali) la qualità dei risultati e l'impegno del Centro sulle tematiche del Green Deal e della sostenibilità dei sistemi agroalimentari in un contesto di cambiamenti climatici è testimoniata da 15 pubblicazioni e 16 progetti nel biennio. Tra i progetti, sono in evidenza 5 progetti europei (SYSTEMIC, bando JPI, DIVERFARMING bando H2020, CAMA e ProSmallAgriMed bando PRIMA, GREENRESILIENT bando ERanet CORE organic), dei quali uno coordinato dal Centro CI (CAMA). Le attività di ricerca hanno generato nuova conoscenza sull'efficienza dell'uso dell'azoto; sulle tecniche di agricoltura conservativa; sulla sostituzione di fertilizzanti di sintesi e film plastici con matrici organiche e materiali bio-based; sull'impatto di queste su produzione e qualità, e delle agrotecniche sulla sintesi di fitochimici; uno studio ha riguardato un tecnica di coltivazione del riso in risposta al cambiamento climatico, nota come *alternate wetting and drying* (AWD).
L'Obiettivo 3 (economia circolare) ha generato nel biennio 21 pubblicazioni con IF e 5 progetti, tra i quali si segnalano due progetti PON bando Ricerca nell'area di ricerca della chimica verde, COMETA e UNIHEMP, e un Progetto finanziato da Fondazione Cariplo, SUSinCER. La diversità dei risultati ed avanzamenti di conoscenza dimostra come l'Obiettivo 3 sia stato particolarmente produttivo in termini di *novelty* per la comunità scientifica e le filiere. Le pubblicazioni riportano esempi di molecole bioattive per il controllo dei patogeni, biofumiganti, e quali bioerbicidi, studi di olii a funzione idraulica in sostituzione di olii fossili, ed in termini benefici il ruolo di fitochimici studiati nel dettaglio dal centro quali i glicosinolati, sulla salute delle api. Recentemente, è stata

introdotta una nuova linea di ricerca, mediante collaborazioni con ricercatori di discipline mediche, con interessanti risultati sugli effetti benefici sulla salute umana di alcuni fitochimici derivati sia da Brassicacee che dalla Cannabis.
L'Obiettivo 4 (basi dell'adattamento a stress biotici ed abiotici) è la linea di ricerca consolidata negli anni all'interno del Centro, che ha generato il maggior numero di risultati scientifici, con 26 pubblicazioni prodotte e 13 progetti approvati o in corso di esecuzione. Di questi ultimi, 4 sono progetti internazionali da diverse fonti di finanziamento: DUROSTRESS dal governo Francese, C4FUTURE su bando Eranet, CEREALMED da bando PRIMA, CLIMAQUALITEC da bando JPI. Le pubblicazioni, tra i numerosi risultati, riportano nuove conoscenze genetiche e genomiche sulle basi della resistenza a patogeni fungini e della resilienza a condizioni di carenza azotata e di siccità nei cereali e in una specie orticola. Un altro gruppo di esse, su aspetti più fisiologici / biochimici riguarda le risposte metabolomiche, di regulatory gene network e della struttura dell'apparato radicale e della rizosfera in condizioni di stress, e lungo il percorso evolutivo e di miglioramento genetico di cereali, piante industriali e specie selvatiche strettamente imparentate con le coltivate.
L'Obiettivo 5 (alimenti tipici, innovativi e salutistici) ha generato 12 pubblicazioni internazionali, ed è sostenuto da 9 progetti di ricerca approvati o in corso nel biennio. Tra i progetti, non sono presenti progetti a finanziamento europeo, essi finanziano le ricerche su questa linea grazie a bandi ministeriali e regionali in particolare, con una prevalenza di questi ultimi, a valere su fondi PSR. Le pubblicazioni con IF riportano risultati diversificati, non soltanto di trasferimento e applicativi, ma anche di ricerca di base; alcune di esse riguardano la definizione di parametri e standard di qualità delle materie prime cerealicole, altre lo studio di ingredienti salutistici e prodotti alimentari con essi arricchiti, altre le basi genetico-molecolari di varianti enzimatiche e proteiche fondamentali per la biosintesi di proteine dei cereali, di acidi grassi ed altri composti importanti per la qualità.
L'Obiettivo 6 (innovazioni nel plant breeding) ha prodotto 13 pubblicazioni con IF, e ben 14 progetti, in corso o approvati recentemente. Tra questi, i progetti europei SolACE, BRESOV e METROFOOD-PP, tutti su fondi H2020. Il Centro partecipa ai progetti a finanziamento diretto ministeriale (MiPAAF) BIOTECH ed AGRIDIGIT, rispettivamente con i sottoprogetti Wh-Italy e SusRice, e con Task nei sottoprogetti Agrofiliere e Agromodelli. Le pubblicazioni hanno prodotto nuova conoscenza nei modelli predittivi della produzione dei cereali a partire da immagini generate da satelliti, nella individuazione di aree omogenee per la produzione di grano duro sulla base di dati satellitari, e nell'integrazione di dati genomici nei modelli di management agronomico dell'orzo. Un altro gruppo significativo di esse riporta nuove conoscenze nelle associazioni fenotipo/genotipo e dei meccanismi regolativi sfruttabili in programmi di breeding dei cereali e di una specie industriale.

Prodotti e servizi

P1. Varietà di cereali e specie industriali per usi specialistici. Le attività in quest'ambito sono state particolarmente elevate e fruttuose. L'attività di miglioramento genetico a supporto della filiera sementiera cerealicola nazionale ha portato alla costituzione di due varietà di frumento duro FARIDUR ed INIZIO ed alla richiesta di registrazione (secondo anno) della varietà SifProssimo. Nel corso dell'anno, inoltre è stata completata anche la procedura relativa alla privativa vegetale (per l'Europa, CPVO) della varietà NADIF. Faridur è una varietà a cariosside *soft*, ottenuta in seguito al trasferimento dei geni delle puroindoline che conferiscono farinosità alla cariosside. Dalla macinazione della granella di 'Faridur' quindi deriva una "farina", non una "semola". Nadif, Inizio e SifProssimo sono state selezionate e concesse in licenza esclusiva a Ditte impegnate nel settore della cerealicoltura biologica. Per quanto riguarda le specie industriali nel biennio 2021/22 sono iniziate le procedure di iscrizione al Registro Nazionale delle Varietà di linee di diverse specie: due linee di Canapa industriale, di cui una (nome provvisorio Bernabeo) ad alto contenuto del cannabinoide CBG, iscritta da fibra e biomassa, mentre la seconda ad habitus compatto selezionata per l'utilizzo nel florovivaismo (nome provv. Padana2). Inoltre sono in iscrizione una

linea di lino da olio (Pepita) e una Brassica juncea, ISCI100 Superred destinata al sovescio biofumigante. Per quest'ultima varietà selezionata grazie ad una commessa di una ditta privata, sono iniziate anche le procedure di privativa comunitaria CPVO.
P2. Piattaforma di Field Phenomics per il miglioramento genetico. Nel biennio 2021-22 la piattaforma di fenotipizzazione high-throughput in pieno campo, che fa parte dell'Italian Plant Phenotyping Network (Phen-Italy), è stata costituita definitivamente presso la sede di Foggia. Basata sull'impiego di droni (UAV), equipaggiati con sensori di varie tipologie (camere RGB, termiche e multispettrali), per l'acquisizione di immagini da remoto e la selezione di materiali genetici, è stata dotata nel 2022 di una camera di crescita ad ambiente controllato. Nel corso del 2021-2022 sono state condotte una serie di campagne di volo per l'acquisizione di dati digitali per diversi caratteri nell'ambito del programma di miglioramento genetico del frumento duro e al servizio dei progetti di ricerca ADP4DURUM, SolACE, DUROSTRESS e FullPheno.
E' stata inoltre realizzata nel periodo una rete di stazioni per la misura dell'umidità del suolo, presso l'azienda sperimentale di Foggia. I dati di oltre 20 stazioni per la misura in continuo della umidità del suolo a diverse profondità, sono confrontati mensilmente con dati rilevati con il metodo gravimetrico, e sono utilizzati per la calibrazione e la validazione di mappe di umidità del suolo ottenute dall'IREA-CNR a partire da immagini telerilevate.
S1. Il Centro di saggio per la registrazione di nuovi presidi sanitari ha proseguito la sua attività nel biennio, grazie a commessi di ditte di agrofarmaci nazionali ed estere.
S2. Prove per l'Iscrizione delle Varietà al Registro Nazionale. Presso la sede di Foggia sono state realizzate prove di registro (VCU, Value for Cultivation and Use) per l'iscrizione al Registro Nazionale per le specie frumento duro, orzo, triticale, farro monococco, dicocco, e leguminose foraggere. Presso le sedi di Bologna (az. Anzola dell'Emilia), Rovigo e Osimo le prove agronomiche di registro per l'iscrizione al Registro Nazionale di varietà di sorgo, colza, girasole, barbabietola; presso la sede di Bergamo le stesse prove agronomiche per la specie mais, classi di ibridi 200, 300, 400, 500, 600 e 700, per granella e trinciato integrale, e per le specie frumento tenero, duro, orzo, triticale e spelta. Presso la sede di Vercelli si sono svolte le analisi qualitative (determinazione contenuto proteico e hardness, Test di Zeleny, Falling Number, Alveografo e farinografo) per l'iscrizione al registro varietale di grano tenero e spelta.
S3. Analisi genetico-molecolari per l'identificazione varietale e la tracciabilità lungo la filiera agro-industriale. Nel corso del biennio, sono state eseguite su richiesta della Guardia di Finanza una serie di analisi molecolari per determinare la presenza di varietà di frumento duro protette da privative in campioni di seme sottoposti a sequestro. E' stata ampliata nel biennio l'attività di servizio di tracciabilità ed identificazione varietale molecolare dei genotipi di frumento, attraverso l'identificazione delle subunità gluteniniche, mediante Sistema elettroforetico capillare in SDS.
S4. Sperimentazione di campo in conto terzi per specie cerealicole ed industriali. Nel 2021-22 sono state condotte una serie di prove sperimentali di campo realizzate prevalentemente per specie cerealicole e leguminose da granella per conto ditte delle filiere per la valutazione di materiali genetici e di mezzi tecnici (agrofarmaci, fertilizzanti). Le attività sono state realizzate principalmente presso le sedi di Foggia e Osimo, ma sostanzialmente in tutte le sedi. Ad esse si sono affiancate commesse per valutazioni di laboratorio di materiali genetici.
S5. Centro di analisi OGM istituito con D.M. 27 febbraio 2003 per le analisi di seconda istanza su sementi di soia e mais. Nell'anno 2021 sono state effettuate 54 analisi di seconda istanza per la verifica della presenza di OGM su campioni di soia e una singola analisi su un campione di mais, mentre nell'anno 2022 sono stati sottoposte ad analisi di seconda istanza 80 campioni di soia e 2 campioni di mais.
S6. Controllo del contenuto di Δ9-Tetraidrocannabinolo (Δ9- THC) in canapa da fibra sulle superfici italiane riportate in Domanda Unica. Nel corso del 2021 sono stati prelevati da 83 aziende dislocate sull'intero territorio nazionale e afferenti ai diversi organismi pagatori, 87 campioni di infiorescenze di canapa, tali campioni sono stati trattati e analizzati mediante gas-cromatografia per il contenuto in THC e i risultati inviati ad AGEA come da Accordo ex art. 15. I prelievi e le

analisi per la stagione 2022 sono tuttora in corso. Le attività 2022 concludono quelle previste nel biennio 2021-2022; a partire dal 2023, se richiesto da AGEA, verrà concluso un nuovo accordo per il biennio successivo.

Attività istituzionale e di terza missione

Nel biennio 2021-22 il Centro ha condotto la quasi totalità delle attività istituzionali e di terza missione per le quali si era proposto. Nel 2021, le Reti di confronto varietale cereali sono state supportate dall'accordo di collaborazione CREA-MiPAAF (ex art. 15) RETI2020 per il consolidamento delle Reti nazionali dei cereali nel quale il Centro ha coordinato le Reti di confronto di varietà di frumento tenero e mais. Presso la sede di Vercelli, per iniziativa del Centro ed il supporto dell'Ente Nazionale Risi, anche grazie a fondi interni disponibili, ha avuto inizio un nuovo ciclo di reti di confronto varietale riso, servizio istituzionale per i risicoltori che era stato abbandonato dal CREA da diversi anni. La continuazione delle reti varietali ha consentito inoltre il monitoraggio della Rete Micotossine Cereali che nel 2021 ha coinvolto 45 centri di essiccazione - stoccaggio dislocati nel nord Italia. L'analisi del contenuto in micotossine è stata fatta mediante test ELISA immunoenzimatici specifici, su più di 1000 campioni. Maydica, CREA Journal, ha continuato nel biennio 2021-2022 a dedicarsi alla ricezione, revisione, pubblicazione on line open access di ricerche originali (Original paper), comunicazioni brevi (Short communication) e approfondimenti casi di studio (Review) nel campo della genetica, genomica, biologia molecolare, biochimica, chimica, fisiologia, agronomia, fitopatologia, entomologia del mais e specie correlate. Sono stati pubblicati 30 manoscritti a completamento del Volume 66, suddivisi, come di consueto in tre numeri; è in corso di pubblicazione il Vol. 67, per il quale sono già stati selezionati, tra gli oltre 150 manoscritti "submitted" nel corso del 2022, i 30 che lo completeranno.

Il CINLab nel biennio 2021-2022 ha mantenuto l'accreditamento alla Rete Alta Tecnologia della Regione Emilia-Romagna come Laboratorio di tipo C (Det. Dirig. n. 15375 del 08/08/2022), e dal 2021 ha una pagina dedicata sul sito della rete (https://www.retealtatecnologia.it/laboratori-centri/cinlab). Il CINLab ha partecipato ad iniziative volte a promuovere le interazioni tra i diversi attori della filiera agroalimentare su scala regionale:"Open Innovation Scouting 2021"; 17° Edizione del "R2B Research to Business 2022 Transition Transformation", in cui ha organizzato l'evento dal titolo "Sostanze bioattive da colture industriali dal campo ai bioprodotti".

Nel corso del 2021-2022, i ricercatori del Centro hanno partecipato alle riunioni di filiera cereali organizzate dall'ufficio PIUE IV del Mipaaf per aggiornare il Ministero e gli operatori della filiera dei progressi e dei risultati delle sperimentazioni relative a mais, frumento tenero, frumento duro e riso. Nello stesso biennio il Centro ha rappresentato il CREA presso i Tavoli Tecnici Mais e di Filiera Canapa.

V Progettualità 2023

Il Centro sta procedendo nel 2023 con ricerche e proposte progettuali improntate sul perseguimento di tutti i suoi obiettivi, che verranno mantenuti invariati. Si segnala soltanto nel biennio la crescita nel numero di ricerche che hanno previsto la collaborazione con la parte medica e farmaceutica, unita ad alcuni accordi operativi e convenzioni con gruppi di ricerca universitari, sugli effetti dei composti bioattivi; per tale motivo è possibile una riformulazione futura dell'Obiettivo 3 nella programmazione del PTA 2024-2026.

Per quanto riguarda l'Obiettivo 1, Caratterizzazione, conservazione e valorizzazione della Biodiversità, il Centro si è impegnato a riorganizzare le proprie collezioni con protocolli, procedure, e sistemi informativi unificati. Quanto è stato realizzato nel biennio in termini di strumentazione (acquisizione di nuova cella di conservazione, strumentazione analitica), e di pianificazione di tale riorganizzazione delle collezioni di germoplasma, dovrà essere completata nell'anno a venire.

In evidenza nel 2023, ma già a partire dal 2021, il Centro CI ha intensificato gli sforzi sulla formazione di giovani ricercatori. Nel 2023 il numero di giovani dottorandi in formazione salirà a 7, rispetto ai 2 del 2021 e ai 4 del 2022, e ciò è altamente indicativo dello sforzo culturale e finanziario (con l'aiuto

del CREA per il 2023) che si sta facendo e si farà con sempre maggiore impegno per la formazione delle giovani leve di ricercatori del CREA e del sistema ricerca nazionale nel suo complesso.
A fronte di ciò, il Comitato Scientifico del Centro auspica che vi sia una politica attiva del CREA per il reclutamento di giovani ricercatori, e che essa non sia sporadica, ma pianificata con cadenza almeno biennale. Auspica inoltre che sia coinvolto ed interpellato, assieme al direttore del Centro, nelle richieste di personale di ricerca per il Centro, da destinarsi agli obiettivi del PTA, e che tale piano di fabbisogno non riguardi soltanto un numero significativo di giovani ricercatori, quantomai necessari, ma anche di collaboratori tecnici della ricerca, altamente specializzati in discipline informatiche e nella ricerca di laboratorio e di campo, di operatori tecnici dedicati alla sperimentazione di campo, di un funzionario responsabile amministrativo, e di altro personale collaboratore amministrativo.
Dal punto di vista progettuale, nel 2023 il Centro sarà impegnato con le proprie competenze nelle attività di ricerca su tre progetti a valere sul PNRR - Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza - MUR_Ecosistemi della Innovazione: Agritech Spoke 1, Agritech Spoke 2 ed NBFC - National Biodiversity Future Center - Spoke 3. I risultati delle ricerche ricadranno su tutti gli obiettivi del PTA. Il Centro sarà coordinatore del progetto Canapa e Ricerca – Filiera italiana 2022 (CaRiFIT 2022) su richiesta da parte del Mipaaf al CREA, per le esigenze di rilancio e rinnovamento della filiera canapicola in Italia. In ambito internazionale il Centro sarà impegnato quale Centro leader per il CREA nel progetto AgroServ di sviluppo delle Infrastrutture di Ricerca Europee (ESFRI), a valere su fondi Horizon Europe. Altre proposte progettuali su bandi regionali, nazionali, e Horizon Europe sono in attesa di valutazione imminente ed eventuale approvazione.
Per quanto concerne la biodiversità di interesse agricolo ed alimentare, avendo presente l'importanza della legge 194/2015, si evidenzia che le collezioni del Centro comprendono in maggior parte materiali di origine nazionale ed internazionale, sia varietà moderne che antiche, che popolazioni locali, che genotipi non adattati e genotipi selvatici progenitori e vicini alle specie coltivate. Queste ampie collezioni sono necessarie per gli studi fisiologici, genetici, biochimici, metabolomici e agronomici, per raggiungere gli obiettivi di ricerca di base e applicata del piano triennale, e si inseriscono sia in programmi di conservazione e caratterizzazione finanziati dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, che in programmi di coordinamento tra collezioni di biodiversità a livello europeo. A tale proposito il Centro CI parteciperà anche nel corso del 2023 all'iniziativa internazionale, EVA – European Evaluation Network, Programma di cooperazione europea per la valorizzazione di risorse genetiche nei due network *maize* e *wheat and barley*, avviato nel 2020 (https://www.ecpgr.cgiar.org/european-evaluation-network-eva), a cui aderiscono nove nazioni (Francia, Spagna, Portogallo, Italia, Germania, Croazia, Romania, Svizzera e Serbia). Tale iniziativa si propone di scambiare, genotipizzare, valutare e moltiplicare accessioni di mais, frumenti e orzo in più di 20 siti sperimentali. I dati fenotipici raccolti secondo protocolli sperimentali standardizzati, confluiscono nel database europeo EURISCO delle risorse genetiche. L'interscambio di materiali (tramite Standard Material Transfer Agreements) e di dati attraverso i diversi stati europei contribuisce all'arricchimento delle risorse genetiche da cui attingere per lo sviluppo di programmi di miglioramento genetico mirati e condotti dalle singole nazioni. Per quanto riguarda le risorse genetiche locali nazionali, in ossequio alla L 194/2015, il Centro collabora e collaborerà quale consulente scientifico e partner di Regioni, associazioni di agricoltori ed Università, per il recupero e la conservazione, in particolare in aree montane e svantaggiate, di genotipi negletti di patata e di frumento, ma dal potenziale valore socio-economico e nutrizionale, per la loro valorizzazione e sviluppo nelle aziende agrarie dei territori originari.
Per quanto riguarda prodotti e servizi, il Centro proseguirà le sue attività di elezione inserite nel PTA, come già fatto nel biennio precedente. In particolare, si prevede di completare l'acquisizione di attrezzature necessarie alla piattaforma di field phenomics, nonché iniziare ad estendere le attività della stessa ad altre sedi. In ambito di digitalizzazione del management delle colture di pieno campo, il 2023 servirà a valutare se la costituita rete di sensori di umidità del terreno e di dati satellitari potrà diventare un nuovo prodotto di ricerca nel prossimo piano triennale 2024-2026. Nel 2023, qualora

l'attività di *fingerprinting* biochimico mediante elettroforesi capillare proseguisse, si potrà aggiornare il servizio di identificazione genetico-molecolare ampliandolo ai marcatori biochimici.
Nello sviluppo delle attività connesse al miglioramento genetico, tutte le sperimentazioni volte al miglioramento genetico varietale tramite strategie biotecnologiche (incluse le TEA nell'ambito del progetto BIOTECH) sono state condotte nel pieno rispetto della Direttiva 2001/18/CE che disciplina in materia di OGM. In vista della conclusione del progetto BIOTECH del CREA e dell'ottenimento auspicabile delle prime piante di cereali editate o cisgeniche, il Centro si impegnerà a stimolare nelle sedi opportune, e coordinandosi con gli altri centri CREA coinvolti, una revisione della stessa Direttiva, ed altre soluzioni normative che consentano il prima possibile la sperimentazione di campo dei prodotti della ricerca, ed il coinvolgimento delle aziende agricole e di altre componenti delle filiere nella valutazione della utilità delle nuove biotecnologie non-GM.
In merito alle attività istituzionali e di terza missione, si prevede di mantenere invariati gli obiettivi prefissati per il triennio, unendoli ad una intensificazione delle attività di diffusione e condivisione con le filiere e con la società civile dei risultati delle ricerche e del trasferimento tecnologico.
Per quanto riguarda le reti nazionali, si prevede di coordinare nel 2023 anche la rete di confronto varietale frumento duro, dopo un passaggio di consegne dal Centro IT, e di introdurre le prime innovazioni nei protocolli e nella diffusione e comunicazione dei risultati.
Per quanto riguarda l'ampliamento e l'intensificazione delle iniziative di Comunicazione e di Public Engagement, il Centro prevede di rinnovare il suo impegno nel avvicinare la popolazione alla scienza e al ruolo della ricerca nella società tramite l'organizzazione della Notte Europea della Ricerca (a cui il Centro partecipa dal 2019), e nel creare coltura e consapevolezza scientifica negli studenti delle scuole di ogni ordine e grado tramite l'organizzazione di giornate dedicate all'attività *hand-on* e a seminari scientifici (nel 2022, è stato realizzato un Seminario Steams co-organizzato con la Fondazione Golinelli). Tramite l'organizzazione di giornate di formazione dedicate agli operatori del settore, i risultati della ricerca hanno trovato un immediato ed effettivo impatto, come nei due anni dedicati alla formazione degli operatori della filiera pataticola in aree marginali (Progetto Resilient) e del ciclo di seminari rivolti ai panificatori (Progetto Il Pane fa Tendenza 2022). Il Centro ha creduto inoltre focale il ruolo strategico della comunicazione fra Ricercatori tramite l'Organizzazione delle Giornate della Ricerca interne al Centro stesso (novembre 2022) e l'Organizzazione di Eventi Scientifici Internazionali tra ricercatori, come il Meeting Systemic previsto a Roma a fine settembre 2022. Per la concomitante situazione sanitaria, la comunicazione in questi anni è avvenuta soprattutto a mezzo stampa e con eventi in streaming. Per il 2023, il Centro si propone di riprendere l'organizzazione di eventi in presenza continuando a lavorare in sinergia con i diversi target della società e intensificando ulteriormente l'impegno verso i cittadini anche tramite attività di citizen science.
Per quanto riguarda la rivista Maydica, mezzo di comunicazione dei risultati della ricerca internazionale in maiscoltura, ci si propone per l'anno a venire di migliorare l'intero processo di pubblicazione e revisione, anche implementando l'Editorial Board, ed il sistema di referaggio, dato che è sempre più difficile mantenere tempi stretti di revisione dei lavori ricevuti.
I ricercatori del Centro proseguiranno nella partecipazione ai tavoli tecnici di mais e canapa, anche in vista della necessaria revisione del piano di settore mais, alla stesura del quale il Centro ha contribuito significativamente.
Per il laboratorio accreditato presso la regione E.R. CINLab è previsto il rinnovo della domanda di mantenimento alla rete alta tecnologia per l'anno 2023 e la partecipazione sempre più attiva alle iniziative ed ai bandi dedicati ai soggetti accreditati.

Centro di Ricerca
DIFESA E CERTIFICAZIONE (DC)

Direttore: *Pio Federico Roversi*

Missione

Il Centro si occupa della difesa delle piante agrarie, ornamentali e forestali e delle derrate alimentari da agenti biotici e abiotici. Promuove la conservazione e la valorizzazione dell'agro-biodiversità vegetale con particolare riguardo alla valutazione delle caratteristiche di resistenza a stress. È riferimento nazionale per la difesa e la certificazione dei materiali di pre-moltiplicazione e dei materiali sementieri, inclusa la valutazione per l'iscrizione o il rilascio di privativa di varietà vegetali.

I Obiettivi strategici

Obiettivo 1. Prevenire l'insorgere di nuove emergenze causate da patogeni e/o fitofagi alieni che potrebbero minacciare l'agricoltura e le foreste del nostro Paese.

L'Agricoltura italiana e più in generale europea deve confrontarsi in modo crescente con gravi emergenze fitosanitarie determinate dallo svilupparsi di vere e proprie "invasioni biologiche" di organismi e microrganismi alieni dannosi alle piante agrarie che stanno causando danni ambientali ed economici enormi che per le sole produzioni frutticole specializzate hanno superato nel triennio 2018-2020 1 miliardo di euro.
Alla luce della nuova normativa fitosanitaria Nazionale ed Europea e della recente pubblicazione il 2.02.2021 del D.lgs N.19 "Norme per la protezione delle piante dagli organismi nocivi", il CREA-DC, individuato quale Istituto Nazionale di Riferimento per la Protezione delle Piante, ha assunto un ruolo chiave nella prevenzione dell'entrata e della diffusione degli organismi dannosi delle piante, anche in qualità di Laboratorio Nazionale di Riferimento (NRL) per le 6 categorie di organismi e microrganismi e di Laboratorio Europeo di Riferimento (EURL) sia per la Virologia che per la Batteriologia. In tale contesto il CREA-DC dovrà supportare su molteplici fronti il Sistema Paese nella difesa delle piante e dell'agricoltura nazionale.
In tale quadro il primo ambito in cui è necessario operare è la prevenzione di introduzioni accidentali seguita dalla eradicazione di eventuali focolai di nuovi organismi/microrganismi alieni emergenti nocivi alle piante. Attività di particolare complessità legata, come intuibile in modo immediato alla diversità di un pianeta nel quale si stima siano presenti per i soli Insetti oltre 5 milioni di specie, afferisce alla identificazione univoca dei "Pest". Il problema si pone con analoga gravità nel caso di microrganismi dannosi. Le necessità in tale settore e le richieste di sempre più affidabili, economici e rapidi test diagnostici utilizzabili anche nei punti di entrata sul territorio nazionale, stanno crescendo di pari passo con l'elevarsi dei controlli sui flussi commerciali da e verso il nostro Paese e dell'evolversi della disciplina fitosanitaria definita dal Regolamento UE 2016/2031 e più in generale dalle normative a livello mondiale. Non è infatti solo aumentata la necessità di un efficace e tempestivo contrasto a nuove introduzioni accidentali ma è sempre più sentita anche l'esigenza, per tutelare le produzioni agricole nazionali, di assicurare l'assenza di organismi e microrganismi nocivi in merci e piante che dal nostro Paese partono per esportazioni verso altre aree geografiche.
Le azioni in tale contesto si identificano con:

- La messa a punto di protocolli standardizzati e armonizzati a livello internazionale per un sempre maggiore numero di avversità, applicabili mediante l'uso di tecnologie come la Loop Mediated Isothermal Amplification, con particolare attenzione agli apparati dotati di sistemi di georeferenziazione del dato utilizzabili da operatori anche in porti, aeroporti e in pieno campo;
- La definizione di procedure non invasive per la verifica dello stato di salute e il rilievo della presenza, in campo e in laboratorio, di organismi nocivi in piante e prodotti agricoli di interesse

nazionale come ulivo, vite, nocciolo, attraverso l'utilizzo di tecniche di spettroscopia come l'HSI, la MRI e la Terahertz imaging;

- La progettazione e validazione di strumentazioni innovative per il rilevamento sensibile e specifico di patogeni e fitofagi da quarantena o di qualità pericolosi per le colture agrarie mediante ricerche in settori quali la realizzazione di sistemi Lab-on-chip opportunamente funzionalizzati per il riconoscimento biomolecolare;
- L'elaborazione di *Pest risk analysis* su richiesta del Comitato Fitosanitario Nazionale e di modelli per la produzione di mappe di rischio e l'elaborazione di scenari, finalizzati a supportare le scelte strategiche sull'utilizzo della SAU nei diversi contesti produttivi in relazione a variazioni delle dinamiche di popolazione e possibilità di insediamento di "Pests" conseguenti ai cambiamenti climatici in atto.

Altri ambiti di ricerca avanzata afferiscono alla diagnosi di fitopatie ad eziologia complessa per le quali il settore della High-Troughput-Sequencing è oggetto di studi per applicazioni riguardanti l'individuazione di focolai in espansione negli impianti ed il controllo del germoplasma oggetto di scambi commerciali a livello internazionale e a livello vivaistico nazionale.
A queste attività, in settori ad elevato contenuto tecnologico si affiancano, per la diagnostica fitopatologica, altre linee di ricerca finalizzate alla messa a disposizione dei Servizi Fitosanitari di ulteriori strumenti agevolmente impiegabili in modo speditivo in porti e aeroporti su grandi quantità di materiali e di lotti. Una di queste linee, analogamente a quanto si va sperimentando in molti Paesi industrializzati per individuare la presenza di organismi nocivi e piante affette da fitopatie, è rappresentata dall'uso di "cani molecolari". Le indagini in Italia, avviate con fondi UE, sono attualmente portate avanti dal CREA-DC in stretta collaborazione con il Servizio Fitosanitario Centrale del MiPAAF.

Obiettivo 2. Strategie e strumenti innovativi di contrasto delle emergenze e difesa delle colture e del materiale di propagazione.

Un equilibrato sviluppo socio-economico e una gestione realmente sostenibile delle risorse alimentari e dell'ambiente non può prescindere dalla ricerca di innovative strategie di difesa fitosanitaria da patogeni e/o parassiti, alieni e/o indigeni, già presenti o stabilmente insediati sul nostro territorio che minacciano l'agricoltura e le foreste. Riflessione tanto più importante in un Paese così diversificato come l'Italia dove la gamma di contesti produttivi ha reso il sistema agricolo uno dei più ricchi al mondo di prodotti tipici, ciascuno con proprie e peculiari necessità di protezione della coltura dalle avversità, con particolare attenzione agli attacchi di fitofagi e alle infezioni di patogeni.
In tale ambito le ricerche si collocano sui seguenti punti strategici, per alcuni dei quali si sottolineano aspetti di particolare rilevanza.

- Individuazione, nelle aree di origine dei nuovi Pests causa di emergenze fitosanitarie, di antagonisti naturali e agenti di epizoozie, studio delle loro potenzialità di biocontrollo, definizione di protocolli di moltiplicazione massale in laboratorio, analisi del rischio *pre-release* e definizione e attuazione di programmi nazionali di utilizzo nei sistemi agricoli.
- Identificazione di semiochimici implicati nelle interazioni tritrofiche piante-pests-fattori biotici di contenimento e messa a punto di strategie d'impiego in programmi di cattura massale, attract and kill e altre biotecniche per fitofagi emergenti, alieni e indigeni, di colture industriali, frutticole e ortive;
- Messa a punto di sistemi fisici e/o microbiologici per il controllo dei patogeni trasmissibili per seme in biologico e studio di metodi di concia del seme a basso impatto ambientale per il contrasto di malattie batteriche e fungine;
- Individuazione e caratterizzazione, anche mediante lo studio dell'interazione ospite-pest, di fonti di resistenza nelle cultivar italiane di piante arboree ed erbacee di interesse agrario, contesto in cui si intende rafforzare molto la collaborazione e interazione tra Centri CREA in particolare con il Centro CREA-Genomica e Bioinformatica con il fine di affiancare agli studi sulle nuove emergenze fitosanitarie azioni genomiche;

- Identificazione e verifica delle potenzialità di estratti vegetali, olii essenziali, estratti da organismi fungini e prodotti inorganici naturali in grado di esprimere attività di biocontrollo nei confronti di fitofagi e fitopatogeni, anche con riferimento alle tecniche endoterapiche;
- Messa a punto e studio di formulati nanoparticellati per il controllo di patogeni sistemici;
- Messa a punto e utilizzazione di metodologie di risanamento da virus di germoplasma vegetale di pregio;
- Studio di nuove metodologie per il rilievo e la corretta identificazione di caratteri morfofisiologici (es. metodica rapida e affidabile per individuare la data di maturazione delle varietà di riso, caratterizzazione morfofisiologica di grani antichi) e di metodi specie-specifici per la determinazione del livello di ploidia tramite analisi citofluorimetrica;
- Studi di tassonomia dei Pests e dei loro agenti di controllo biologico su base integrata morfologico-molecolare;
- Messa a punto di modelli previsionali per le più importanti colture agricole del nostro Paese in relazione cambiamenti climatici, evoluzione e diffusione di patologie e attacchi di fitofagi e fitoparassiti.
- Si ricordano anche le ricerche di frontiera sulla crioconservazione mediante vitrificazione di artropodi, nematodi e microrganismi di interesse agro-forestale per l'ampliamento delle banche genetiche "*in vivo*" costituite presso il CREA-DC.

A partire dal 2013 ha avuto forti ripercussioni sui due fondamentali settori produttivi italiani, filiera olivicola e attività vivaistiche la malattia nota come "sindrome del disseccamento rapido dell'olivo", nel quale è stato evidenziato un ruolo primario del batterio da Quarantena Xylella fastidiosa, precedentemente solo segnalato per intercettazioni ma mai segnalato in campo nel territorio della Comunità Europea. Il patogeno presenta attualmente un'ampia diffusione come evidenziabile dall'esame della mappa di distribuzione elaborata dalla European and Mediterranean Plant protection Organization (EPPO/OEPP). La diffusione della *Xylella* è stata relativamente rapida, interessando tutte le aree olivicole delle province di Lecce e Brindisi, parte della provincia di Taranto e addirittura i comuni meridionali della provincia di Bari, fino a lambire oggi la piana degli olivi monumentali, tra Monopoli e Fasano: si è passati, infatti, dai circa 8.000 ha interessati nel 2013 a ben 775.000 ha nel 2019. Tra il 2012 e il 2017 si contavano già 6,6 milioni di piante danneggiate seriamente nel Salento, con riferimento particolare alle varietà Cellina di Nardò e Ogliarola Salentina.

La previsione sull'espansione della infezione è che vi sono fondate possibilità che si estenda a tutta la Puglia e alcuni modelli indicano una possibile espansione anche a tutta l'olivicoltura mediterranea, includendo quindi anche paesi come Grecia e Spagna. Al fine di controllare l'impatto negativo determinato dal patogeno *Xylella fastidiosa* associato a tale sindrome sono in atto attività di ricerca e studi di molti enti e strutture in Europa e in Nord e Sud America.

Per quanto attiene il contributo del Centro CREA-DC questo si è esplicato e si dipanerà nei prossimi anni in primo luogo portando avanti tutte le attività di supporto tecnico-scientifico per il MiPAAF svolte in Comitati e Gruppi di Lavoro Ufficiali, come ad esempio il recente GdL per la Predisposizione del "*Piano di Emergenza su Xylella fastidiosa in conformità al Regolamento (UE) 2020/1201*" (Prot. MiPAAF N. 9300270 del 9/11/2020) al quale il Centro è chiamato a dare il suo contributo insieme con il Servizio Fitosanitario Centrale del MiPAAF, il CNR-ISPP e i rappresentanti dei Servizi Fitosanitari delle Regioni Puglia, Basilicata, Campania, Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Liguria, Marche, Piemonte, Toscana, Umbria e Veneto.

A quanto sopra, con riferimento a *Xylella fastidiosa* e alle attività di ricerca mirate al controllo di questa problematica, il Centro CREA-DC sta dando il suo contributo anche nell'ambito di progetti di ricerca in atto come, ad esempio, i Progetti MiPAAF OLIDIXIT, SALVAOLIVI e COXIBO, e il Progetto Regionale FATA, portati avanti insieme con CREA-OFA, CREA-AA e le Università del Salento, del Molise e di Catania, impegnandosi nelle linee di seguito elencate.

- ✓ Strategie di controllo in pieno campo con prodotti registrati ed autorizzati o in fase sperimentale;

- ✓ Applicazioni in pieno campo di prodotti a basso impatto ambientale (come estratti di Punica granatum, estratti da sansa da frantoio a due fasi, oleuropeina, propoli, derivati da combinazioni di alghe e piante superiori);
- ✓ Realizzazione di nanopreparazioni a base di Fosetyl-AL e chitosano, verifica dell'efficacia in vitro e in piante modello e loro rilevamento in pianta e nell'insetto al fine di approfondire le interazioni con il binomio vettore/batterio;
- ✓ Utilizzo di composti naturali e/o di origine vegetale (filtrati colturali, oli essenziali) e prodotti innovativi a basso impatto ambientale (a base di nuovi formulati di rame, argento, ozono) per la verifica di efficacia in vitro;
- ✓ Prove per la valutazione della resistenza delle cv. Raggiola e Frantoio sottoposte ad infezione naturale di X. fastidiosa;
- ✓ Sviluppo di sistemi diagnostici innovativi basati su tecnologia NGS (Nanopore MInION Oxford technology) e validazione della metodica.
- ✓ Caratterizzazione dei profili lipidici di piante sane ed infette finalizzate all'individuazione di marcatori specifici della malattia.

Obiettivo 3. Sviluppo di sistemi innovativi per la certificazione delle sementi

Nell'ambito dell'Area Certificazione del Centro il personale, in applicazione delle disposizioni di legge, si occupa di controllo e certificazione di materiali sementieri, di esami dei requisiti richiesti per l'iscrizione per il rilascio di privativa delle varietà vegetali e svolge un ruolo fondamentale disciplinato in ognuno dei suoi passaggi dalle norme nazionali e internazionali in vigore. A questo si accompagnano attività di ricerca e sperimentazione. Il settore richiede infatti anch'esso innovazioni di processo, di prodotto e organizzative. A quest'ultimo riguardo il Centro CREA-DC oltre ad assicurare lo svolgimento dei compiti di legge è attivo con le azioni dettagliate di seguito:

- Studio di modalità avanzate di stoccaggio e valorizzazione delle Collezioni di riferimento, anche mediante l'estensione ad altre specie agrarie di primaria importanza di strumenti messi a punto dal Centro per il Mais;
- Individuazione di nuovi marcatori molecolari utili al rilievo di sementi OGM ed alla caratterizzazione varietale standardizzata e sviluppo di protocolli di laboratorio per l'esecuzione dei test, con aggiornamento dei criteri per l'iscrizione delle nuove varietà di mais e orzo mediante l'introduzione di descrittori genetici di tipo molecolare (SSR e/o SNP) e integrazione di dati molecolari nei DUS test in frumento duro;
- Le strutture CREA-DC incaricate delle prove DUS per l'iscrizione al registro delle nuove varietà di pomodoro sono inoltre coinvolte nelle ricerche sulla messa a punto di marcatori molecolari previsti dai nuovi protocolli per la valutazione delle resistenze a virus delle piante come ad esempio TSWV, ToMV e Fusarium oxysporum f. sp lycopersici.
- Sviluppo di un piano di informatizzazione e digitalizzazione di supporto agli operatori per i controlli "in situ" alle colture da seme;
- Sviluppo di un Piano di industrializzazione dell'area Certificazione.

Obiettivo 4. Tutela della Biodiversità nei Sistemi Agricoli e negli Ecosistemi Forestali

Il Centro CREA-DC è inoltre fattivamente impegnato in progetti Nazionali e dell'UE incentrati sulla conservazione della Biodiversità in Europa, con particolare attenzione a:

- definizione di Protocolli utilizzabili per le verifiche periodiche sullo stato di conservazione di specie protette, richieste dalle Direttive Comunitarie;
- realizzazione di strumenti di Citizen Science per consentire il coinvolgimento di un numero sempre maggiore di cittadini nella raccolta di dati faunistici;
- formazione del Corpo dei Volontari Europei per il Monitoraggio della Biodiversità Forestale nelle aree protette.

II Prodotti e servizi

Il Centro cura una estesa gamma di attività di supporto tecnico-scientifico alle istituzioni internazionali, nazionali e regionali, di trasferimento tecnologico e di disseminazione delle conoscenze scientifiche. Come attività istituzionale il Centro si occupa inoltre di analisi ufficiali conto terzi (Regioni, Aziende etc.) relativamente a patogeni/fitofagi di quarantena e di qualità. Nel CREA-DC sede di Roma è presente il DIALAB in conformità ai requisiti della norma ISO/IEC 17025:2005, primo laboratorio pubblico italiano di diagnosi di patologia vegetale accreditato dall'Ente Italiano di Accreditamento - ACCREDIA. Altre sedi del Centro, non solo dell'area Difesa, hanno in fase di istruttoria il loro accreditamento. Sempre presso il CREA-DC è gestita la Banca Dati fitofarmaci e sostanze attive del MiPAAF (che contiene il database riguardante i prodotti fitosanitari e sostanze attive registrate in Italia dal 1968). Il CREA-DC è inoltre riconosciuto idoneo con D.M. del 03/02/2016 ad effettuare prove ufficiali di campo per valutare l'efficacia dei prodotti fitosanitari.

III Attività istituzionale e di terza missione

Area Difesa

Con riferimento alla Diagnostica Fitopatologica si evidenzia che il Centro CREA-DC è:

- Laboratorio Ufficiale Europeo di Riferimento per le Malattie delle Piante causate da Virus, Viroidi e Fitoplasmi (EURL Virology);
- Laboratorio Ufficiale Europeo di Riferimento per le Malattie delle Piante causate da Batteri (EURL Bacteriology);
- Laboratorio Nazionale Ufficiale di Riferimento per l'Italia (NLR) di Entomologia Agraria e Forestale, Acarologia, Nematologia, Virologia, Batteriologia e Micologia;
- Membro di Gruppi di Lavoro del G20 Agricultural Chief Scientists (MACS-G20);
- Membro dei Panel per la Diagnostica Fitopatologica dell'European and Mediterranean Plant Protection Organization (EPPO);
- Gli esperti del Centro sono inoltre coinvolti in pressoché tutti i Comitati Tecnico-scientifici e i Gruppi di Lavoro afferenti Difesa delle piante, Certificazione delle sementi e Materiale di propagazione del Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali.

Si ritiene utile evidenziare anche che il CdA del CREA ha deliberato in accordo con il MiPAAF la realizzazione presso il Centro di Ricerca CREA-DC del "Laboratorio Nazionale per il Controllo degli Artropodi e Nematodi da Quarantena" e del "Laboratorio Nazionale per il Controllo dei Microrganismi da Quarantena", con la finalità di mettere a disposizione dell'intera comunità scientifica italiana, piattaforme tecnologiche analoghe a quelle già operative nei principali Paesi industrializzati.

Da ultimo si sottolinea come il CREA-DC abbia in atto Convenzioni con il Comando Carabinieri Tutela Biodiversità e Parchi (CUTFAA) insieme con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare per fornire supporto e assistenza tecnico-scientifica ai 28 Reparti Carabinieri biodiversità che gestiscono i Siti Natura 2000 presenti in 132 riserve distribuite su tutto il territorio nazionale.

Area Certificazione

Il Processo di "Certificazione delle Sementi" si svolge in step diversi, descritti dalle norme in vigore, mirati a garantire tracciabilità e qualità dei Semi, considerati il fattore chiave per consentire il migliore utilizzo di tutti gli altri fattori produttivi e la qualità delle produzioni. Tutte le fasi della Certificazione devono essere svolte dall'organismo ufficiale di controllo o dall'operatore autorizzato ad operare sotto sorveglianza ufficiale. In Italia a seguito dell'assorbimento delle attività dell'Ente Nazionale Sementi Elette nel CREA e del successivo Piano di riordino con creazione del Centro CREA-DC, tale compito è demandato per legge a questo Centro. Un ulteriore importante settore di attività dell'Area Certificazione è rappresentato dalle Prove per l'Iscrizione delle Varietà al Registro Nazionale (oltre mille ogni anno) che richiedono la messa in atto di prove descrittive e prove

agronomiche. Il Centro CREA-DC ha coordinato in tale contesto le prove per cereali a paglia, mais, riso, foraggere, patata, ortive e per le specie industriali il cui coordinamento era in precedenza curato dalle regioni. Il Centro ha messo inoltre a punto modalità di controllo delle popolazioni eterogenee di cereali in applicazione dell'esperimento comunitario di cui alla Decisione di esecuzione 2014/150/UE del 18 marzo 2014 e si occupa di valutazione delle resistenze a patogeni in pomodoro.
In virtù della consolidata missione sopra descritta, l'Area Sementi di CREA DC ha dato prioritariamente applicazione alle attività che derivano dalle disposizioni di natura normativa. Rientrano in questo ambito la certificazione ufficiale o sotto sorveglianza dei prodotti sementieri, le prove di carattere descrittivo, agronomico e tecnologico per l'iscrizione di varietà al registro nazionale, il monitoraggio della assenza di sementi geneticamente modificate in sementi non geneticamente modificate di mais e soia. Un'importante filone di attività è costituito dalle prove effettuate su richiesta di terzi per analisi tecnologiche o fitopatologiche o di caratterizzazione varietale delle sementi. Una considerevole componente è rappresentata dalla analisi delle sementi per il rilascio del certificato internazionale ISTA (International Seed Testing Association) che può essere rilasciato solo da laboratori accreditati dalla stessa ISTA, quale è la Sede CREA DC Laboratorio di Tavazzano.
Un'altra importante componente è l'accreditamento quale Ufficio d'Esame per il CPVO, per il quale particolare risalto deve essere dato all'estensione al frumento tenero (2022) e alla gramigna (2020) e la conferma per le altre specie (mais - classi FAO 500, 600, 700, riso, frumento duro, veccia di Narbonne, melone, pomodoro ad accrescimento determinato, carciofo/cardo, bromo, trifoglio alessandrino e veccia pannonica).
Con riferimento alle attività editoriali il CREA-DC pubblica la rivista scientifica internazionale ISI/SCOPUS "REDIA Journal of Zoology" e la rivista tecnica "Dal Seme".

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

Un equilibrato sviluppo socio-economico e una gestione realmente sostenibile delle risorse alimentari e dell'ambiente non può prescindere dalla ricerca di innovative strategie di difesa fitosanitaria da fitofagi e patogeni che minacciano i principali sistemi agricoli e le foreste. Riflessione tanto più importante in un Paese così diversificato come l'Italia dove la gamma di contesti produttivi ha reso il sistema agricolo uno dei più ricchi al mondo di prodotti tipici, ciascuno con proprie e peculiari necessità di protezione della coltura dalle avversità, con particolare attenzione agli attacchi di fitofagi e alle infezioni di patogeni. Molte delle energie del Centro CREA-DC sono indirizzate proprio alla ricerca di strumenti e strategie per ridurre l'uso e i rischi legati ai pesticidi in linea con l'obiettivo del Green Deal europeo. Vale la pena evidenziare in tale ambito che la situazione di difficoltà è stata amplificata anche nel nostro Paese in anni recenti dalla necessità di contrastare varie invasioni biologiche di organismi/microrganismi nocivi delle piante, che hanno devastato le coltivazioni. Basti l'esempio della Cimice asiatica che, come riportato nel documento di Analisi del Rischio per richiedere l'autorizzazione al rilascio dell'Agente di Controllo Biologico *Trissolcus japonicus* redatto dal CREA-DC su richiesta del Comitato Fitosanitario Nazionale, dopo aver causato circa 800 mil di euro di danni nel solo biennio 2018-2019 ha costretto i principali distretti frutticoli dell'Italia centro-settentrionale ad effettuare 3-4 ulteriori interventi annui con insetticidi non selettivi nel tentativo di controllare il nuovo fitofago di recente introduzione sul territorio nazionale. Le azioni messe in atto dal CREA-DC su richiesta del Servizio Fitosanitario Centrale del MIPAAF hanno permesso di costruire un modello operativo che per la prima volta ha realizzato un intervento coordinato di Lotta Biologico che ha visto la compartecipazione del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali, dei Servizi Fitosanitari Regionali di 5 Regioni e delle Province autonome di Trento e Bolzano e di 4 Università e Fondazioni scientifiche, realizzando le sinergie richiamate nelle osservazioni della DIPEISR. Analogo impegno è stato profuso dal Centro per la protezione degli ecosistemi forestali in quanto tra le cause del deperimento delle foreste il Documento della Commissione inserisce le "*fitopatie e infestazioni parassitarie*" insieme a siccità, tempeste e alluvioni, evidenziando anche aspetti connessi agli stock di carbonio. Studi recenti hanno infatti evidenziato a quest'ultimo riguardo come da sole 5 specie aliene di interesse forestale sono in grado

di compromettere nei prossimi anni oltre il10% del carbonio immagazzinato nelle foreste europee se non sarà fermata il loro ingresso o la loro avanzata a partire da focolai iniziali, come nel caso del temuto Nematode del pino, a rischio di diffusione dalle ormai devastate pinete del Portogallo. In tale contesto e nel più generale quadro della realizzazione di grandi infrastrutture strategiche per il sistema Paese il Centro CREA-DC ha curato la preparazione e l'approvazione del Progetto Esecutivo, già in fase di realizzazione, di una Piattaforma Tecnologica Integrata a servizio del Servizio Fitosanitario Nazionale (Custos Plantis – Guardiano delle Piante) che comprende il Laboratorio da quarantena per Acari, Insetti e Nematodi dannosi alle piante di Firenze, il Laboratorio da quarantena per Virus, Batteri e Funghi dannosi alle Piante di Roma, relative infrastrutture di supporto e Stazioni di quarantena. Le richieste degli ultimi anni per impegnativi interventi strutturali e grandi attrezzature si collocano essenzialmente in questo ambito. Nel quadro delle raccomandazioni specificatamente redatte per il nostro Paese viene posta grande attenzione anche agli habitat di interesse per l'UE ed in particolare per i territori inseriti nella Rete Natura 2000 estesi su oltre il 19% del Paese con una superficie forestale pari a 1,9 milioni di ettari pari a circa il 20% del totale delle foreste italiane. Su quest'ultimi si ribadisce la necessità del sostegno anche a favore del monitoraggio, ambito nel quale il CREA-DC è da tempo impegnato in collaborazione con una diversificata schiera di strutture pubbliche e private, nazionali e internazionali e da anni è inserito a pieno titolo in gran parte dei progetti dell'Unione di ricerca, messa a punto di modalità gestionali e formazione.

Per i 77 progetti attivi a luglio 2022 si elencano alcuni tra i principali risultati ottenuti.

Per quanto attiene la produzione di nanoparticelle efficaci per il controllo di *Xylella fastidiosa*., sono state sintetizzate nanoparticelle di Fosetyl-Al associate a nanocarrier di chitosano che inibiscono, in vitro, sia la crescita batterica in forma planctonica che la produzione di biofilm ed esercitano un controllo della moltiplicazione di *Xylella fastidiosa* in piante modello di *Nicotiana tabacum* artificialmente infette. Nel quadro della **r**icerca multidisciplinare finalizzata a migliorare lo studio dell'interazione pianta patogeno, la prevenzione, la diagnosi e il controllo di *Xylella fastidiosa*, è Sempre con riferimento a *Xylella è stato messo a punto un sistema di sequenziamento "Next generation Sequencing" basato su "amplicon-Nanopore-sequencing" in grado di rivelare il batterio in campioni infetti e identificarne nel contempo la subspecie e la Sequenza Tipo (ST). Infine, la caratterizzazione del lipidoma in piante di olivo sane e infette ha permesso l'identificazione di marker di infezione.***N**ell'ambito del supporto scientifico al Servizio Fitosanitario Centrale sono state redatte le Note tecniche per *Pantoea stewartii* subsp. *Stewaertii* (PSS) e si è dato il necessario supporto scientifico per la stesura del Piano di azione oltre a verificare la validità dei metodi diagnostici disponibili per questo patogeno anche con riferimento per la matrice seme. Le indagini sui potenziali insetti vettori, hanno permesso di individuare quale agente di trasmissione di *Halyomorpha halys*. Per quanto attiene un altro paogeno delle piante di primaria importanza,*Candidatus Liberibacter solanacaearum'* (CaLsol), le indagini svolte hanno permesso di rivelare la non adeguatezza di trattamenti termici ampiamente diffusi. E' stata allestita una collezione di isolati di plum pox virus, agente causale della sharka delle Drupaceae, con i quali sono in corso prove di resistenza al virus in ambiente confinato. Per quanto attiene le piante di *Juglans* è stata implementata una collezione vivente di 685 progenie di ibridi J. *Major*/*nigra* e *J. Microcarpa* e sono state avviate prove di tolleranza a *Phytophthora* e blackline oltre a mettere a punto un protocollo per la diagnosi quantitativa di *Phytophthora* nel terreno e su tessuto ospite mediante Realtime PCR. In relazione alle ricerche su organismi nocivi polifagi alieni dannosi all'olivo accidentalmente introdotti o a rischio di introduzione sono stati elaborati scenari di rischio associati a insetti finalizzati alla messa a disposizione dei Servizi Fitosanitari di modelli previsionali. Per quanto attiene strategie e strumenti per il supporto ai controlli fitosanitari nei punti di ingresso sul territorio nazionale è stata predisposta una check list mondiale delle specie di insetti, nematodi ed acari potenzialmente nocivi all'olivo e a rischio di introduzione in Italia. Con riguardo alle potenzialità di controllo di nuovi insetti nocivi mediante sistemi di lotta biologica o biotecnologica il Centro ha reso disponibili dati e informazioni relativi all'impiego di specie del Genere *Trissolcus*per il controllo della Cimice asiatica, anche con riferimento alla messa a punto di metodi ottimali di allevamento di tali antagonisti naturali da

utilizzare in programmi di lotta biologica. Per la tematica controllo della Mosca delle olive è stato elaborato uno specifico protocollo di impiego dei prodotti ad azione larvicida ancora utilizzabili in ambito UE Per quanto attiene gli oliveti ed in particolare gli impianti intensivi e superintensivi, le indagini del Centro hanno riguardato anche le comunità di Nematodi fitoparassiti nei riguardi dei quali sono state caratterizzate le condizioni colturali e ambientali che maggiormente favoriscono lo sviluppo delle popolazioni di questi temibili e difficilmente controllabili fitoparassiti. Nel quadro delle indagini per la difesa fitosanitaria degli oliveti il Centro ha collaboarto alla definizione di innovativi formulati a base di argille di origine naturale per l'adsorbimento di molecole di rame e di aldeidi. La residualità di queste nuove sostanze è risultata praticamente nulle e lo stesso dicasi della loro fitotossicità. I primi risultati sono stati presentati a Convegni come Chimica verde e Chimica & Industria destando grande interesse nel settore. Anche le tecniche di difesa da avversità di colture minori in fase di forte espansione come il Luppolo sono state oggetto di studi che hanno permesso di individuare prodotti di origine vegetale derivati da scarti di lavorazioni con azione nei riguardi di insetti e acari nocivi. Idrolati e Oli essenziali di luppolo sono stati testati insieme ad olio di salvia nei confronti di un insetto delle derrate *Sitophylus oryzae* (Coleoptera Curculionidae) in prove di tossicità diretta/antifeeding e in prove di fumigazione con risultati positivi in fase di sviluppo per definirne le possibilità di applicazione pratica. I ricercatori del Centro hanno anche dato un contributo fondamentale alla definizione di disciplinari per controlli delle derrate da acquisire da parte di grandi catene distributive con riferimento alle Regioni Sicilia, Puglia, Calabria e Campania. Per il controllo di un'altra specie aliena di recente introduzione in Italia, *Popillia* japonica, sono stati messi a punto strumenti e sistemi di controllo biologico e biotecnologico, con particolare riferimento alle strategie Attract and Kill. Per la difesa di colture minori vanno anche ricordati i risultati degli studi condotti mediante applicazione di funghi entomopatogeni per la lotta nei riguardi del Punteruolo nero del Fico mediante strategie finalizzate alla contaminazione degli adulti al fine di favorire lo sviluppo di epizoozie. Per le azioni di protezione delle piante in vivai per produzioni ornamentali il Centro al fine di ottimizzare il contrasto alla introduzione di organismi alloctoni patogeni e parassiti animali, ha curato la definizione di idonei protocolli di campionamento finalizzati a fornire tempestivamente informazione sulla presenza di acari dannosi su materiale vivaistico di Conifere. Nell'ambito delle indagini per ridurre le applicazioni di prodotti chimici mediante l'uso di induttori di resistenza e l'ottimizzazione dei tempi dei trattamenti sia nella gestione integrata e che nell'agricoltura biologica di uva da vino e da tavola il Centro ha messo a punto l'integrazione di tre diverse strategie: gestione del suolo mediante colture di copertura (inerbimento e sovescio), uso di induttori di resistenza e integrazione della gestione in un sistema di supporto alle decisioni per la prevenzione della peronospora e altre infezioni da patogeni dell'uva. Sempre con riferimento ai vigneti sono state completati studi per la combinazione di utilizzo di rifiuti organici della produzione di vino con minerali microporosi (zeoliti), anche con riferimento all'impatto sulla biodiversità degli agroecosistemi testati. Nel quadro delle indagini e attività mirate all'informatizzazione e digitalizzazione dei controlli "in situ" alle colture da seme è stata sviluppata una nuova piattaforma per il programma di certificazione delle sementi (https://crea-dc.inode.it/index.php) più performante e intuitiva, con nuove funzionalità destinate a eliminare l'utilizzo di supporti cartacei. In particolare, è stata introdotta la possibilità di identificare le colture da seme, attraverso fotogrammetria aerea ricorrendo alle coordinate GPS. A questo è stato affiancato lo sviluppo di nuovi protocolli per la caratterizzazione dei lotti di sementi convenzionali ai fini della individuazione di sementi geneticamente modificate, oltre alla messa a punto e validazione di un set di marcatori di tipo SNP per la caratterizzazione delle collezioni di riferimento europee delle varietà di pomodoro in attività coordinate dal NAKTUNBOUW (NL) in collaborazione con GEVES (FR) e INIA (ES). Nell'ambito delle attività del Settore sementiero il centro CREA-DC in collaborazione con CREA-GB e CREA-ZA ha sviluppato metodi innovativi nei protocolli DUS, in particolare per il frumento tenero, il pomodoro e miscugli. Il Centro ha anche realizzato per i cereali la **c**aratterizzazione di varietà autoctone siciliane di frumento duro già iscritte o in fase di iscrizione al Registro Nazionale. Si ricordano inoltre la collaborazione con il Parco nazionale Arcipelago Toscano per la caratterizzazione

genetica con marcatori SSR di varietà locali, nonché la caratterizzazione morfofisiologica di RGV autoctone campane. Senza peraltro dimenticare i risultati di ricerche e azioni di **s**viluppo e trasferimento a sostegno della risicoltura biologica e lotta ai principali patogeni trasmessi per seme in *Triticum* spp. e *Oryza sativa*: concianti e strategie di difesa per l'agricoltura biologica. Si ricordano anche i risultati delle attività condotte nell'ambito del Trattato Internazionale sulle Risorse Genetiche Vegetali per la costituzione di collezioni vegetali di specie mediterranee multifunzionali con elevati contenuti, sia nelle foglie che nei fiori e nelle bacche, di biomolecole attive di interesse industriale (alimentare, farmaceutica, cosmetica). Il CREA-DC con riferimento alla tutela della biodiversità e alla sensibilizzazione del pubblico sui temi di conservazione della natura ha prodotto: 1) protocolli per il monitoraggio di specie di coleotteri saproxilici incluse nella Direttiva Habitat e attualmente adottati da ISPRA come protocolli nazionali; 2) metodi innovativi per il rilevamento di specie prioritarie; 3) programmi di *citizen science* per la raccolta e analisi di dati distributivi di insetti protetti sul territorio nazionale

V Progettualità 2023

Grazie alla presenza di ricercatori/tecnologi e di tecnici di elevata preparazione, nonché per la spinta data negli ultimi anni ad un sempre più marcato approccio interdisciplinare e multidisciplinare conseguente alla integrazione di differenti competenze e specializzazioni presenti nel Centro, nonché all'impegno profuso nel rafforzamento e allargamento della rete di relazioni internazionali, il Centro CREA-DC ha conseguito una posizione di rilievo progettuale in costante crescita sia nel panorama nazionale scientifico nazionale che internazionale. Con riferimento alla Diagnostica Fitopatologica si evidenzia che il Centro CREA-DC dopo aver vinto una call internazionale è "European Union Reference Laboratory for Pests on plants – Bacteria" ed "European Union Reference Laboratory for Pests on plants - Viruses, Viroids and Phytoplasma"s in un consorzio di eccellenza con i seguenti Partner, Food and Consumers Product Safety Authority – The Netherlands, Research Institute for Agriculture Fisheries and Food – Belgium, National Institute of Biology – Slovenia. Si elencano di seguito ambiti primari di attività per il 2023.

a) Realizzazione della Piattaforma tecnologica Integrata «Guardiano delle Piante» con i due Laboratori Nazionali da Quarantena per la tempestiva identificazione e lo studio di organismi/microrganismi alieni nocivi alle piante in condizioni di sicurezza biologica.
b) Messa a punto di protocolli diagnostici standardizzati e armonizzati a livello internazionale, basati anche sull'uso di tecnologie come la Loop Mediated Isothermal Amplification utilizzabili da operatori del Sistema Fitosanitario Nazionale o da stake holders in porti, aeroporti e aree produttive strategiche.
c) Progettazione e validazione di sistemi Lab-on-Chip opportunamente funzionalizzati per il riconoscimento biomolecolare, per il rilevamento sensibile e specifico di patogeni e fitofagi.
d) Definizione di procedure non invasive per rilevare la presenza di «pest» in piante e prodotti agricoli di interesse nazionale attraverso l'utilizzo di tecniche di spettroscopia, come l'HSI, la MRI e la Terahertz imaging, e l'impiego di cani molecolari.
e) Predisposizione di *Pest Risk Analysis* e di modelli fenologici e di distribuzione potenziale per la produzione di mappe di rischio e l'elaborazione di scenari, finalizzati a supportare scelte strategiche sull'utilizzo della SAU in relazione ai rischi di insediamento e sviluppo epidemico di organismi nocivi, anche in relazione alle modifiche ambientali determinate dai cambiamenti climatici in atto.
f) Studi e verifica di applicazioni relative al settore della High-Troughput-Sequencing per la diagnosi di fitopatie ad eziologia complessa in relazione al controllo di germoplasma per il settore vivaistico.
g) Ampliamento delle banche genetiche crioconservate di pest, di supporto alle indagini tassonomiche su specie aliene.

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca del Centro CREA-DC avranno ampia condivisione e diffusione attraverso: pubblicazioni su riviste tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali, strumenti divulgativi di vario genere (posters, relazioni orali, brochures, booklets, database, schede di prodotto, dossier scientifici,

etc.), organizzazione di convegni, strumenti tecnici a supporto del legislatore e degli stakeholders, reti di ricerca integrate tra aziende ed attori nazionali ed internazionali, infrastrutture di ricerca.
Le attività di divulgazione saranno rivolte a vari stakeholders, aziende ed imprese del settore, consumatori, organismi pubblici e privati, anche attraverso canali social, sito web, principali reti radiotelevisive nazionali, testate giornalistiche.

Centro di Ricerca
FORESTE E LEGNO (FL)

Direttore: ***Piermaria Corona***

Missione

Il Centro svolge studi e ricerche per la gestione sostenibile delle foreste e dell'arboricoltura da legno, con particolare riguardo per il miglioramento genetico degli alberi forestali, la conservazione e gestione della biodiversità, la valorizzazione delle produzioni legnose e non legnose dei boschi e delle piantagioni forestali.

I Obiettivi strategici

Obiettivo 1. Selvicoltura di precisione per migliorare la gestione e le produzioni forestali

Obiettivo finalizzato alla ricerca e sviluppo di azioni a supporto della filiera foresta–legno mediante l'utilizzo di tecnologie geomatiche oltre che iniziative di informazione e comunicazione. In particolare, saranno sperimentate e trasferite verso i portatori di interesse pubblici e privati tecnologie innovative per la quantificazione di parametri forestali quali biomassa, volumi legnosi, caratteristiche dendro-strutturali e incrementi arborei, nonché caratteristiche ecologiche e fenologiche dei popolamenti forestali. A tal fine verranno testate diverse tecnologie quali sensori laser e ottici prossimali (Laser Scanner Terrestre, fotografia), trasportati da drone, aereo o satellitari. A questi saranno aggiunti i sensori satellitari disponibili su vasta scala e con disponibilità ad accesso aperto (es. missione Copernicus-Sentinel). Saranno sviluppati sistemi di integrazione multiscalari e di supporto alle decisioni che sono necessari al trasferimento di queste tecnologie verso gli utenti finali. Tali attività saranno orientate alla riduzione di costi di inventariazione, all'aumento della precisione nelle stime e all'ottenimento di informazioni spazialmente continue e temporalmente aggiornabili. Inoltre, particolare attenzione sarà posta nell'individuazione di informazioni relative alla logistica e alla disponibilità di dati e scenari climatici al fine di contribuire da un lato alla *wood security* e dall'altro alla creazione di distretti forestali con pianificazione adattativa ad alto contenuto tecnologico (*precision* e *smart forestry*). Infine, sarà implementato l'uso del monitoraggio climatico come *driver* addizionale della pianificazione forestale a livello aziendale e territoriale. In quest'ottica, sarà incentivata una maggiore sinergia con gli altri Centri per aumentare l'efficienza della rete di monitoraggio meteo-climatico.

Obiettivo 2. Gestione resiliente degli ecosistemi forestali in risposta ai cambiamenti ambientali

Questo obiettivo si propone la valorizzazione della biodiversità degli ecosistemi forestali e l'adattamento in risposta alle principali azioni di disturbo che modificano gli equilibri con azioni a breve e a lungo termine, come gli incendi boschivi, il cambiamento climatico, gli estremi climatici e l'impatto della fauna, con particolare riferimento ai danni da ungulati. In particolare, verranno sviluppati modelli di previsione che possano quantificare: a) il ruolo delle foreste nella mitigazione dei cambiamenti climatici in relazione all'applicazione di diradamenti forestali (quali misure di compensazione per le emissioni di CO_2); b) le dinamiche clima-produzione di seme e pasciona (masting) nelle principali formazioni forestali italiane. Inoltre, saranno sviluppati protocolli di rilievo dati e di supporto alle scelte gestionali di facile applicazione pratica nel processo di pianificazione forestale, implementando i modelli di previsione dell'accrescimento legnoso a breve termine delle diverse specie in risposta alle variabili climatiche. La multifunzionalità del bosco verrà esplorata attraverso la definizione di modelli gestionali che valorizzino il ruolo ecologico ed economico di alberi e habitat forestali per la filiera del miele e dei prodotti dell'apicoltura, ma che siano anche a supporto della conservazione della biodiversità nelle aree Natura 2000. L'attività del Centro sarà anche indirizzata alla definizione di indicatori innovativi di gestione forestale sostenibile e modelli di gestione innovativa per i boschi cedui per la mitigazione dei cambiamenti ambientali elaborando

nuovi indicatori di risultato per lo sviluppo della gestione sostenibile dei boschi cedui in risposta al cambiamento globale.

Obiettivo 3. Valorizzazione delle risorse genetiche forestali e adattamento ai cambiamenti ambientali

Le attività sono finalizzate al monitoraggio, alla conservazione e alla valorizzazione delle risorse genetiche forestali, sia mediante interventi di miglioramento genetico che di studio del loro adattamento ai cambiamenti climatici. Nelle parcelle comparative diffuse su tutto il territorio nazionale sarà fondamentale poter individuare i caratteri fenotipici adattativi dei diversi genotipi (specie, provenienze, cloni forestali ecc.), integrando metodi tradizionali, più puntuali, che consentono di monitorare le performance dei singoli individui, con tecnologie digitali ICT (laser scanner, remotely sensed sensors, plant and seed phenotyping platforms, ecc.), che permettono valutazioni oggettive di numerosi individui su una scala più vasta. Per contribuire al raggiungimento della neutralità climatica sarà necessario che le aree boschive aumentino non solo quantitativamente ma anche qualitativamente, per incrementarne la resilienza alle pressioni causate dai cambiamenti climatici. Ciò richiederà l'utilizzo di materiale forestale testato e certificato, con ricadute positive e importanti sul settore della filiera vivaistica forestale. A questo riguardo sarà opportuno provvedere alla valutazione di materiali di base forestali e di genotipi di *Populus* spp., per migliorare le caratteristiche di adattabilità, con particolare riguardo alla tolleranza allo stress idrico. Saranno valutate le caratteristiche di resilienza ai cambiamenti climatici per cloni di pioppo, al fine di selezionare i migliori genotipi per le produzioni legnose e di utilizzare il germoplasma più idoneo per i nuovi incroci (nuovi cloni MSA). Il mantenimento e ampliamento di modelli di conservazione dinamica *in situ* (selvicoltura su basi genetiche) e attività di *assisted gene flow* e migrazione assistita saranno ancora essenziali per la valutazione di lungo termine della capacità di migrazione delle specie forestali, sotto la spinta dei cambiamenti climatici. Nello specifico, verrà ampliata la collezione di *Abies nebrodensis*. Inoltre, per garantire la conservazione e gestione di risorse genetiche forestali nel tempo e fornire materiale di propagazione certificato, portando innovazione nella filiera vivaistica forestale, si continuerà nelle attività di ricerca relative alla definizione di marcatori molecolari in grado di individuare anche in fase di selezione precoce, genotipi con una performance produttive e adattative migliori. Infine, per salvaguardare le risorse naturali ed offrire opportunità di reddito agli agricoltori, in particolare delle zone montane, sarà necessario approfondire gli studi sulla biodiversità vegetale di specie aromatiche, e medicinali alpine e alimentari soggette a raccolta spontanea, per l'ottenimento di prodotti forestali non legnosi, contribuendo a diffonderne la coltivazione in sostituzione alla raccolta spontanea. In questo quadro, si inserisce il reperimento e conservazione (come seme, a medio termine e in vivo, ex situ nei campi sperimentali in sede ed esterni alla sede) di accessioni delle specie inserite nel Programma RGV-FAO per il triennio considerato, anche tramite l'adesione ai network internazionali AEGIS (A *European Genebank Integrated System*) e ECPGR (*European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources*).

Obiettivo 4. Arboricoltura da legno sostenibile, resiliente e adattativa ai cambiamenti ambientali

Obiettivo volto all'individuazione, sviluppo e conservazione di forme di gestione di piantagioni da legno sostenibili per l'ambiente, l'economia e la società, attraverso la realizzazione di cloni di pioppo e di salice caratterizzati da elevata resistenza agli stress biotici ed abiotici, ad elevato contenuto in cellulosa e lignina, dotati di elevato potenziale economico per la filiera vivaistica dell'arboricoltura da legno. Inoltre, mediante la messa a punto di protocolli e strategie di intervento sarà possibile avviare la produzione di legno di pioppo biologico per il settore degli imballaggi a base legno ed utilizzare nuovi cloni di pioppo nel recupero di aree urbane/periurbane inquinate o degradate. Verranno realizzati opportuni strumenti e strategie alternative sostenibili dal punto di vista ambientale ed economico (pioppicoltura a "chimica zero"), per la lotta ai cosiddetti tarli (punteruolo del pioppo e saperda maggiore). Al fine di scongiurare l'insorgenza di nuove problematiche di carattere

fitosanitario dovute a patogeni quali *Fusarium* spp. e *Alternaria* spp., saranno realizzati test precoci di screening, in laboratorio e in campo, da applicare ai nuovi genotipi delle famiglie di *P. nigra* × *P. nigra* e di *P. deltoides* × *P. nigra*. Inoltre, attraverso un monitoraggio fitosanitario delle piantagioni di arboricoltura da legno (ADL), verranno individuati precocemente nuovi parassiti accidentalmente introdotti sul territorio nazionale, anche a causa dei cambiamenti climatici, permettendo in tal modo di individuare strategie di difesa sostenibili e resilienti. Un esempio sarà la sperimentazione della lotta alla cimice asiatica in pioppicoltura con prodotti di origine naturale, nonché con introduzioni di parassitoidi naturali delle uova dell'infestante. Saranno inoltre individuate e selezionate specie vegetali innovative per l'ottenimento di estratti da impiegarsi contro parassiti e patogeni autoctoni o esotici. Di elevato interesse sarà la valutazione ecologica ed economica dell'utilizzo e della gestione dei residui di utilizzazione degli impianti di arboricoltura da legno. Con lo sviluppo di nuovi modelli di agroforestry con pioppo e con altre specie a rapida crescita abbinate ad arbusti e specie erbacee, saranno studiate le interazioni con le colture agricole (con il riscaldamento globale l'ombreggiamento potrebbe diventare un fattore positivo) e gli effetti sulla biodiversità (impollinatori, suolo, ecc.), valorizzandone il ruolo ecologico, la capacità di adattamento al cambiamento climatico, la capacità di sequestro di carbonio nel suolo anche in vista della prossima politica agricola (*carbon-farming*). Sempre nell'ottica di una valorizzazione dei servizi ecosistemici prodotti dagli impianti di arboricoltura da legno saranno messe a punto procedure da impiegare nel mercato delle compensazioni delle emissioni e la possibilità di impiego di germoplasma di salicacee per attività di fitorimedio.

Obiettivo 5. Monitoraggio e inventariazione multi-obiettivo delle risorse forestali e del verde urbano

Obiettivo finalizzato alla quantificazione e valorizzazione dei servizi ecosistemici delle foreste e del verde urbano oltre che al monitoraggio e all'inventariazione delle foreste e degli alberi fuori foresta, nell'ottica della resilienza ecosistemica e della gestione sostenibile delle risorse naturali e del paesaggio. Quali obiettivi specifici di ricerca si individuano i seguenti: sviluppo di metodi innovativi per l'inventariazione delle risorse forestali e degli alberi fuori foresta, in particolare in relazione al disegno campionario e all'uso integrato di dati telerilevati e rilievi a terra, a supporto dell'Inventario Forestale Nazionale italiano e per il monitoraggio continuo e puntuale delle risorse forestali e dei servizi ecosistemici da esse forniti; studio di metodi per la stima multi-scalare dei servizi ecosistemici delle foreste e delle aree verdi urbane basati su osservazione remota e prossimale, uso di modelli predittivi, indagini socio-economiche; analisi del ruolo ecologico del legno morto nelle foreste, in riferimento alla conservazione delle biodiversità e dello stoccaggio di carbonio; monitoraggio dell'uso del suolo, delle infrastrutture verdi e dei relativi cambiamenti nel tempo attraverso applicazioni di modelli interpretativi e previsionali e mediante l'uso di tecnologie satellitari con sensori SUOMI, a supporto del monitoraggio permanente; sviluppo di modelli di crescita per albero e per popolamento a supporto dell'inventariazione delle risorse forestali e per migliorare le capacità di predizione dell'accrescimento delle foreste in relazione ai cambiamenti climatici; valutazione dei danni da ozono e da inquinanti su foreste e vegetazione urbana e periurbana; studio delle potenzialità di utilizzo del geo-radar ai fini della valutazione della stabilità delle alberature in ambiente urbano; ricerca a supporto del monitoraggio intensivo dello stato di salute delle foreste italiane previsto dalle reti ICP Forests e ICOS; stima della capacità di rimozione degli agenti inquinanti da parte delle aree verdi urbane.

II Prodotti e servizi

Cloni di Pioppo e Eucalitto e privative

Il CREA- FL è costitutore e detiene numerose varietà clonali di pioppo (67) e di eucalitto (5) iscritte nel Registro Nazionale dei Materiali di Base (RNMB) presso il MIPAAF.
Per 15 cloni di pioppo e 2 di eucalitto detiene i diritti di privativa comunitaria presso il CPVO:

Privative di Pioppo: ALERAMO – 38492; BALDO- 25211; BRENTA – 13688; DIVA – 38690; LENA – 7866; MELLA – 13689; MOLETO – 40714; MOMBELLO – 40715; MONCALVO – 40713; OGLIO – 29841; ORION – 25212; SENNA – 44177; SOLIGO – 13691; TARO – 13692; TUCANO – 38493
PRIVATIVE di Eucalitto: VIGLIO – 55634; VELINO – 55633

Rete Rurale Nazionale (MIPAAF)

Nell'ambito di RRN 2014-2020 (periodo esteso al 2023) il Centro è responsabile della Scheda 22.2 Sostenibilità economico-ambientale e trasferimento della conoscenza e dell'innovazione, articolata in: WP 1 – Supporto a Direzione Foreste MIPAAF; WP 2 – Agroforestry; WP 3 – Sughericoltura; WP 4 – Precision Forestry; WP 5 – Risk management nel settore forestale.

Inventario Forestale Nazionale (Comando unità forestali, ambientali e agroalimentari - Arma dei Carabinieri

Supporto tecnico-scientifico per l'Inventario Forestale Nazionale (INFC): rilievi in campo, analisi dei dati, revisione e implementazione delle procedure di calcolo, applicazione degli stimatori, produzione delle statistiche inventariali a livello nazionale e regionale per INFC2015; supporto alla progettazione del nuovo Inventario Forestale Nazionale.

Altri servizi realizzati nel 2022

Unione Comuni Montani del Casentino - Monitoraggio dei benefici ambientali nell'ambito della scheda "Interventi selvicolturali finalizzati alla gestione, conservazione e valorizzazione delle aree forestali nel complesso forestale Foreste Casentinesi" di cui al progetto: "Il Parco per il clima - programma del ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare di interventi di efficientamento energetico, mobilità sostenibile, mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici".
Provincia Autonoma di Trento - Affidamento dei servizi per la realizzazione delle attività legate al progetto "La biodiversità agraria e alimentare associata alle produzioni agricole di montagna, la sua conservazione in situ e la tutela del paesaggio agrario".
Conlegno, Consorzio Servizi Legno-Sughero - Realizzazione di un sistema integrato per la conoscenza e la scelta fra le specie legnose disponibili commercialmente in Italia.
Università di Torino - Campionamento e identificazione delle falene della Val Clarea.
Federlegno - Incarico per collaborazione al Comitato Operativo del Registro dei Consulenti Tecnici del Legno.
AzzeroCO2 srl - Affidamento dell'intervento di forestazione di 2000 piante nel Parco della Cellulosa.
Fondazione Edmund Mach - Convenzione nell'ambito del progetto di ricerca "Herbs And Mountain Plants As An Alternative Medication For Anthelmintic Treatments In Livestock Species" (Herbal).
Fondazione Sviluppo Sostenibile - Indagini di campo sulle popolazioni degli impollinatori del parco nazionale del pollino
FAO – Letter of Agreement per l'attuazione di iniziative che favoriscano l'allargamento dei Paesi interessati al perseguimento degli obiettivi dell'International Poplar Commission (IPC).
Ludus Cooperativa Sociale - Collaborazione alla realizzazione delle attività del progetto Scuola all'aperto – Aule naturali – Prospettive per lo sviluppo e la valorizzazione di una buona pratica nelle strutture educative del Municipio Roma XIII Aurelio.
Università di Trento - Linee guida per la definizione delle strategie di gestione forestale sostenibile dell'area di studio del progetto e per fornire un supporto tecnico nella redazione del piano antincendio della foresta di Vlora (Albania).
Unione dei Comuni del Pratomagno - Servizio di certificazione delle età di campioni di piante forestali del Comune di Laterina / Pergine Valdarno.
Comando Legione Carabinieri "Toscana", Servizio Amm.vo - Lettura dendrologica 5 rotelle.
Az. Selvamar - Gestione degli impianti sperimentali di Arboricoltura da Legno e delle specie sporadiche di pregio all'interno dell'area forestale gestita da Az. Selvamar.
Solvay SPA - Consulenza per il mantenimento di specie legnose a rapida crescita con funzioni di riqualificazione ambientale dell'area interna allo stabilimento Solvay.

Valagro - Indena S.P.A. - Valutazione agronomica di accessioni di *Rhodiola rosea* L.
Zenone vivai - Servizio di produzione e mantenimento materiale vivaistico con caratteristiche utili alla costruzione di cupole viventi.
Università di Camerino Scuola di Bioscienze e Biotecnologie - Affidamento Servizio rilievi TLS nell'ambito del progetto "Analisi delle relazioni tra struttura e biodiversità vegetale delle foreste vetuste del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna"

III Attività istituzionali e di terza missione

Tra i compiti istituzionali del Centro va innanzitutto menzionato il continuo supporto alla Direzione Generale delle Foreste del MIPAAF, attuato in particolare, con riferimento al 2021-2022, mediante il coordinamento dei Gruppi di lavoro incaricati di elaborare le bozze di due decreti attuativi del Testo Unico per le Foreste (pianificazione forestale; cartografia forestale) e la realizzazione del prototipo della Carta Forestale d'Italia (CFI2020) nell'ambito della predisposizione del SinFor (Sistema Informativo Nazionale Forestale).
Il Centro, inoltre, partecipa a numerosi tavoli tecnici e gruppi di lavoro presso il MIPAAF: Tavolo della Filiera del Legno; Tavolo tecnico di Filiera del settore Piante officinali; Osservatorio Nazionale del Pioppo; Gruppo di lavoro Sughero; Gruppo di lavoro FAO-FRA; Tavolo tecnico Tartufo; Commissione tecnica in materia di commercializzazione dei materiali forestali di moltiplicazione.
Partecipazione in altri tavoli tecnici e rappresentanze: Osservatorio Nazionale per la Strategia Nazionale della Biodiversità; Tavolo Tecnico "Biodiversità e rete Natura 2000" della Fondazione "Riserva Area MaB Sila" del Parco Nazionale della Sila; Tavolo Tecnico "Adattamento ai cambiamenti climatici e sistemi forestali" - Ministero della Transizione Ecologica - Modalità telematica - 25 – 03 – 2022; rappresentanza del CREA presso il Comitato Boschi e Foreste della Regione Piemonte; gruppi di lavoro FAO-IPC: Working party I on "Taxonomy, Nomenclature and Registration", e Working Party II on "Domestication and Conservation of Genetic Resources"; Steering Committee di ENFIN (European National Forest Inventory Network), organismo finalizzato all'armonizzazione di metodi e procedure degli inventari forestali dei Paesi europei.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

Obiettivo 1. Selvicoltura di precisione per migliorare la gestione e le produzioni forestali

Le attività relative a questo obiettivo strategico fanno prevalentemente riferimento ai progetti identificabili con i seguenti acronimi: AGRIDIGIT Sottoprogetto Selvicoltura, PRECISIONPOP, Life AForClimate, GO SURF e LIFE Foliage. Oltre alle pubblicazioni scientifiche ed altre attività di disseminazione dei risultati (presentazioni in convegni e congressi, ecc.), le principali realizzazioni hanno riguardato:

- la realizzazione di prototipo di piattaforma DSS per l'implementazione delle variabili climatiche nella pianificazione della gestione forestale (Life AForClimate);
- la realizzazione di una piattaforma DSS per la gestione selvicolturale e la pianificazione forestale sostenibile (GO SURF);
- la sperimentazione dei dati radar da piattaforma Sentinel-1 per l'individuazione dell'inizio e della fine della fase vegetativa in specie caducifoglie al fine della valutazione della suscettibilità a gelate tardive ed altri eventi climatici estremi (Life AForClimate);
- la realizzazione di una piattaforma informatica per la gestione delle istanze di taglio in campo forestale (AGRIDIGIT);
- lo sviluppo di sistemi di rilevamento terrestrial laser scanning per la quantificazione di variabili forestali a livello di popolamento boschivo o piantagione da legno e di singolo albero (PRECISIONPOP, AGRIDIGIT);
- lo sviluppo di una procedura basata su laser return intensity per la stima dell'architettura delle chiome arboree in bosco (AGRIDIGIT, PRECISIONPOP);

- lo sviluppo di sistemi integrati multiscalari con sensori ottici a terra (canopy photography), sistemi aerei a pilotaggio remoto (UAV) e satellitari (Sentinel-2) per il monitoraggio di piantagioni di pioppo (PRECISIONPOP);
- lo sviluppo di un approccio integrato di impiego di prodotti satellitari della costellazione Sentinel Copernicus per la stima di attributi forestali (biomassa epigea) (AGRIDIGIT);
- lo sviluppo di un protocollo per il monitoraggio delle tagliate tramite l'utilizzo di immagini satellitari Sentinel-2 multitemporali in ambiente Google Earth Engine (AGRIDIGIT);
- lo sviluppo di applicazioni GIS per la pianificazione della viabilità forestale in ambiente montano (AGRIDIGIT);
- l'analisi dello stato dell'arte in merito a potenzialità, criticità e prospettive delle reti di imprese in selvicoltura (AGRIDIGIT);
- l'analisi delle possibilità operative dei piani forestali di indirizzo territoriale per stimolare la creazione di reti di imprese in selvicoltura (AGRIDIGIT).

Obiettivo 2. Gestione resiliente degli ecosistemi forestali in risposta ai cambiamenti ambientali

Le attività relative a questo obiettivo strategico fanno prevalentemente riferimento ai progetti identificabili con i seguenti acronimi: AFORCLIMATE, GOPROFOR, AMISEL, PASCIONA, FUCAM, LAKEFAGUS. Oltre alle pubblicazioni scientifiche ed altre attività di disseminazione dei risultati (presentazioni in convegni e congressi ecc.), le principali realizzazioni hanno riguardato:

- lo sviluppo modelli di previsione dell'accrescimento legnoso a breve termine delle faggete appenniniche in risposta alle variabili climatiche (AFORCLIMATE);
- un'indagine sulle relazioni tra diradamenti e dinamiche legate agli effetti di mitigazione dei cambianti climatici in popolamenti forestali misti di origine artificiali (AFORCLIMATE);
- l'analisi della biodiversità di diverse tipologie di foreste a diverso grado di alterazione antropica e costituzione di una banca dati;
- la creazione di aree sperimentali per valutare le capacità di resilienza ai cambiamenti climatici delle foreste miste e della biodiversità da esse ospitata;
- la modellizzazione delle dinamiche clima-produzione di seme e pasciona (masting) nelle principali formazioni forestali italiane, e riflessi di tali fenomeni sulle dinamiche di popolazione di ungulati (PASCIONA); Analisi delle relazioni tra produzione di seme e rinnovazione naturale in formazioni forestali sottoposte a un elevato carico di ungulati.
- la raccolta e realizzazione di un dataset relativo alla piattaforma osservativa per aree forestali in ambiente mediterraneo in nove siti dimostrativi permanenti relativi a foreste miste;
- lo sviluppo di un protocollo per il monitoraggio dei danni precoci connessi alle ondate di caldo tramite l'utilizzo di immagini satellitari Sentinel-2 multitemporali (AFORCLIMATE);
- la messa a punto di metodi innovativi per la stima dell'offerta trofica di ecosistemi forestali e relazioni con la gestione della fauna selvatica (ungulati) (PASCIONA; AMISEL);
- l'elaborazione e sperimentazione di approcci selvicolturali innovativi per i cedui di castagno (AMISEL);
- la sperimentazione dell'approccio della selvicoltura ad albero in fustaie di faggio (AMISEL);
- la messa a punto di un database di buone pratiche di gestione forestale per la conservazione e l'aumento della biodiversità in aree Natura 2000 (GOPROFOR);
- la messa a punto di linee guida per la gestione selvicolturale, della castanicoltura da frutto e per la castanicoltura da legno (AMISEL);
- Valutazione di tecniche differenziate (varie modalità di semine e/o piantagioni) per la realizzazione di un soprassuolo misto a prevalenza di castagno (FUCAM);
- Analisi della rinnovazione naturale e delle dinamiche successionali a seguito di eventi di disturbo in formazioni forestali artificiali (FUCAM);
- La definizione di un sistema di monitoraggio della rinnovazione naturale in faggete vetuste (LAKEFAGUS);

- Un'indagine sull'effetto dei recenti andamenti climatici e delle variazioni idrometriche di bacini lacustri sulle dinamiche di crescita e sulla capacità di resilienza dell'habitat prioritario di faggeta termofila (LAKEFAGUS).

Obiettivo 3. Valorizzazione delle risorse genetiche forestali e adattamento ai cambiamenti ambientali

Le attività relative a questo obiettivo strategico fanno prevalentemente riferimento ai progetti identificabili con i seguenti acronimi: BIOTECH / Pioppingene, B4EST, RGV-FAO VI triennio, DoNaTo, PORTNOC, e alle convenzioni HERBAL e VALAGRHO. Oltre alle pubblicazioni scientifiche ed altre attività di disseminazione dei risultati (presentazioni in convegni e congressi ecc.), le principali realizzazioni hanno riguardato:

- la costituzione della Task Force IUFRO (Strengthening Mediterranean Nursery Systems for Forest Reproductive Material Procurement to Adapt to the Effects of Climate Change);
- il confronto di progenie e provenienze di douglasia;
- la selezione di cloni di ciliegio da legno;
- la sperimentazione su progenie ibride di noce da legno di elevato valore alcune delle quali sono state avviate alla propagazione in vitro (PORTNOC);
- la sperimentazione per la valutazione di materiali di base di sughera, per migliorarne le caratteristiche di adattabilità, con maggiore riguardo per la tolleranza allo stress idrico;
- lo studio della diversità genetica del Pino laricio nel territorio del Parco Nazionale della Sila;
- la partecipazione ai tavoli e commissioni di livello nazionale (Gruppo Esperti Tecnici nell'ambito dell'Osservatorio Nazionale del Pioppo, supporto alle Regioni per l'applicazione del D.Lgs. 386/03, Comitato tecnico per l'applicazione del D. Lgs 386/03 art 14, Commissione Biodiversità Regione Toscana, Tavolo Tecnico di filiera del settore Piante Officinali, Gruppo di lavoro sulle specie vegetali esotiche della Regione Piemonte) e internazionale (EUFORGEN, FAO Silva Mediterranea WP4, IUFRO 2.02.13, ECPGR, MAPs e CWR WGs);
- un protocollo per la gestione selvicolturale su base genetica dei boschi di farnia in Lombardia e della foresta della Carpaneta;
- l'integrazione di nuovi genotipi di *Abies nebrodensis* nel sito di conservazione dinamica ex-situ di Viamaggio;
- l'ampliamento delle collezioni di douglasia attraverso la realizzazione di innesti di progenie selezionate, che andranno a costituire nuovi campi comparativi di terza generazione;
- il completamento del censimento delle popolazioni marginali di *Betula pendula* in Italia e la sua caratterizzazione genetica;
- la realizzazione di un piano di interventi gestionali finalizzati alla conservazione delle risorse genetiche presenti nelle collezioni sperimentali di conifere mediterranee dell'Azienda Ovile in Roma;
- il reperimento, la conservazione e la caratterizzazione di risorse genetiche vegetali di specie alimentari, aromatiche e medicinali alpine; studi e realizzazione di prove agronomiche di pieno campo per la domesticazione di specie alimentari ed aromatiche soggette a raccolta spontanea (RGV-FAO);
- avviate attività di tracciabilità della filiera legno per il faggio, specificatamente lungo il percorso bosco-segheria, attraverso l'uso di marcatori molecolari specifici;
- l'ottenimento di linee modificate geneticamente dei cloni 'Villafranca' (*P. alba*) e 'Jean Pourtet' (*P. nigra* var. *italica*) tramite tecnologie CRISPR/Cas e cisgenesi;
- l'attività di valutazione per l'iscrizione al Registro Nazionale dei Materiali di Base di nuovi cloni di pioppo;
- la realizzazione della cartografia per la suddivisione del territorio italiano in regioni di provenienza ai sensi del DL 386/2003 in supporto alle attività della Commissione tecnica;

- la valutazione agronomica di specie medicinali per l'ottenimento di estratti da utilizzare nella medicina veterinaria (HERBAL);
- la realizzazione di una prova agronomica per il confronto di accessioni della specie medicinale alpina *Rhodiola rosea* L. (VALAGRHO).

Obiettivo 4. Arboricoltura da legno sostenibile, resiliente e adattativa ai cambiamenti ambientali.

Le attività relative a questo obiettivo strategico fanno prevalentemente riferimento ai progetti identificabili con i seguenti acronimi: SUSCACE, AGROENER, VigoForPoplar, CARTER, Convenzione ARSIAL, Convenzione CONLEGNO-DISAFA, AGROMIX, NEWTON e B4EST. Oltre alle pubblicazioni scientifiche ed altre attività di disseminazione dei risultati (presentazioni in convegni e congressi ecc.), le principali realizzazioni hanno riguardato:

- la valutazione produttiva di genotipi di pioppo europei potenzialmente adatti alle condizioni dell'ambiente mediterraneo in piantagioni cedue con turno brevissimo;
- la valutazione, in vivai costituiti ad hoc, del comportamento di 3 famiglie di pioppo ottenute per ibridazione tra *Populus deltoides* e *P. nigra* e tra *P. nigra* e *P. nigra* verso i principali parassiti e insetti infestanti, in particolare *Marssonina brunnea, Melampsora larici-populina, Venturia populina* e *Phloeomyzus passerinii*;
- la promozione dei cloni di pioppo ibrido a maggior sostenibilità ambientale (MSA), anche attraverso la caratterizzazione per quanto riguarda la resistenza allo stress idrico;
- la predisposizione dei protocolli operativi per la registrazione dei cloni di pioppo al Registro Nazionale dei Materiali di Base, sezioni Qualificato e Controllato, nell'ambito del Gruppo Esperti Tecnici dell'Osservatorio Nazionale del Pioppo (ONP) - (i protocolli sono stati inseriti dopo l'approvazione della ONP in appositi Decreti Ministeriali);
- la messa in evidenza della capacità di assorbimento di metalli pesanti (Cu, Zn, Pb, Cd) da parte di cloni di pioppo e di salice, sia in termini di grado di tolleranza, che di potenziale fitoestrattivo e di modalità di accumulo e distribuzione dei metalli;
- la realizzazione di indagini sulle produzioni e commercializzazione del materiale vivaistico destinato alla pioppicoltura specializzata;
- lo sviluppo di un prototipo di disciplinare per la produzione pioppicola sostenibile, concordato con PEFC, per incrementare la qualità e la quantità delle produzioni contribuendo all'abbattimento delle emissioni di CO_2;
- la realizzazione dell'inventario delle piantagioni dell'arboricoltura da legno in Italia (Inarbo.it);
- la valutazione comparativa della sostenibilità ambientale ed economica di modelli alternativi di arboricoltura da legno, con particolare riferimento a pioppicoltura, noceti da legno e ciliegeti da legno;
- l'elaborazione di un modello innovativo di valutazione georiferita della land suitability e land availability per colture lignocellulosiche a scopi bioenergetici, testato su pioppo, robinia, salice, arundo;
- il monitoraggio sulla diffusione ed incidenza della cimice asiatica (*Halyomorpha halys*) su pioppo;
- uno screening a carico di un agente di necrosi e cancri corticali a carico di pioppelle di fresco impianto, senza particolare specificità clonale, a discapito del più conosciuto *Chryptodiaporthe populea* ("Dothichiza");
- uno screening a carico di un agente di una ticchiolatura fogliare in precedenza mai riportata in Italia, in vivaio e per lo più a estate avanzata;
- realizzazione di un accordo di filiera riguardante il settore produttivo del pioppo dal vivaio all'industria di trasformazione per la valorizzazione e la qualificazione delle produzioni legnose di pioppo certificate (progetto VIGOFORPOPLAR);

- promuovere l'arboricoltura da legno per la produzione di assortimenti pregiati incrementando lo stoccaggio e la conservazione del carbonio, in particolare attraverso l'impiego di cloni a maggior sostenibilità ambientale e di 'biochar' (progetto CARTER);
- fornire soluzioni pratiche e innovative agli agricoltori per la gestione di impianti di agroselvicoltura con criteri di sostenibilità ambientale e economica (progetti AGROMIX e NEWTON);
- la valutazione tecnica ed economica delle utilizzazioni forestali in piantagioni di *Pinus radiata* (AGROENER).
- la partecipazione, in qualità di docenti, alla Scuola di agroforestazione prevista dal progetto NEWTON.

Obiettivo 5. Monitoraggio e inventariazione multi-obiettivo delle risorse forestali e del verde urbano

Le attività relative a questo obiettivo strategico fanno prevalentemente riferimento ai progetti identificabili con i seguenti acronimi: SAUS, OLIVEMAP, ALPHA, TECNOVERDE, AGRIDIGIT sottoprogetto Selvicoltura, LIFE 18 PRE IT 003 VEG-GAP (https://www.lifeveggap.eu), CASPOR 2018, PON ICOSMED, Accordo CUFA "Ecosistemi terrestri – Meteorologia", Accordo CUFA "Ecosistemi terrestri - Accrescimenti legnosi", Accordo CUFA "Attività di supporto alla progettazione, realizzazione e gestione del terzo inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio (INFC2015)" e FORMIPAAF (Programma delle attività di base, per organizzare le strutture permanenti al fine di dare attuazione a quanto previsto all'art. del decreto legislativo 3 aprile 2018 n. 34).

Oltre alle pubblicazioni scientifiche ed altre attività di disseminazione dei risultati (presentazioni in convegni e congressi ecc.), le principali realizzazioni hanno riguardato:

- lo sviluppo e applicazione di stimatori e basi di dati per la stima dell'incremento netto annuo di volume e biomassa, a scala europea, mediante l'impiego della piattaforma europea di dati forestali E-Forest Platform sviluppata nell'ambito della collaborazione con il Centro di ricerca Europeo (JRC) di Ispra (VA): Framework Contract 934340, 2017-22, for the provision of forest data and services in support to the JRC activities and application on forest resources, sub-contratti SC20 e SC21 "Use of National Forest Inventories data to harmonise and improve the current knowledge on forest increment in Europe";
- l'analisi degli esiti, in termini di precisione di stima, dei rilievi dendrometrici eseguiti nell'ambito della Nuova Pianificazione Forestale del Trentino" (NPFAT), adottata dal Servizio Foreste della Provincia Autonoma di Trento a partire dal 2010, e la definizione di proposte operative alternative di campionamento, allo scopo di semplificare il rilievo e il processo di collaudo dei piani;
- la messa a punto di un metodo per la valutazione biofisica e la stima socioeconomica dei servizi ecosistemici forniti dalle foreste urbane e peri-urbane;
- la realizzazione di un modello semi meccanicistico per stimare la rimozione di inquinanti atmosferici e di CO_2 da parte della vegetazione urbana (AIRTREE, Aggregated Interpretation of the Energy balance and water dynamics for Ecosystem services assessment); la realizzazione del software CaCo per la stima di attributi della chioma degli alberi da fotografia digitale;
- il prosieguo della messa a punto di modelli di previsione dendro-auxometrica per popolamenti di acero e frassino e per impianti di douglasia;
- l'analisi dei dati di incremento di volume legnoso derivanti dai campioni raccolti nel corso della campagna di rilievi al suolo del terzo inventario forestale nazionale INFC2015;
- il monitoraggio della campagna di rilevamento del terzo inventario forestale nazionale INFC2015 e l'analisi della qualità dei dati raccolti;
- la revisione e l'implementazione in R delle procedure di stima delle superfici e delle altre grandezze inventariali per l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei serbatoi forestali di Carbonio; applicazione delle procedure e produzione delle stime inventariali INFC2015;

- l'aggiornamento del sito www.inventarioforestale.org con la pubblicazione delle statistiche inventariali aggiornate del terzo inventario forestale nazionale INFC2015 e dei dati per punto inventariale e per soggetto o elemento misurato nell'ambito della campagna di rilievi; l'acquisizione di dati secondo la rete ICP-Forest di livello 2, nell'ambito dell'ex programma CONECOFOR coordinato dai Carabinieri forestali;
- il proseguimento delle attività di monitoraggio nell'ambito della rete NEC, anche in ottemperanza alla direttiva europea che impone agli stati membri di monitorare l'impatto degli inquinanti atmosferici sul funzionamento degli ecosistemi forestali (programma Europeo ICOS Integrated Carbon Observation System);
- il proseguimento delle attività di monitoraggio dello stato di salute degli ecosistemi forestali sia in ambiente urbano che in ambiente rurale, in particolare dei danni da ozono sugli ecosistemi forestali;
- la definizione dei criteri per un innovativo sistema di monitoraggio delle foreste italiane, nell'ambito del programma internazionale ICP Forests;
- realizzazione di un'indagine sul numero di incendi boschivi e delle superfici percorse dal fuoco in Italia nel periodo 2006-2018 e messa a punto di una carta del rischio incendi;
- lo studio della dinamica degli incendi forestali nell'Europa Mediterranea (2000-2019) e analisi della struttura dei costi per le attività di spegnimento (suppression cost);
- l'analisi strutturale e spaziale delle spese di prevenzione del rischio incendio a partire dai dati della Rete Rurale Nazionale a livello comunale;
- la raccolta delle definizioni di bosco utilizzate in Italia con specificazione della definizione da adottare e la descrizione metodologica e concettuale del sistema nomenclaturale di classificazione delle formazioni forestali per la realizzazione del prototipo della carta forestale d'Italia (FORMIPAAF);
- la restituzione cartografica digitale in un unico strato vettoriale e in unico sistema di proiezione di tutte le cartografie forestali realizzate dalle Regioni, dalle Province Autonome, ecc. e disponibili in Italia (FORMIPAAF);
- la restituzione di una copertura del Canopy Height Model (CHM) alla più alta risoluzione possibile su base nazionale derivante da tutte le fonti informative attualmente disponibili in Italia (FORMIPAAF);
- la definizione dei contenuti del Sistema Informativo Forestale Nazionale (SinFor) che, sottoforma di portale on-line, metterà a disposizione tutte le informazioni forestali disponibili sul territorio nazionale, ivi comprese quelle che sono alla base della realizzazione del Rapporto periodico del patrimonio forestale nazionale, del settore e delle sue filiere produttive.

V Progettualità 2023

In termini generali, oltre alla prosecuzione dei progetti di ricerca in corso e all'avvio di quelli che saranno finanziati (vedi elenco dei progetti in corso di valutazione), la progettualità 2023 del Centro farà primariamente riferimento a cinque ambiti di ricerca, sperimentazione e trasferimento dell'innovazione, particolarmente riconosciuti dai portatori di interesse del settore forestale nazionale:

- sviluppo di una arboricoltura da legno specializzata sostenibile per l'ambiente, l'economia e la società, con particolare riferimento alla pioppicoltura (v. Ob. 4) e alla costituzione di nuovi cloni, in particolare cloni di pioppo ibrido a maggior sostenibilità ambientale (nuovi cloni MSA, v. Ob. 3);
- sviluppo di strumenti tecnologicamente avanzati e metodi di monitoraggio e inventariazione multi-obiettivo degli ecosistemi e risorse forestali e nuove metodologie per la pianificazione forestale; in particolare, il Centro collaborerà alla progettazione e al supporto tecnico-scientifico del nuovo inventario nazionale delle foreste e dei serbatoi forestali di carbonio (INFC) in corso di

predisposizione da parte del Comando unità forestali, ambientali e agroalimentari dell'Arma dei Carabinieri (v. Ob. 5);

- sviluppo di modelli e strumenti per la gestione forestale sostenibile (v. Ob. 2), anche con riferimento alla selvicoltura di precisione, mediante tecnologie geomatiche e dell'informazione e della comunicazione quali elementi di innovazione nella filiera nazionale foresta-legno (v. Ob. 1);
- sviluppo di modelli innovativi di trattamento selvicolturale per accrescere la resilienza e la multifunzionalità degli ecosistemi forestali nel contesto di cambiamenti climatici (v. Ob. 2);
- anche a seguito del riconoscimento del CREA Foreste e Legno come Centro nazionale per lo studio e la conservazione della biodiversità forestale (Decreto MITE del 31.03.2022, GU n.141 del 18-6-2022), continuerà lo sviluppo di modelli e strumenti per l'analisi e valorizzazione delle risorse genetiche forestali in termini di monitoraggio, conservazione e gestione adattativa *in situ* ed *ex situ* e proseguirà il supporto all'aggiornamento del Registro nazionale dei materiali di base e del Registro nazionale dei boschi da seme (v- Ob. 3).

Nuova progettualità riguarderà inoltre la vivaistica forestale, in collaborazione con Regioni ed Enti locali.

Il Centro è inoltre coinvolto nei progetti di ricerca MUR del PNRR, con riferimento agli Spoke 1 e 2 del Centro Nazionale AGRITECH e allo Spoke 3 del Centro Nazionale BIODIVERSITÀ.

Progetti attivi nel 2022 con prosecuzione nel 2023

Acronimo	Titolo/attività
AFORISMA	"Apprendimento automatico per l'analisi di coperture forestali con dati iperspettrali della missione PRISMA a supporto dell'Inventario Forestale Nazionale". Bando PRISMA SCIENZA (DC-UOT-2019-061) dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), Contratto ASI N° 2022-1-U.0.
AGRIDIGIT	Sottoprogetto: Precision Forestry .
PNRR National Research Centre for Agricultural Technologies - spoke 1	Plant, animal and microbial genetic resources and adaptation to climatic changes
PNRR National Research Centre for Agricultural Technologies spoke 2	Crop Health: a multidisciplinary system approach to reduce the use of agrochemicals
AGROMIX	"AGROforestry and MIXed farming systems - Participatory research to drive the transition to a resilient and efficient land use in Europe".
AMISEL	"Multifunzionalità e valorizzazione economica cedui castagno e Valorizzazione e differenziazione soprassuoli faggio".
BIOTECH_PIOPPINGENE	Sottoprogetto: "Miglioramento genetico innovativo di cloni di pioppo per impieghi in filiere produttive".
FORMIPAAF	Accordo di cooperazione "Programma delle attività di base, per organizzare le strutture permanenti al fine di dare attuazione a quanto previsto all'art. 15 del decreto legislativo 3 aprile 2018 n. 34".
FUCAM	Costituzione di una fustaia mista a prevalenza di castagno nel Monte Amiata: predisposizione del materiale, messa a dimora e monitoraggio della sopravvivenza.
GOProFOR LIFE	"GOod PRactices implementation netwOrk for FORest biodiversity conservation".
GO SURF	"Supporto decisionale alla pianificazione forestale sostenibile".
HYPERECOS	"Hyperspectral prisma data for ecosystems functions, habitats and diversity charactyerization" .
InMiQuOil	Un innovativo sistema finalizzato al miglioramento della qualità della filiera olivicola.
MICROLIVE	Miglioramento della rIzosfera in oliveti pilota e valorizzazione di due nuove CultivaR di OLIVE da tavola ('Rossa di Sicilia' e 'Dolce di Sicilia')
LEPI.PARK:	"Monitoraggio e azioni di sostegno delle popolazioni di Lepidotteri in paesaggi agrari montani del Parco Nazionale della Sila – Riserva della Biosfera "MaB-Sila" - Unesco".
Life AForClimate	"Adaptation of FORest management to CLIMATE variability: an ecological approach".
LIFE Climate Positive	Promoting SMART associations and innovative financing for responsible forest management and carbon sink enhancement.
LIFE FOLIAGE	"Forest planning and earth observation for a well-grounded governance".
LIFE MODERn (NEC)	"new MOnitoring system to Detect the Effects of Reduced pollutants emissions resulting from NEC Directive adoption".
LIFE SPAN	"Saproxylic Habitat Network: planning and management for European forests".
PNRR National Biodiversity Future Center - spoke 3	Assessing and Monitoring Terrestrial and Freshwater Biodiversity and its Evolution: From Taxonomy to Genomics and Citizen Science: coinvolgimento nei task dedicati al funzionamento degli ecosistemi forestali, al miglioramento delle conoscenze faunistiche, al monitoraggio della biodiversità e delle popolazioni degli insetti in habitat particolarmente vulnerabili al cambiamento climatico
NEWTON	"Network per l'agroselvicoltura in Toscana".

PASCIONA	Monitoraggio della produzione di seme di specie forestali, rinnovazione naturale e relazioni con la fauna selvatica nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona, Campigna.
PON CIR01_00019 ICOS PROICOSMED	Potenziamento della Rete di Osservazione ICOS-Italia nel Mediterraneo - Rafforzamento del capitale umano.
SIMOVA	“Strumenti innovativi per il monitoraggio e la stima delle disponibilità legnose, per la valorizzazione e tutela della biodiversità forestale a scala aziendale in Calabria”.
TECNO WOOD:	“Tecnologie Innovative Per La Valorizzazione Della Filiera Regionale Foresta Legno”.
TECNOVERDE:	“Tecnologie geomatiche e ambientali di precisione per il monitoraggio e la valorizzazione dei servizi ecosistemici delle infrastrutture verdi urbane e peri-urbane".
MICROLIVE	“Miglioramento della rizosfera in oliveti pilota e valorizzazione di due nuove cultivar di olive da tavola” . Bando 2017 PSR CALABRIA 2014/2020 misura 16.2.
FRASCA	“Uso sostenibile dei sottoprodotti della Filiera olivicola-olearia per migliorare la salubrità e la qualità dei bovini podolici autoctoni calabresi”. Bando 2017 PSR CALABRIA 2014/2020 misura 16.2.
TAM	Total Agri Management, Bando 2017 PSR CALABRIA 2014/2020 misura 16.1.

Progetti presentati in corso di valutazione

Acronimo	**Titolo/attività**
RecoBat:	Soluzioni green e bio-based per il recupero totale degli elementi dalle batterie esauste. progetto PRIN in collaborazione con UniUPO. Lo scopo del progetto è quello di trattare la black mass delle batterie alcaline esauste con approcci sostenibili per il recupero totale delle frazioni costituenti.
B2G:	Da black a green: processo sostenibile di produzione di fertilizzanti agricoli da black mass di pile alcaline esauste. presentato al MITE. Recupero di batterie alcaline esauste per la produzione di fertilizzanti e recupero di metalli pesanti.
CompensaPioppo	Valorizzazione del sequestro di carbonio da parte delle piantagioni di pioppo in Piemonte. Bando PSR, Mis. 16 Regione Piemonte. Riconoscere alle aziende produttrici di pioppo un contributo proporzionale al sequestro del Carbonio nel legno da parte delle industrie interessate a compensare le emissioni su un mercato dei crediti volontario.
MRV4SOC:	Monitoring, Reporting and Verification of Soil Organic Carbon and Greenhouse Gas Balance. In fase di presentazione entro fine settembre. Bando H2020. Stabilire una metodologia rapida di monitoraggio, rendicontazione e verifica (MRV) per valutare i crediti di carbonio.
BioPack:	Imballaggi a bassa impronta ambientale funzionalizzati con bio-molecole a lento rilascio per confezionamento di prodotti bio. Bando MiPAAF Biologico. Mettere a punto nuove tipologie di packaging per il settore del biologico caratterizzate da maggior sostenibilità. (Ammesso a finanziamento 3° in graduatoria).
RIVERA	Realising the environmental and socioeconomic benefits of intercropping to overcome adoption barriers. Non finanziato per ora – possibile recupero
FiloBio	la proposta progettuale presentata nel 2021 da Università degli Studi di Bari, con CREA-OFA partner e CREA-FL sub-partner, è risultata ammessa a finanziamento ma difficilmente risulterà tra i due progetti finanziati, essendo risultata ottava in graduatoria (MIPAAF - PQAI 01 - Prot. Interno N.0386514 del 02/09/2022)
DiversiTREE	A transnational action plan for tree diversity to protect and promote climate resilient forests of the Alpine Green Space.
ForestValue2	Innovating forest-based bioeconomy.
OSSIGENO	Accordo di collaborazione con Regione Lazio finalizzato al rafforzamento del progetto OSSIGENO attraverso l’implementazione dell’attività vivaistica forestale regionale, il monitoraggio delle piante messe a dimora e la stima dei servizi ecosistemici (in corso di stipula).
RGV FAO VII TRIENNIO	Programma triennale 2023-2025 per la conservazione, caratterizzazione, uso e valorizzazione\delle risorse genetiche vegetali per l’alimentazione e l’agricoltura
IN.POLLINO	Contratto di consulenza per la Fondazione per lo Sviluppo Sostenibile per il coordinamento e la supervisione delle attività di monitoraggio degli impollinatori nel Parco Nazionale del Pollino.

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca del Centro CREA-FL avranno ampia condivisione e diffusione attraverso: pubblicazioni su riviste tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali, strumenti divulgativi di vario genere (posters, relazioni orali, brochures, booklets, database, schede di prodotto, dossier scientifici, etc.), organizzazione di convegni, strumenti tecnici a supporto del legislatore e degli stakeholders, reti di ricerca integrate tra aziende ed attori nazionali ed internazionali, infrastrutture di ricerca.
Le attività di divulgazione saranno rivolte a vari stakeholders, aziende ed imprese del settore, consumatori, organismi pubblici e privati, anche attraverso canali social, sito web, principali reti radiotelevisive nazionali, testate giornalistiche.

Centro di Ricerca
GENOMICA E BIOINFORMATICA (GB)

Direttore: *Luigi Cattivelli*

Missione

Il Centro si occupa di genetica, genomica, bioinformatica, biotecnologie e fisiologia vegetale. Svolge attività finalizzate all'ampliamento delle conoscenze sulla struttura e funzione dei geni e dei genomi e all'applicazione della genetica molecolare nelle specie di interesse agrario.

I Obiettivi strategici

Il Centro opera per sostenere la competitività internazionale dell'Italia nel settore delle conoscenze genetiche e genomiche delle piante alla base del *made in Italy* agro-alimentare, secondo una strategia che fa del *know-how* genomico un *asset* strategico dell'agricoltura nazionale. Questo obiettivo generale è articolato in 5 obiettivi strategici.

Obiettivo 1. Una nuova dimensione della biodiversità: lo studio dei pan-genomi

Le recenti iniziative per il sequenziamento dei genomi hanno reso disponibili la sequenza di riferimento per tutte le principali specie agrarie, tuttavia, la conoscenza del genoma di un unico genotipo di riferimento non consente di descrivere tutti i geni e le varianti alleliche presenti nel *gene pool* di una specie. Sfruttando le competenze acquisite attraverso la partecipazione a progetti internazionali di sequenziamento, il Centro cura lo studio della diversità genetica vegetale basato sulla conoscenza del pan-genoma attraverso il risequenziamento e l'annotazione funzionale di un numero elevato di accessioni rappresentative della diversità di una specie. Esperimenti di pan-trascrittomica consentiranno di connettere le varianti molecolari con la variazione dell'espressione genica e dei *networks* regolativi, per una caratterizzazione funzionale dei pan-genomi e del loro contributo alla diversità fenotipica. L'analisi del pan-genoma sfrutta le competenze di bioinformatica per la gestione delle vaste collezioni di risorse genetiche di cereali e specie orticole esistenti presso il Centro e per l'identificazione di nuove varianti geniche, alleliche e strutturali associate a caratteri utili da inserire nei programmi di miglioramento genetico. L'insieme di queste azioni consentirà di sviluppare un approccio di *genebank genomics* per una gestione ed un utilizzo moderno delle risorse genetiche.

L'obiettivo sarà realizzato attraverso le seguenti azioni:

- Aggiornamento del genoma di riferimento del frumento duro (cv Svevo) al livello "*Platinum quality*" tramite l'uso di tecnologie di sequenziamento ad alta risoluzione (nuovo assemblaggio e nuove annotazioni);
- Analisi del pan-genoma dei frumenti tetraploidi e di melanzana attraverso il sequenziamento di accessioni rappresentative della diversità genetica della specie (progetto AGRITECH);
- Analisi della diversità genetica di circa 1.000 orzi di origine mediterranea mediante *low coverage-sequencing* e successivo risequenziamento di circa 80 accessioni rappresentative per costruire il pan-genoma dell'orzo mediterraneo (progetto GENDIBAR);
- Analisi del pan-trascrittoma di orzo e creazione di un atlante delle varianti di espressione;
- *Low coverage-sequencing* di ampie collezioni di orzo, farro selvatico melanzana ed altre specie orticole (fagiolo, zucca, asparago, ecc.) per lo sviluppo di marcatori molecolari, l'analisi filogenetica e l'identificazione di geni di resistenza (progetto CORE-SAVE).
- *Target resequencing e allele mining* per loci coinvolti nell'adattamento delle piante all'ambiente e corrispondenti valutazioni fenotipiche (progetto GENDIBAR);

Obiettivo 2. Conoscenze genomiche per il miglioramento genetico

Il Centro sviluppa conoscenze avanzate per il miglioramento genetico e si pone l'obiettivo di realizzare una piattaforma di genomica avanzata per il *plant breeding* che integri competenze e tecnologie molecolari, genomiche e bioinformatiche. La piattaforma sarà implementata attraverso: i) studi di genomica funzionale (es. *genome editing* ed analisi di piante editate, interazione DNA/proteina e proteina/proteina) per identificare e caratterizzare i geni dei processi biologici che sottendono la produzione, la qualità, la capacità di adattamento all'ambiente e la risposta contro patogeni; ii) dissezione dei *network* regolativi di importanti processi biologici (sviluppo della spiga, dormienza e germinazione, *shade avoidance,* e stress abiotici); iii) identificazione di nuovi loci per caratteri di rilevanza agronomica attraverso la caratterizzazione di vaste collezioni di germoplasma, inclusa la resistenza a patologie emergenti; iv) sistemi di *genomic selection* e *genomic prediction* per fornire nuovi modelli di selezione che tengano conto delle emergenze fitosanitarie, della necessità di incrementare la sostenibilità dei sistemi agricoli e di adattare le piante alle nuove condizioni climatiche; iv) attività integrate con il Centro DC per affiancare azioni genomiche agli studi sulle nuove emergenze fitosanitarie.

L'obiettivo sarà realizzato attraverso le seguenti azioni:

- Messa a punto di nuovi protocolli di *genome editing*, *prime editing*, *gene replacement* uso di nuove nucleasi e di geni regolatori della crescita per migliorare l'efficienza dell'*editing* e della rigenerazione (progetti CISGET, SMART-BREED, WHEADIT, AGRITECH);
- Messa a punto di protocolli per la trasformazione mediata da agrobatterio in frumento duro;
- Analisi funzionale dei geni coinvolti nella determinazione della fertilità della spiga e nella dimensione dei semi nei cereali (progetto WHEADIT);
- Analisi funzionale dei geni coinvolti nella regolazione della risposta a stress ed a *shade avoidance* in pomodoro (progetti CISGET, AGRITECH, SMART-BREED);
- Identificazione dei geni di resistenza a malattie in collezioni di orzo, riso selvatico (*Oryza rufipogon*), frumento, farro, pioppo, melanzana (progetto BARISTA, QUALIMEC, CEREALMED, B4EST, AGRITECH, EVA network);
- Identificazione dei geni coinvolti nella tolleranza a siccità e resistenza parziale a *Fusarium* in melanzana (progetto C4C);
- Identificazione dei geni che controllano l'efficienza di germinazione e la qualità del frutto in melanzana (progetto QUALIMEC);
- Studio della via biosintetica degli antociani in asparago e melanzana;
- Applicazione di *genomic selection* e *genomic prediction* al miglioramento genetico di orzo e pioppo (progetti, BARISTA, B4EST, AGRITECH).

Obiettivo 3. Genomica e fisiologia vegetale per l'adattamento ai cambiamenti climatici e la sostenibilità delle produzioni

Le conoscenze molecolari descritte nei due obiettivi precedenti saranno integrate con le risposte fisiologiche e fenotipiche delle piante in presenza di stress biotici ed abiotici. La capacità di adattamento delle piante alle diverse situazioni di stress sarà analizzata sia con metodologie fisiologiche approfondite, per comprendere i meccanismi alla base della tolleranza/resilienza, sia con metodi ad alta processività, per valutare centinaia di accessioni e identificare i fattori genetici che determinano i caratteri. Particolare risalto verrà dato allo studio della risposta ai principali fattori di stress associati al cambiamento climatico (innalzamento della temperatura, riduzione della disponibilità idrica) e all'efficienza d'uso dei fattori nutritivi per il miglioramento della sostenibilità.

L'obiettivo sarà realizzato attraverso le seguenti azioni:

- Screening di popolazioni segreganti di orzo per efficienza d'uso dell'acqua, mediante piattaforme di *phenotyping* ad alta automazione (progetti BARISTA, WATER4AGRIFOOD, PLANT RED);
- Caratterizzazione fenotipica e molecolare di piante di pomodoro sottoposte a stress abiotico con e senza trattamento di *priming* (progetto AGRITECH);

- Caratterizzazione fenotipica e identificazione di QTL per l'assorbimento del nitrato in melanzana (progetti SOLNUE, MIGLIORE);
- Caratterizzazione fenotipica e molecolare di linee di fagiolo biofortificate in risposta a stress idrico (progetto BIOBELIEF);
- Identificazione e caratterizzazione funzionale dei geni che regolano l'efficienza riproduttiva in risposta a *heat stress* in orzo (progetto GENDIBAR);
- Caratterizzazione genetica e fisiologica della risposta alle basse temperature in germoplasma di brassica (progetto BRASEXPLOR).
- Analisi dell'efficacia bioinsetticida di estratti ottenuti da *Brassicacee* e *Solanacee* (progetto NINGIA-SOS).

Obiettivo 4. Analisi del microbiota attraverso applicazioni metagenomiche

Lo studio del metagenoma ha vaste ricadute, potendo fornire indicazioni di tipo ecologico, ambientale ed agronomico, oltre alle potenzialità funzionali del microbiota presente. Il Centro dispone di una piattaforma strumentale e bioinformatica per la caratterizzazione metagenomica della fillosfera e della rizosfera che sarà utilizzata per lo studio del microbiota associato alle radici di cereali autunno-vernini e di specie orticole per approfondire le conoscenze sulle interazioni tra la pianta ed i microorganismi tellurici e per isolare ceppi di *Plant Growth Promoting Bacteria* da utilizzare per promuovere la performance agronomica e la resilienza delle colture. Verrà inoltre esplorata la possibilità di impiegare la metagenomica della fillosfera per studi epidemiologici relativi alla diffusione di patogeni presenti ed emergenti. Si prevede inoltre un impiego della metagenomica per la diagnostica precoce di patogeni di rilevanza in specie agrarie.
L'obiettivo sarà realizzato attraverso le seguenti azioni:

- caratterizzazione attraverso sequenziamento di specifiche regioni genomiche del microbiota associato alla rizosfera di piante agrarie in funzione della fase fenologica, del genotipo e della disponibilità azotata (progetti CEREALMED, AGRITECH);
- screening genomico e biochimico per l'identificazione di specie microbiche potenzialmente utili per promuovere la crescita della pianta e la resilienza agli stress ambientali (progetto BIOPRIME);
- valutazione dell'impatto di ceppi microbici scelti sulla performance e sull'espressione genica della pianta (cereali, pomodoro) (progetto CEREALMED);
- impiego combinato di strumenti genomici e ottici per il controllo epidemiologico dei patogeni (progetto INVITE);
- sviluppo ed applicazione di saggi digital-PCR per la quantificazione assoluta di micorrize, funghi e batteri patogeni e non (progetti INVITE e METROFOOD);
- caratterizzazione del microbioma coinvolto nel processo di macerazione per l'estrazione della fibra tessile dalla canapa (progetto CATERPILLAR).

Obiettivo 5. Analitica avanzata per la tracciabilità delle filiere agroalimentari

La tracciabilità è un requisito essenziale per garantire la qualità delle produzioni agricole e dei prodotti alimentari. I metodi genetici si stanno affermando come strumenti di controllo robusti, affidabili, sensibili e rapidi per verificare l'autenticità dei prodotti e la loro origine. Il Centro ha una vasta esperienza nello sviluppo e validazione di metodiche DNA-*based* per la tracciabilità a livello di specie e di genotipo e ha consolidate collaborazioni con associazioni di produttori, l'industria alimentare e la grande distribuzione organizzata. Sfruttando le *expertise* genomiche acquisite e le interazioni con il settore privato, verranno sviluppati e validati *toolkit* genomici integrati e specifici per diverse filiere agro-alimentari, in grado di fornire informazioni utili per descriverne l'autenticità, qualità e salubrità attraverso l'utilizzo di tecnologie genomiche. Pacchetti bioinformatici e script proprietari verranno impiegati per l'estrazione di informazioni utili da database genomici. Specifici saggi genomici verranno tradotti in approcci analitici POC (*Point-of-care*), da impiegare direttamente sui luoghi di produzione, con costi limitati e gestibili anche da personale non specializzato.

L'obiettivo sarà realizzato attraverso le seguenti azioni:

- sviluppo di database SNP in collezioni di germoplasma e selezione di set ridotti di marcatori SNP per la tracciabilità di genotipo (progetto INVITE);
- applicazione della digital-PCR alla quantificazione di specie vegetali e di varietà specifiche in filiera, dalla semente al prodotto finito;
- percorsi analitici *DNA-based* per la descrizione di miscugli e della loro possibile evoluzione in ambienti diversi (progetto INVITE);
- sviluppo e validazione, attraverso collaborazione pubblico-privato, di saggi POC per tracciare specie, genotipi, microorganismi;
- sviluppo di marcatori molecolari per il *fingerprinting* e la tracciabilità di ibridi di asparago.

II Prodotti e servizi

1. **Prototipi da protocolli biotecnologici**. La ricerca biotecnologica produrrà mutanti per il controllo di: i) sintesi ed accumulo di sostanze con valenza nutrizionale nella bacca in pomodoro, ii) sviluppo del seme in orzo e frumento, iii) sviluppo di frutti senza semi e senza imbrunimento in melanzana. I prototipi potranno essere utilizzati direttamente, se la normativa lo consentirà, oppure riprodotti tramite tecniche tradizionali di miglioramento genetico.
2. **Piattaforma genomica per il miglioramento genetico avanzato**. La *facility* è composta da: i) una strumentazione di ultima generazione per l'analisi di marcatori molecolari ad alta processività/basso costo accessibile anche da utenti esterni, ii) strumenti genomici e bioinformatici per predire/selezionare genotipi superiori sulla base delle caratteristiche genetiche (selezione genomica), iii) conoscenze relative a geni che conferiscono resistenze a malattie ed altri caratteri utili (cereali a paglia, orticole).
3. **Sviluppo e validazione di saggi per la tracciabilità delle filiere agroalimentari basati sull'analisi del DNA.** I saggi validati saranno resi disponibili per la certificazione delle sementi, l'identificazione di specie in materie prime e prodotti finiti, la diagnostica per la presenza di microorganismi benefici o patogeni. Saranno realizzati sia con tecnologie genomiche classiche (*SNP-barcoding* e qPCR) sia con l'uso di strumenti di ultima generazione (digital-PCR) che consentono la quantificazione assoluta delle molecole di DNA.
4. **Varietà con caratteristiche innovative per cereali e orticole** (in collaborazione con privati). Nel prossimo triennio saranno sviluppati nuovi orzi ed avene adatti all'ambiente mediterraneo, orzi da birra e ad alto valore nutrizionale, triticali per uso zootecnico, melanzane resistenti a nematodi, ibridi di asparago, ecc.

III Attività istituzionale e di terza missione

Il Centro sviluppa attività di trasferimento tecnologico attraverso specifici progetti o convenzioni con ditte private nel settore alimentare e del miglioramento genetico. Il Centro è responsabile delle analisi di revisione relative alle metodiche molecolari in convenzione con ICQRF.
Il Centro cura eventi di formazione dedicati all'uso della genomica nel miglioramento genetico (es. *Fascination of Plants Day*, *Mantova Food Science Festival*, Notte dei ricercatori, *Biotech week*), percorsi didattici per le scuole superiori (PCTO), corsi di formazione per gli insegnati delle scuole superiori e la realizzazione di brevi filmati scientifici. Il Centro dà ospitalità a studenti per la preparazione delle tesi di laurea in collaborazione con diverse sedi universitarie, PhD e visiting scientists da numerosi paesi.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

I risultati conseguiti dal Centro possono essere riassunti in cinque aree:

i. *Sviluppo di nuove conoscenze genomiche.* Nell'ambito del proprio network di collaborazioni internazionali, il Centro ha completato il pan-genoma della melanzana, ha sviluppato un SNP

array per il pioppo, ha completato il genoma dell'olivo e concluso un esteso lavoro di allele mining in orzo per geni coinvolti nell'adattamento all'ambiente.

ii. *Sviluppo e caratterizzazione di nuove risorse genetiche.* Il centro ha continuato lo sviluppo di nuove risorse genetiche (es. popolazioni segreganti, Nested Association Mapping populations, collezioni di germoplasma) per tutte le specie di interesse. Ogni nuova risorsa è stata genotipizzata e soggetta ad accurata fenotipizzazione per caratteri quali resistenza a malattie, sviluppo dell'apparato radicale, *Water Use Efficiency* e *Nitrogen Use Efficiency.* Il Centro coordina una rete mondiale per la valutazione fenotipica della collezione di riferimento dei frumenti tetraploidi.

iii. *Identificazione di nuovi geni/alleli per il miglioramento genetico.* Sono stati identificati nuovi geni di resistenza a malattie in frumento duro, orzo e melanzana, una mutazione nel gene *SmelAAT* che determina la pigmentazione antocianica in melanzana, una mutazione che aumenta l'efficienza fotosintetica di orzo. Il centro ha partecipato all'identificazione di geni coinvolti nella formazione degli organi fiorali e nella regolazione della germinazione dei semi nella pianta modello *Arabidopsis thaliana* ed ha applicato le tecnologie di genome editing partecipando allo sviluppo e caratterizzazione di piante di pomodoro arricchite in vitamina D, patate con livelli superiori di antocianine, patate con un'estensione della resistenza all'infezione da PVY e nella determinazione dei componenti della resa in orzo e frumento (fertilità della spiga, dimensione dei semi).

iv. *Sviluppo di metodologie avanzate per il miglioramento genetico e selezione di nuove varietà.* Il Centro ha messo a punto *predictive breeding tools* per accelerare il miglioramento genetico in orzo ed in pioppo, iscritto 8 varietà di orzo e triticale nell'ultimo biennio, ed ha attualmente 10 linee in fase di registrazione. Tutti i materiali sono stati selezionati, anche mediante l'uso di marcatori molecolari e modelli di predizione genomica, nell'ambito di collaborazioni scientifiche con industrie sementiere private ed i risultati conseguiti rafforzano la leadership del Centro nel miglioramento genetico dell'orzo.

v. *Sviluppo di nuovi tool diagnostici per la tracciabilità lungo la filiera alimentare*. In collaborazione con le maggiori aziende/catene di grande distribuzione sono stati sviluppati e validati protocolli molecolari per la tracciabilità di specie e di varietà vegetali e di patogeni micotossigeni di rilievo nella filiera frumento-pasta. Innovative applicazioni di tipo *Point Of Care* sono state sviluppate relativamente a specie vegetali e patogeni in collaborazione con Istituto Italiano di Tecnologia.

V Progettualità 2023

Il Centro sviluppa conoscenze genomiche avanzate, quali sequenziamento dei pan-genomi identificazione ed analisi funzionale di geni, su una vasta gamma di specie e applica queste conoscenze ai programmi di miglioramento di alcune specie esemplificative per dimostrare come un avanzato *know-how* genomico è la premessa per un efficace innovazione variatale. In particolare, il Centro sviluppa conoscenze ed opera miglioramento genetico per un'agricoltura adatta alle nuove condizioni climatiche e più sostenibile. In dettaglio la progettualità 2023 del Centro si svilupperà nei seguenti ambiti:

Sviluppo di nuove conoscenze genomiche sulle piante agrarie e sui microrganismi della rizosfera. Il Centro implementerà le nuove strumentazioni di recente acquisizione (Illumina MiSeq, *Oxford nanopore technology*) ed attraverso le proprie competenze bioinformatiche proseguirà lo studio dei pan-genomi (frumento duro, orzo, melanzana, pistacchio) con relativa analisi delle varianti alleliche e *low coverage-sequencing* di accessioni di orzo, melanzana, brassica ed altre orticole. In parallelo, protocolli di metagenomica saranno utilizzati per studiare l'impatto delle pratiche agronomiche sulla biodiversità microbica del suolo e sui servizi ecosistemici ad essa associati.

Designing new plant ideotypes. Il Centro operando all'interno del *one health concept* sviluppa una progettualità per la realizzazione di idiotipi di piante più sostenibili ed adatte alle nuove condizioni ambientali mediante l'identificazione di geni che controllano:

a. *water use efficiency* e *nitrogen use efficiency* per selezionare piante che hanno bisogno di meno acqua e meno fertilizzanti;
b. l'architettura del sistema radicale per la selezione di piante capaci di esplorare maggiori volumi di suolo;
c. l'efficienza fotosintetica per identificare piante con una maggiore potenzialità produttiva;
d. la capacità della pianta di stabilire efficaci interazioni con microrganismi benefici per potenziare l'impatto dei *plant growth promoting bacteria* sulla sostenibilità e la performance delle colture;
e. nuove fonti di resistenza alle malattie per ridurre l'uso di fitofarmaci;
f. il contenuto in molecole funzionali.

Biotecnologie per la selezione di nuovi caratteri. In attesa di una decisione in merito alla sperimentazione in campo di piante ottenute mediante *genome editing*, il Centro procederà nello sviluppo di genotipi editati in orzo, frumento, melanzana e pomodoro ed alla loro caratterizzazione in ambienti controllati. Se la normativa lo consentirà il Centro sarà pronto a realizzare prove in campo.

Sviluppo di nuovi toolbox molecolari per la tracciabilità. Verranno implementati protocolli per la tracciabilità di loci/alleli in programmi di miglioramento genetico, dei vitigni nella filiera vite-vino, dei cloni di pioppo e di patogeni per garantire la sicurezza delle filiere alimentare. Gli strumenti molecolari saranno implementati sia per fini interni sia come servizio verso l'esterno.

Implementazione di protocolli di genomic assited breeding nei programmi di miglioramento genetico. Il Centro intende traslare le conoscenze avanzate nel miglioramento genetico di alcune specie esemplificative sempre mantenendo la stretta collaborazione con le industrie private. L'azione sarà focalizzata alla selezione di linee portanti nuovi caratteri di resistenza alle malattie e di adattamento alle mutate condizioni ambientali.

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca del Centro CREA-GB avranno ampia condivisione e diffusione attraverso: pubblicazioni su riviste tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali, strumenti divulgativi di vario genere (posters, relazioni orali, brochures, booklets, database, dossier scientifici, etc.), organizzazione di convegni, strumenti tecnici a supporto del legislatore e degli stakeholders, infrastrutture di ricerca.
Le attività di divulgazione saranno rivolte a vari stakeholders, organismi pubblici e privati, anche attraverso canali social, sito web, principali reti radiotelevisive nazionali, testate giornalistiche.

Centro di Ricerca
INGEGNERIA E TRASFORMAZIONI AGROALIMENTARI (IT)

Direttore: ***Paolo Menesatti***

Missione

Svolge attività nel campo dell'ingegneria dei biosistemi, dei processi agroindustriali e delle trasformazioni, soprattutto ortofrutticole, cerealicole e olivicole, per la gestione sostenibile degli agroecosistemi e delle filiere agroforestali, agroalimentari e agroindustriali.

I Obiettivi strategici

Obiettivo 1. Innovazione agromeccanica per gestione sostenibile dei sistemi agricoli e forestali

La strategia europea detta "farm to fork", che rappresenta uno dei pilastri dell'European Green Deal, prevede di garantire una produzione alimentare di qualità, sicura e sostenibile. Gli agricoltori dovranno trasformare i loro metodi di produzione più rapidamente, anche utilizzando soluzioni basate su innovazioni nella meccanica tradizionale (meccatronica) che integrino sempre di più tecnologie digitali (sensoristica, ICT, ecc., come esplicitato nell'obiettivo 2) e aerospaziali (Sentinel, Galileo) per continuare a garantire, anche con i mutati scenari climatici, la sicurezza e la qualità delle produzioni primarie, l'adeguata redditività economica e migliorando la protezione ambientale attraverso la riduzione e l'efficientamento dell'uso di input (ad es. pesticidi, fertilizzanti).

Queste *green technologies* devono anche essere orientate al sostegno delle aziende e delle produzioni tipiche, anche su piccola scala e biologiche, sviluppando innovazioni e sperimentando applicazioni ad hoc, sia per le attività di campo che per il post-raccolta e le prime trasformazioni (come richiamato negli obiettivi 5, 6, 7).

In tale contesto, il presente obiettivo strategico è atteso esplicitarsi attraverso lo studio e la sperimentazione di nuove macchine o componenti, di processi innovativi di meccanizzazione, dell'automazione (anche robotica) e dei sistemi tecnologici, soprattutto digitali. Questa innovazione è guidata dal concetto di "precisione" e sviluppata operativamente nelle tecnologie per l'agricoltura di precisione e digitale (agricoltura 4.0), ma che può estendersi a tutto il settore agroalimentare (trasformazioni di precisione, logistica, ecc.), per rendere più efficiente e contestualmente più sostenibile (ambientalmente, economicamente e socialmente) l'attività produttiva attraverso l'uso consapevole (conseguenziale o predittivo) sito/tempo specifico di tutti i fattori produttivi.

La finalità è quella di promuovere lo sviluppo e la diffusione di un'agricoltura meccanizzata evoluta, conservativa, multifunzionale e di precisione che in piena considerazione della sicurezza professionale e dell'inclusione sociale, sia elemento fondamentale di competitività, incremento e rilancio sostenibile della produzione agricola in risposta alle nuove limitazioni derivanti dal cambiamento climatico.

Tale obiettivo, in piena sinergia con gli altri obiettivi del PTA-IT, sarà sviluppato attraverso differenti azioni integrate e sinergiche in riferimento ai progetti in essere e con termine previsto entro il prossimo triennio e sulla base delle linee di ricerca indicate dal Piano nazionale della Ricerca, Horizon Europe, Enti locali e stakeholder pubblici e privati. In particolare si prevede di sviluppare attività in merito a: 1) studio e sviluppo di macchine, tecnologie e metodi di meccanizzazione di precisione (precision and smart farming); 2) miglioramento delle prestazioni, del confort dei mezzi agricoli e della qualità dei loro componenti (pneumatici, elementi elastici, elementi soggetti ad usura, trasmissioni, ecc.) per ridurne l'impatto ambientale (conservazione del suolo, emissione in atmosfera di inquinanti, impiego di nuove motorizzazioni e fonti energetiche) e aumentarne la sostenibilità, la sicurezza e la facilità d'uso (anche da parte di operatori con disabilità); 3) studio delle emissioni sonore, delle vibrazioni, della emissione di polveri e delle sollecitazioni che portano a cedimenti

strutturali per giungere ad una riduzione del rischio professionale legato all'impiego di macchine e impianti agricoli e forestali; 4) sviluppo e applicazione di tecnologie digitali e di precisione anche a supporto di sistemi colturali ed agro-zootecnici sia tradizionali che di nuova concezione; 5) innovazioni nel campo della meccatronica applicata alle macchine agricole (catene strumentali di rilievo, sistemi di dialogo uomo/macchina e macchina/macchina, applicazioni sito-specifiche su base georeferenziata) sia relativamente agli standard esistenti (ISO-BUS) che all'introduzione e all'integrazione di sensori prossimali specifici; 6) Implementazione dei sistemi fisici per il controllo delle infestanti nella varie forme di gestione agricola nel rispetto di un approccio agro-ecologico alla risoluzione delle problematiche della produzione agro-alimentare, anche in relazione agli obiettivi del PAN (Piano di Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari); 7) sviluppo e progettazione di linee innovative di meccanizzazione agricola specifiche per la gestione delle superfici inerbite e delle colture di copertura in favore dell'aumento della biodiversità, della fertilità del terreno e per il controllo delle avversità biotiche; 8) introduzione di protocolli e metodi analitici avanzati anche per l'*in-field plant phenotyping* al fine di incrementare e ampliare il profilo qualitativo dei prodotti agricoli e della loro interazione ai vari livelli che caratterizzano le filiere (genetica, preraccolta, post-raccolta, trasformazione, consumatore); 9) progettazione, sviluppo implementazione sistemi robotici e di macchine agevolatrici a propulsione elettrica.

Obiettivo 2. Transizione digitale e sensoristica avanzata per migliorare lo sviluppo integrato e sostenibile del sistema agroalimentare

La digitalizzazione è un elemento trainante e trasformante per tutta l'economia e per la società (data economy). La trasformazione digitale è, in particolar modo, importante per il settore agroalimentare, caratterizzato da una grande frammentazione e da una scarsa integrazione di e tra le filiere e gli operatori, soprattutto quelli più piccoli e meno organizzati. Tale trasformazione si basa su una molteplicità di strumenti tecnologici che la forte innovazione del settore mette a disposizione, fornendo soluzioni sempre più avanzate, integrate, efficaci ed economiche. Le principali innovazioni tecnologiche da valutare e sperimentare nella molteplicità e variabilità delle applicazioni agricole (anche molto settoriali e specifiche) e delle trasformazioni agroalimentari (*smart agrifood*), sono relative a: sensoristica evoluta, nuovi protocolli di comunicazione, *big/thick data, cloud computing, digital security, advanced photonics, artificial intelligence, digital twin*.

L'integrazione digitale può mettere a disposizione i dati di processo dalle singole attività fino agli interi sistemi, per sviluppare informazioni coerenti per il supporto e l'efficientamento delle capacità decisionali, soprattutto predittive, orientando indirizzi e azioni per i produttori e l'intera filiera/sistema con meccanismi retroattivi di sviluppo adattivo dinamico in grado di agire sulla produttività multifattoriale come leva per la crescita sostenibile. In ambito propriamente agricolo, è sempre maggiore l'esigenza di fornire strumenti digitali, specifici per l'agricoltura 4.0, al servizio degli agricoltori per aumentare la resilienza alle criticità ambientali, sociali e di competitività economiche. In tale contesto, è previsto che la PAC faciliti il sostegno agli investimenti per attuare la trasformazione verde e digitale delle aziende e che la Commissione acceleri la diffusione della banda larga nelle zone rurali per raggiungere l'obiettivo del 100% di accesso entro il 2025.

Gli obiettivi specifici dell'attività del Centro per il prossimo triennio, riguarderanno le applicazioni sensoristiche più innovative (*open-source, advanced imaging, IoT*, ecc), a basso costo, altamente contestualizzabili e integrabili in remoto, in sistemi di simulazione e controllo (es. blockchain) anche attraverso strumenti di machine learning e intelligenza artificiale, al fine di offrire nuove opportunità di monitoraggio alle molteplici problematiche verifica e/o previsione degli aspetti produttivi in agricoltura (macchine, cantieristica agromeccanica, gestione aziendale, sostenibilità) e nelle trasformazioni agroalimentari (qualità, tracciabilità, logistica).

Questo obiettivo strategico, in piena sinergia con gli altri obiettivi del PTA-IT, sarà sviluppato attraverso differenti azioni integrate e sinergiche in riferimento ai progetti in essere e con termine previsto entro il prossimo triennio e sulla base delle linee di ricerca indicate dal Piano nazionale della Ricerca, Horizon Europe, Enti locali e stakeholder pubblici e privati. In particolare, si prevede di

sviluppare attività in merito a: 1) studio e applicazione di sensori e sistemi di elaborazione e analisi per proximal e remote sensing (sistemi montati su macchine agricole, carrier aerei e terrestri come droni e rover); 2) applicazione di tecnologie e tecniche di analisi ed elaborazione di immagini multisorgente (termico, spettrofotometrico, visibile, cromatico) per sistemi di monitoraggio/controllo prossimale/remoto su macchine o impianti (visione artificiale) o per controllo di parametri ambientali e produttivi (es. microclima, maturità frutti, irrigazione, patologie, fitofagi, ecc.), anche in riferimento al monitoraggio specifico di patogeni e insetti da quarantena o di recente introduzione (es. *Drosophila suzukii*) o che mostrano particolare recrudescenza con livello di automazione/interfacciamento mirato a specifiche esigenze; 3) sperimentazione applicativa di tecnologie e sensoristica per lo sviluppo e la diffusione di sistemi irrigui "intelligenti" in agricoltura anche attraverso integrazioni in reti dati wireless ad ampia portata (LoRA)per migliorare l'efficientamento delle risorse idriche ed energetiche; 4) tecnologie open-source per lo sviluppo di reti di microsensori diffusi per monitoraggio a basso costo e alta precisione sito specifico nell'ambito di sistemi di irrigazione precisa e sostenibile; 5) innovazioni meccatroniche, dell'automazione e della robotica sulle macchine agricole per l'agricoltura di precisione o per sistemi autonomi di controllo di parametri agroambientali e/o produttivi (es. distribuzione agrochimici, controllo infestanti, ecc.); 6) sperimentazione applicativa di tecnologie e sensoristica per lo sviluppo e la diffusione dell'Internet delle Cose (IoT) in agricoltura anche attraverso integrazioni in reti dati wireless ad ampia portata (LoRA) o ampia banda (5G); 7) tecnologie open-source per lo sviluppo di reti di microsensori diffusi per monitoraggio a basso costo e alta precisione sito specifico realizzati secondo approcci sostenibili; 8) studio di sistemi integrati basati su sensori (es. IoT) e processi digitali (*blockchain*) che applicati nella *supply-chain* di specifici prodotti agroalimentari (particolarmente rappresentativi del Made in Italy) possano consentire la loro tutela e valorizzazione rendendo l'informazione sul prodotto finale più trasparente, più garantita e più completa, aumentando la fiducia del consumatore; 9) sistemi di intelligenza artificiale (*deep learning, reti neurali, big/thick data analysis*, ecc.) e di modellistica inferenziale e predittiva fisico-statistica caratterizzati per filiera e tipologia gestionale (integrata, biologica, Integrabili ai sistemi di certificazione, blockchain, ecc.); 10) ricerca, sperimentazione, formazione e divulgazione sulla meccanizzazione in agricoltura di precisione e di sistemi di smart farming mediante tecniche e tecnologie di simulazione in realtà aumentata e/o virtuale (anche per il miglioramento dell'interfaccia uomo macchina).

Obiettivo 3. Innovazioni tecnologiche per l'economia circolare in agricoltura

Il passaggio verso sistemi produttivi e di consumo più sostenibili richiede l'adozione di tecnologie innovative per la realizzazione di un'economia circolare da estendere al sistema agroalimentare che acquisisca sempre più un ruolo cardine come fonte delle matrici di recupero. Oltre alla fornitura di materie prime per la bioeconomia, è importante intensificare gli studi sul *mining* sulle materie seconde e sugli scarti per lo sviluppo di biomateriali e bioprodotti, per la produzione agricola (es: bioplastiche da costo concorrenziale per la protezione delle colture, imballaggi ecocompatibili, ecc), in un circolo virtuoso produttivo ed economico in cui gli attori svolgono ruoli sia di fornitore che di utente.

Questo obiettivo strategico, in piena sinergia con gli altri obiettivi del PTA-IT, sarà sviluppato attraverso differenti azioni integrate e sinergiche in riferimento ai progetti in essere e con termine previsto entro il prossimo triennio e sulla base delle linee di ricerca indicate dal Piano nazionale della Ricerca, Horizon Europe, Enti locali e stakeholder pubblici e privati.

Gli obiettivi di ricerca interessano la tipologia di materia prima (riduzione del dualismo food/no-food), il miglioramento dell'efficienza energetica delle filiere produttive, anche non agroalimentari (biogas, energia termica, energia elettrica, bioprodotti), nonché il miglioramento dell'efficienza energetica delle macchine (es. uso di carburanti alternativi autoprodotti da rinnovabili e rispettando i criteri di sostenibilità) e delle strutture produttive (soprattutto quelle particolarmente energivore). Questo ripensamento in chiave ecologica porterà all'applicazione dei principi della bioeconomia e della economia circolare che si concretizzeranno nel riutilizzo degli scarti e dei sottoprodotti di

lavorazione industriale e degli imballaggi con ricadute non solo in termini di aumentata produzione, ma anche di nuove attività e professionalità.
In particolare, si prevede di sviluppare attività in merito a: 1) studio di filiere per l'uso di biomassa nella produzione di energia e la produzione di biocombustibili e caratterizzazione chimico-fisica di biomasse dedicate, sottoprodotti di lavorazione, biomasse secondarie, scarti alimentari e agroforestali (anche in linea con quanto previsto nell'Annex 9 della Direttiva RED II); 2) analisi ingegneristiche dei processi di conversione energetica di tali prodotti in un'ottica di efficientamento con riferimento allo sfruttamento energetico in co, tri- e quadri-generazione e a supporto della chimica verde; 3) analisi della configurazione delle filiere esistenti e progettazione di micro-filiere (corte o cortissime) con analisi di ciclo di vita (LCCA - Life Cycle Cost Analysis) anche finalizzata al monitoraggio delle emissioni e alla valutazione degli impatti ambientali in una ottica di sostenibilità e di economia circolare; 4) Utilizzo di fonti energetiche rinnovabili per le trasformazioni alimentari, basate su fonti solari, fotovoltaiche, eoliche, elettriche con minimizzazione del consumo idrico ed energetico associato al processo; 5) Valutazione di colture industriali oleaginose e di sottoprodotti di filiere agricole per la produzione di fluidi idraulici da utilizzare in ambito aziendale in un'ottica di economia circolare e analisi di valutazione finalizzata all'uso su macchine agricole e su imbarcazioni e attrezzature utilizzate nella pesca (riduzione dell'impatto dei lubrificanti sull'ambente acquatico); 6) *Biopackaging*: sviluppo di *coatings* a packaging attivi e biodegradabili (anche a partire da sottoprodotti dell'industria agroalimentare), riutilizzo di imballaggi biodegradabili e non, anche in settori diversi dal packaging alimentare; stampaggio innovativo 3D; 7) Analisi dei digestati da biogas in un'ottica di riduzione degli input idrici e valorizzazione dei reflui in contesti di zone vulnerabili all'azoto (Direttiva nitrati); 8) Biometano: valutazione di sistemi di upgrading e analisi delle prestazioni e emissioni delle trattici; 9) utilizzo di syngas prodotto da gassificazione di biomasse residuali e rifiuti; 10) utilizzo di scarti agro-industriali come fonte di composti ad alta potenzialità, sia per la difesa delle colture dalle avversità sia a scopo nutrizionale, in particolare ad azione antiossidante; 11) valutazione di processi di generazione di Idrogeno Verde da conversione biomasse; 12) sviluppo di piattaforme ed applicazioni digitali, anche IoT e mobile-based, per l'ottimizzazione della logistica di distribuzione dei prodotti ed il recupero degli scarti da riutilizzare.

Obiettivo 4. Innovazioni tecnologiche, colturali ed irrigue per il contenimento degli input nelle produzioni agroalimentari e per l'adattamento e la mitigazione ai cambiamenti climatici in agricoltura

Nell'ottica del raggiungimento di una Europa "Carbon neutral" per il 2050 ed alla luce del deterioramento dei fattori ambientali in ambito agricolo (salinizzazione dei terreni, scarsità d'acqua, innalzamento delle temperature, alterazione dei cicli stagionali, ecc.) indotte dai cambiamenti climatici l'obiettivo si concentra sullo studio di approcci remote-driven per l'applicazione mirata di pratiche colturali ed irrigue agro-ecologiche come la fertilizzazione e l'irrigazione di precisione. La riduzione dell'impatto energetico delle produzioni agroalimentari a parità di produzioni attese si posiziona nell'ambito della strategia "farm-to-fork" per gli aspetti relativi all'individuazione dei più efficienti sistemi di produzione di alimenti e all'uso consapevole e ragionato dei fertilizzanti.
In tale contesto l'attività di ricerca del Centro riguarderà l'efficientamento impiantistico e di impiego della risorsa acqua dal sottosuolo, piovana e dal riuso di acque di scarto, nonché di metodologie di valutazione quali LCA e uso della modellistica per lo studio dei cicli biogeochimici e in particolare ciclo del carbonio, ciclo dell'acqua e degli elementi nutritivi. Inoltre, nell'ambito di questo obiettivo si svilupperanno sistemi di telerilevamento a supporto sia di innovazioni colturali a minore impatto energetico sia di interventi di fertilizzazione del terreno mirati alla riduzione dei prodotti di sintesi e all'incremento della sostanza organica.

Obiettivo 5. Sistemi innovativi per la trasformazione dei cereali e la valorizzazione sostenibile delle filiere

L'introduzione di innovazioni tecnologiche di processo e di prodotto nel settore cerealicolo persegue

l'obiettivo generale di innalzare il livello di qualità dei prodotti, operando sinergicamente sui diversi aspetti della filiera nell'ottica della strategia 'from farm to fork', che agevoli la scelta di regimi alimentari sani e sostenibili a vantaggio non solo della salute dei consumatori, ma anche dell'ambiente.
Tale obiettivo sarà sviluppato, nel prossimo triennio di attività del Centro, attraverso la valutazione sia di scelte varietali mirate a produzioni di qualità, sia attraverso l'introduzione nel sistema agroalimentare di 'nuovi' cereali, a ridotto o nullo indice di glutine (monococco, frumenti caucasici, tritordeum, triticale) e gluten free (sorgo, teff) al momento poco sfruttati per l'alimentazione umana,.
L'utilizzazione di questi cereali, indicati per un'agricoltura a basso input e che potrebbero ben adattarsi ai cambiamenti climatici, permettono di sviluppare prodotti innovativi ricchi in proprietà benefiche nel rispetto della tradizione e nello sforzo di invertire il trend di perdita della biodiversità anche in campo alimentare.
Nell'ottica tracciata dal Green New Deal europeo, si inserisce anche l'obiettivo di realizzare prodotti 'funzionali' (pasta, estrusi etc.) attraverso il riutilizzo degli scarti generati dall'industria agroalimentare, per un'economia circolare di riduzione degli sprechi, anche in sinergia con l'obiettivo 3. È importante, tuttavia, mettere a punto processi di trasformazione innovativi dei cereali che, pur mantenendo inalterate le proprietà nutrizionali e salutistiche di questi, consentano di realizzare prodotti di elevata qualità tecnologica e organolettica.
L'innovazione di processo (es. decorticazione, micronizzazione, turbo-separazione) nella trasformazione della granella sia di frumento che di altri cereali, consente un miglioramento della qualità molitoria e igienico sanitaria, nonché delle caratteristiche nutrizionali degli sfarinati con ricadute importanti nella valorizzazione qualitativa nella produzione di pasta. L'applicazione di nuove tecnologie che sfruttano sistemi digitali integrati e di filiera (es. smart RFID e reti GPS, ICT), anche in relazione all'obiettivo 2, per la trasportistica, lo stoccaggio differenziato, la logistica di precisione e la conservazione (packaging) dei prodotti agroalimentari integrate con sistemi di tracciabilità informativa (infotracing), consentirà di sviluppare un valido strumento in grado di valorizzare il prodotto e di implementare le informazioni e la trasparenza nell'ambito della filiera produttiva frumento duro-pasta, contribuendo alla salvaguardia e alla promozione del prodotto simbolo del Made in Italy.

Obiettivo 6. Tecnologie innovative per la sicurezza, la qualità e la sostenibilità delle produzioni ortofrutticole

L'introduzione di innovazioni tecnologiche e di processo nel settore ortofrutticolo può contribuire in maniera significativa ad innalzare il livello di qualità dei prodotti e nel contempo migliorare la sostenibilità produttiva, ambientale, economica e sociale.
Nel prossimo triennio, sarà valutata l'applicazione di tecniche analitiche avanzate ed automatizzate per la caratterizzazione del profilo metabolico e sensoriale di prodotti agro-alimentari, le quali supportando l'attività di screening varietale, contribuiscono all'individuazione di genotipi adattabili a nuovi sistemi sostenibili di coltivazione, nell'ottica di contrastare il cambiamento climatico in accordo con quanto indicato dal Green Deal Europeo.
L'applicazione di tecniche innovative di conservazione combinate con l'utilizzo di sensori di diversa tipologia (fluorescenza della clorofilla, DAmeter, quoziente respiratorio) consente sia il miglioramento della qualità/conservabilità dei prodotti ortofrutticoli sia la riduzione degli scarti.
Il raggiungimento di tali obiettivi può essere ulteriormente rafforzato mediante l'applicazione di metodologie di analisi non distruttive (*TRS, NIRS, Aquaphotomics*) e il relativo sviluppo di modelli predittivi al fine di elaborare nuovi indici qualitativi dei prodotti ortofrutticoli che permettano di ottimizzare la supply-chain in tutte le sue fasi.
La sinergia di queste innovazioni può consentire la tutela e la valorizzazione di specifici prodotti ortofrutticoli, favorendone il monitoraggio di filiera con ricadute positive sulla tracciabilità e rintracciabilità di prodotto e migliorando sia la propensione all'acquisto da parte del consumatore nazionale sia il loro posizionamento sul mercato internazionale al fine di sostenere la produzione

Made in Italy.
Nell'ambito della filiera produttiva, l'ottimizzazione ed il controllo, mediante digitalizzazione, del processo di essiccamento solare, in sinergia con l'obiettivo 2, può contribuire a ridurre l'impatto energetico delle produzioni agroalimentari rispondendo alle indicazioni del Green Deal Europeo. Inoltre, lo sviluppo di impianti pilota e/o miniaturizzati e di nuovi prodotti per la valorizzazione delle piccole e piccolissime produzioni agroalimentari di qualità fortemente legate al territorio potrà favorire le catene corte e/o cortissime con ricadute positive sulla sostenibilità economica e sociale delle aree geografiche svantaggiate.
Nell'ottica dello sviluppo di un'economia circolare l'obiettivo degli studi si concentra sull'utilizzo di scarti agro-industriali come fonte di composti ad alta potenzialità, sia a scopo nutraceutico, sia per la difesa delle colture dalle avversità. L'impiego nella difesa di principi fitochimici estratti da residui vegetali concorre a ridurre l'uso di fitofarmaci di sintesi, migliorando la sostenibilità ambientale. Nell'ambito dell'economia circolare si inseriscono anche lo sviluppo di coatings per packaging attivi e biodegradabili (anche a partire da sottoprodotti dell'industria agroalimentare), il riutilizzo di imballaggi biodegradabili e non, anche in settori diversi dal packaging alimentare, lo stampaggio innovativo 3D.

Obiettivo 7. Innovazioni nelle trasformazioni della filiera olio/oliva da mensa per produzioni tipiche sostenibili di alto valore qualitativo e biologico

L'implementazione delle tecnologie innovative nell'ambito della filiera olivicola permette un miglioramento della qualità, della valorizzazione dei co-prodotti e dello sviluppo di prodotti innovativi con alto valore biologico.
Nel campo del settore oleicolo i principali obiettivi di attività nel triennio riguardano le tecnologie di lavorazione meccanica delle olive, la qualità chimica ed organolettica delle produzioni olearie, la conservazione del prodotto finito e l'utilizzazione dei sottoprodotti. Verranno studiati i profili qualitativi e quantitativi delle diverse componenti dell'olio e l'influenza del fattore tecnologico sui parametri e indici di qualità, tipicità e genuinità. Altre attività riguarderanno la caratterizzazione degli oli da nuovi genotipi di olivo e degli oli prodotti con tecniche ecocompatibili e sistemi estrattivi biologici nonché la caratterizzazione e valorizzazione degli oli dal punto di vista nutrizionale e salutistico.
L'adozione da parte dell'UE delle nuove norme che regolano gli scambi nel settore olivicolo (OCM) ha spinto il settore olive da mensa verso la sostenibilità delle produzioni, basandosi principalmente su tracciabilità, etichetta parlante e filiera corta. L'obiettivo che ci si pone è identificare processi determinanti migliore qualità del prodotto, più sostenibili e sanitariamente più compatibili. Allo scopo saranno selezionati microorganismi probiotici (batteri lattici) in grado di fornire le migliori performances fermentative in relazione alla riduzione dei tempi di deamarizzazione e alle caratteristiche sensoriali, chimico/nutrizionali e texturali del prodotto, da proporre alle aziende operanti sul territorio nazionale. L'impiego di starter nella trasformazione delle olive da tavola costituisce un valido strumento per veicolare microorganismi probiotici negli alimenti che quindi diventerebbero dei veri e propri "functional foods", svolgendo un'azione preventiva a tutela della salute del consumatore.

II Prodotti e servizi

Di seguito vengono riportati i principali "prodotti" realizzati dal Centro estratti dalla piattaforma Monitor per il periodo indicato:

- Analisi dello stato dell'arte e dei flussi aziendali finalizzata alla proposta di applicazione degli RFID
- Applicazione per la realizzazione di piani di fertilizzazione
- Bevande funzionali a base frutta e scotta
- Caratteristiche qualitative del pellet di pioppo da Short Rotation (SFR)

- Frumento duro in coltura biologica: un'opportunità di valorizzazione per alcuni areali del Sud Italia
- Frumento duro: Sistemi agrotecnici per la prevenzione e il controllo delle micotossine in campo
- Il farro per lo sviluppo di alimenti funzionali
- Irrigazione localizzata multifunzione
- Linee guida per il trasporto e la vendita di prodotti alimentari deperibili a basso impatto ambientale
- Linee guida per la trasformazione casearia su piccola scala
- Linee guida per produzioni vegetali su piccola scala
- Macchina per la pirodisinfezione dell'actinidieto affetto da batterosi (PSA)
- Microfiliera energetica di autoconsumo: sostenibilità economica ed energetica
- Microrganismi rizosferici per una produzione sostenibile ed una valorizzazione qualitativa di varietà piemontesi di peperone dolce
- Motori bi-fuel a metano/gasolio come fonti di potenza per trattori agricoli: attività di sviluppo e prove
- Produzione di pellet da piantagioni di pioppo
- Prototipo di essiccatore ad energia solare per frutta ed ortaggi in pezzi (cubetti, rondelle, dischi, stick)
- Prototipo di minicaseificio per la razionalizzazione delle risorse e la valorizzazione delle produzioni casearie
- Prototipo: Linea polifunzionale miniaturizzata per la produzione e il confezionamento di prodotti ortofrutticoli (e anche carnei e caseari)

Di seguito i "servizi" del Centro come riportato nella Carta:

- Certificazioni trattori agricoli e forestali
- Analisi conto terzi per la verifica dell'autenticità di oli e grassi vegetali
- Caratterizzazione qualitativa di cereali e derivati nonché dei principali processi
- di prima e seconda trasformazione
- Caratterizzazione Chimico-Fisica dei residui agroforestali e alimentari e monitoraggio dei sistemi di conversione energetica della biomassa

III Attività istituzionali e di terza missione

Obiettivo 1

1. Certificazione ufficiale di trattori agricoli e forestali secondi i Codici dell'OCSE n. 2, 5 e 10
2. Certificazione delle prestazioni delle macchine operatrici agricole dei lubrificanti per trasmissioni e sistemi idraulici (sia a base minerale/sintetica che vegetale) e degli pneumatici ad uso agricolo
3. Affidamento per la fornitura di servizi tecnico-scientifici ed organizzativi a supporto di servizi regionali per il controllo funzionale delle macchine irroratrici
4. Automazione dell'alimentazione per gli allevamenti di bovini da latte della Lombardia per il miglioramento delle performance produttive ottimizzando il consumo di mangime (meno feed waste) con aumento del benessere degli animali allevati
5. Trasferimento conoscenze sulla meccanizzazione di colture a pieno campo e realizzazione interventi di meccanizzazione agricola nei Paesi in via di sviluppo o con scarse conoscenze e tecnologie (Costa Rica, Filippine, Egitto)

Obiettivo 2

1. Consulenze e convenzioni per sviluppo di applicazioni tecnologiche digitali (smart-sensors, IoT), analisi di immagini (cromatiche, iperspettrali e termiche) e analisi multivariata e robusta predittiva o inferenziale di grandi data set
2. Due centri dimostrativi "Field lab" per applicazioni di agricoltura di precisione e agricoltura digitale (Progetto AGRIDIGIT, Sub-progetto AGROFILIERE) presso aziende sperimentali

CREA-IT

Obiettivo 3

1. Certificazione e tracciabilità delle biomasse vegetali ad uso energetico
2. Dimostrazione e divulgazione sull'uso della biomassa da piantagioni dedicate e da formazioni forestali di prossimità territoriale;
3. Centro dimostrativo CREA-IT: Filiera energetica biomasse, biogas/biometano: utilizzo della biomassa e qualità delle emissioni dei sistemi di combustione nell'utilizzo del biogas/biometano, syngas e della biomassa;
4. Testing e certificazione di caldaie a biomasse e impianti motori termici;
5. Dimostrazione e divulgazione sull'uso degli scarti agro-industriali come fonte di sostanze bioattive da usare come agrofarmaci per la difesa delle colture, cosmeceutica, o come integratori alimentari ad azione nutraceutica e antiossidante.

Obiettivo 4

1. Analisi su cereali e derivati per attività istituzionali (prove di iscrizione al registro varietale) e per attività conto terzi (caratterizzazione qualitativa dei cereali e dei prodotti derivati, secondo le metodiche ufficiali, e principali processi di prima e seconda trasformazione)

Obiettivo 5

1. Formazione e trasferimento tecnologico in Paesi in via di sviluppo e con problematiche alimentari e nutrizionali sulle tecnologie dell'essiccazione e disidratazione sostenibile; analisi biochimiche conto terzi su matrici vegetali (caratterizzazione biochimica di pigmenti fogliari, analisi gas-cromatografiche su semilavorati di basilico, analisi qualitative e sensoriali di frutti in conservazione).

Obiettivo 6

1. Analisi di revisione su campioni di oli e grassi vegetali denunciati nel territorio nazionale: il CREA-IT è incaricato istituzionalmente per la revisione delle analisi effettuate sugli oli e grassi vegetali, in prima istanza, dai laboratori di controllo ufficiali, in applicazione della L.571 del 22.7.82 che attua gli artt.15, ultimo comma, e 17, penultimo comma, della L. 24.11.81, N.689.
2. Controanalisi in caso di arbitrato per denunce relative a determinazioni organolettiche su campioni di oli di oliva vergini commercializzati in territorio nazionale ed internazionale: D.M. 07 ottobre 2021che attua l'art. 4 del Reg. N. 2568/91/CEE e s.m
3. Cura dell'iter di riconoscimento Panel di assaggiatori Ufficiali e Professionali di olio di oliva vergine in ambito nazionale: D.M. 07 ottobre 2021.
4. Verifica dei requisiti per il mantenimento del riconoscimento dei Panel di assaggiatori Ufficiali e Professionali di olio di oliva vergine in ambito nazionale: D.M. 07 ottobre 2021.
5. Cura dell'iter di autorizzazione allo svolgimento dei corsi di formazione per Capo Panel in ambito nazionale D.M. 07 ottobre 2021.
6. Attività di consulenza nel settore olivicolo per MiPAAF. Rappresentanti del CREA-IT partecipano in ambito nazionale alle riunioni della Sottocommissione Oli e Grassi del MiPAAF per l'aggiornamento dei metodi ufficiali di analisi dei prodotti agroalimentari e delle sostanze di uso agrario e forestale. A livello internazionale il CREA-IT ha propri rappresentanti nell'ambito del COI di Madrid tra gli esperti chimici per lo studio dei metodi di analisi degli oli di oliva e di sansa di oliva, tra gli esperti del metodo di valutazione organolettica degli oli vergini di oliva nonché tra gli esperti per la valutazione sensoriale, la composizione nutrizionale e la definizione della normativa delle olive da mensa.
7. Analisi conto terzi per la verifica dell'autenticità di campioni di oli e grassi in ambito nazionale ed internazionale.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

Per tutti gli obiettivi, si riscontrano importanti risultati pubblicati su riviste internazionali e divulgati su riviste nazionali, convegni, congressi ecc (oltre 200 nel biennio 2021-2022). Risultati più specifici si riportano di seguito.

Obiettivo 1

Test di semina a righe eseguiti con sistema di guida satellitare. Award dalla rivista Electronics MDPI come migliore pubblicazione 2021 eseguita per un confronto tra tecnologie; sviluppo di un simulatore di guida di trattori agricoli e macchine operatrici per valutare nuove logiche di operazioni agricole (AGROFILIERE)

Realizzazione prototipo per water-harvest in aree semi-aride (ERANETMED – MEDIOPUNTIA)

Sviluppo di macchine per la raccolta di colture energetiche e oleaginose per terreni marginali (MAGIC)

Presenza come Testing Station nel programma di armonizzazione internazionale, ricerca e prova relativo ai Codici riguardanti i trattori agricoli e forestali (Organizzazione per la Sicurezza e la Cooperazione in Europa – OCSE)

Realizzazione di un manuale per l'uso e lo spandimento del compost sfuso e pellettato sulle principali colture agrarie (ABCOMPOST)

Dati operativi sulla distribuzione sito specifica e l'interramento dei fertilizzanti organici ottenuti nel progetto. Progettazione di un sistema specifico per migliorare la precisione della di distribuzione dei fanghi (BIOMASS HUB)

Identificazione delle caratteristiche della suinicoltura in Abruzzo e di aziende rappresentative per il prelievo degli effluenti (FOOD WAT HEV)

Sviluppo di un software per il conteggio degli insetti impollinatori sulle infiorescenze di girasole (SULPIANETA)

Analisi sperimentale dell'influenza dell'assale frontale sul comfort di un trattore agricolo (C.A.F.T.A.)

Analisi sperimentale della resistenza a fatica di un trattore agricolo dotato d'innovative sospensione della cabina (So.Fa.)

Valutazione dell'influenza di alcuni parametri prestazionali degli pneumatici agricoli sull'efficienza ed il confort del trattore (Efi.Tr.A.)

Analisi dei livelli di emissione sonora degli pneumatici agricoli tramite innovative tecniche di valutazione qualitativa (A.Pne.A.)

Attività di supporto allo sviluppo di un innovativo trattore agricolo con piano di carico nell'ambito del progetto Paoli FP100 (Paoli_FP100)

Attività sperimentali su innovazioni tecniche e metodologiche, riguardanti la dinamica dei veicoli agricoli ed il confort dell'operatore, in laboratori dedicati (Inno.Mec.).

Organi di propulsione per macchine agricole semoventi: analisi di alcune caratteristiche prestazionali ed ottimizzazione dell'omogeneità del consumo sui cingoli gommati e sugli pneumatici (G.Us.Ci.O.).

Obiettivo 2

Sviluppo e applicazione di tecnologie digitali (elettroniche, meccatroniche, informatiche e telecomunicazioni) integrate per il rafforzamento sostenibile di produzioni di campo (macchine e sistemi digitali agricoli, di filiera ortofloricola, frutticola e cerealicola). Utilizzo di sensori e metodologie opto-elettroniche open-source per il monitoraggio prossimale dello stato vegetativo, fitosanitario, della maturazione e della qualità dei prodotti in campo e loro implementazione sulle macchine. (AGROFILIERE)

Identificazione del grado di maturazione e della presenza o meno di difetti, subito dopo la raccolta e/o dopo processi di deamarizzazione, attraverso metodi di visione artificiale rapidi, ripetibili ed oggettivi, in combinazione con metodi di statistica multivariata e machine learning, a partire da immagini statiche (solo RGB) e da immagini real-time (RGB e/o VIS-NIR) acquisite tramite sistema optoelettronico traslante. (DEAOLIVA)
Utilizzo di un prototipo elettromeccanico (sorting machine) per la selezione delle olive che integra la sensoristica optoelettronica di vario tipo in linea ed esegue la differenziazione dei prodotti in classi qualitative differenti (es. maturazione, difetti, dimensioni, ecc.) mediante estrazione contemporanea di un insieme di parametri e di features dedicate. (INNOLITEC)
Studio della fattibilità economica e tecnologica nell'introduzione di tecnologie innovative per la tracciabilità nel settore della pesca. (PESCA CHIAN)

Obiettivo 3
Prove di produzione di Single Cell Oils a partire da siero di latte inoculato con differenti ceppi di lieviti in condizioni di temperatura diverse. (AGROENER)
Sistemi innovativi di raccolta delle potature e dei residui di cereali nonché i sistemi e le logistiche più performanti di gestione delle biomasse residuali. (AGROINLOG)
Caratterizzazione chimico-fisica di biomasse residuali agroforestali; sviluppati sistemi e apparati strumentali per il monitoraggio e l'abbattimento delle emissioni; pellet da sottoprodotti (es. fondi di caffè) (AGROENER)
Sistemi di campionamento ed analisi per i marcatori atmosferici di fenomeni di combustione della biomassa. (STIMA)
Caratterizzazione delle emissioni da combustione di sottoprodotti ottenuti da scarti organici di aziende agro-alimentari (COMPOSTEAM)
Caratterizzazione ICP-MS e SEM-EDS di materiali ottenuti da prove di mineralizzazione della CO^2 con metodi innovativi (RESILCO)
Sviluppo di campionatori ambientali adsorbenti passivi (AGROFILIERE)
Valutazione dell'uso di fertilizzanti alternativi su piante di riso mediante analisi fisiologiche, biochimiche e spettroscopiche (BIOMASS HUB)

Obiettivo 4
La moria del kiwi – Approfondimento sull'eziologia e strumenti di prevenzione e difesa (KIRIS)

Obiettivo 5
Realizzazione di paste monovarietali integrali 100% monococco da granella micronizzata, ottenuta in differenti regimi di concimazione ed epoche di semina. (GOMM)
Produzione di malto 100% monococco (CoSMo)
Mantenimento di germoplasma: frumenti caucasici, grani perenni, farri, linee differenziali di frumento per la resistenza alle malattie fungine. (RGVFAO)
Metodo per migliorare la salubrità dei cereali e ridurre gli sprechi alimentari in un'ottica di economia circolare (SUSINCER)

Obiettivo 6
Recupero e valorizzazione dell'ecotipo lombardo peperone di Voghera (RECUPEVO)
Integrazioni digitali multiscala per le trasformazioni agroalimentari (AGROFILIERE)

Obiettivo 7
Valutazione dell'influenza di diversi tipi di inoculi microbici sulla velocità del processo di deamarizzazione e controllo di fenomeni di spoilage mediante lieviti killer di olive in salamoia. (DEAOLIVA)

V Progettualità 2023

Il Centro ha attivi oltre 50 finanziamenti relativi a progetti regionali, nazionali, internazionali e convenzioni di ricerca con Enti pubblici e privati. Per ciascun progetto, l'attività proseguirà secondo quanto previsto nella programmazione sperimentale.
Di seguito si specificano le principali nuove progettualità:

Obiettivo 1

Meccanizzazione mandorleti intensivi (AGROMILLORA).
Tecnologie per la produzione della canapa (CANAPATECH)
Convenzione con la BKT Europe srl per attività di ricerca inerente alle prestazioni ed il confort degli pneumatici agricoli.
Analisi del rischio di esposizione ad agenti zoonotici nell'allevamento suinicolo intensivo (Acronimo: "S-ZOONE") Bando INAIL BRIC 2022
Sistemi di rilevamento in tempo reale di ostacoli dinamici per macchine semoventi con operatore a bordo in uso nel settore agricolo Bando INAIL BRIC 2022
Standardizzazione di un metodo analitico per il monitoraggio del destino delle microplastiche nell'ambiente a seguito della distribuzione di fanghi di depurazione su terreni coltivabili. Bando INAIL BRIC 2022
Connecting Italy and Serbia in the beekeeping sector through the knowledge transfer on digital beehives systems (Cyber-bees) - KNOW-HOW EXCHANGE PROGRAMME (KEP) Call for Proposals 2022
Valore in campo su meccanizzazione mandorleti (MiPAAF)
Meccanizzazione della raccolta della canapa (CARIFIT-MiPAAF)
Bio-bolle su introduzione iperossigenazione in agricoltura (REGIONE EMILIA ROMAGNA – PSR)
Vertical Dynamic Characterization of a Vehicle" (Car.Ve.) Tender JRC/IPR/2021/VLVP/1742, bandito nell'ambito del progetto Mitica, Unit C4, della Commissione Europea Joint Research Centre, Ispra (VA) ".
Contratto per l'affidamento del servizio di controllo e superfood: Progetto Pilota per la Trasformazione Agroalimentare, il Lavoro di qualità e le Energie rinnovabili IN MYANMAR TRA L'Associazione Italia-Birmania ed il CREA-IT.

Obiettivo 3

Principi attivi per l'industria cosmetica da scarti della trasformazione di nocciole e fave di cacao. (Cos.Nof. fondazione CRT).

Obiettivo 4

Seseo-Med -"Developing integrated soil data for the Mediterranean Region: a gateway for sustainable soil management": proposta progettuale in fase di sottomissione allo Stage 2 della call PRIMA, Section 1, Thematic Area 2 Farming Systems - Action RIA - Topic 1.2.1-2022 (coordinatore Evenor Tech)

Enabling the potential of the unexplored: exploiting tailored microbial consortia to enhance environmental, societal and economic sustainability and resilience of Italian agro-ecosystems (MICRO4LIFE proposta progettuale in fase di sottomissione bando Fondazione Ager)

RIVERA - "Realising the environmental and socioeconomic benefits of intercropping to overcome adoption barriers": proposta posta nella "Riserve List" (call Horizon Europe: Biodiversity and Ecosystem Services - Action RIA - Topic: HORIZON-CL6-2022-BIODIV-01-05, Coordinatore - Università di Coimbra)

Monitoring, Reporting and Verification of Soil Organic Carbon and Greenhouse Gas Balance (MRV4SOC - proposta progettuale in fase di sottomissione alla call Horizon Europe)

Obiettivo 5

Realizzazione di cous cous 100% monococco monovarietale (CoSMo)
Realizzazione di paste da popolazioni evolutive di frumento (Change-Up)
Valutazione di GxE su varietà di frumento selezionate per tolleranza alla siccità (Agritech Spoke 1)
Mantenimento di germoplasma (RGVFAO)
Realizzazione di una filiera laziale per sorgo ad uso alimentare (SOUL)
"Sprechi alimentari" AGRO-FOOD LONG-LIFE, bando MIPAAF
"Boosting sustainable and climate smart agriculture via dual impacts of chitin waste-based products on crop stress resilience and soil health", Chitin4Health Benefiting People and Society - Novo Nordisk Fonden (NNF), Project Grant 2022 for Research within Plant Science, Agriculture and Food Biotechnology
From Edible Sprouts to Healthy Food", FEED PRIMA Call: Section 2 – Multi-topic 2022, Topic 2.3.1 (RIA) Enabling the transition to healthy and sustainable dietary behaviour
Utilizzo di fitoestratti naturali come biostimolanti per l'incremento quali-quantitativo di metaboliti in specie officinali spontanee", FITOBIOF MIPAAF.
Realizzazione a basso impatto ambientale di prodotti funzionali innovativi con frutta prodotta dalle imprese dell'areale sabino", FRUFUN 16.2 PSR Lazio 2014-2020, FEASR, Misura 16.2 Sostegno a progetti pilota e allo sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie;
La Spettroscopia NIR a VANtaggio degli Allevamenti zootecnici", NIRVANA PSR Lombardia 2014-2020 FEASR Operazione 1.2.01 Progetti dimostrativi e azioni di informazione
Innovazione di prodotto e di processo per la valorizzazione delle filiere frutticole di montagna", PROFUMO PSR Lombardia 2014-2020, operazione 16.2.01 "Progetti pilota e sviluppo di innovazione"
Integrazione e valorizzazione di processi di essiccazione solare presso i produttori agricoli piemontesi", Sun4LocalFarm PSR Piemonte
Increased tomato biodiversity for fruit quality and drought resistance by participatory plant breeding", TORRID 2022 Joint FACCE-JPI Suscrop Call on Agrobiodiversity
Varietà lombarde di peperone: analisi della biodiversità", VALOPEPE PSR Lombardia 2014-2020 Operazione 10.2.01 "Conservazione della biodiversità animale e vegetale".

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca del Centro CREA-IT avranno ampia condivisione e diffusione attraverso: pubblicazioni su riviste tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali, strumenti divulgativi di vario genere (posters, relazioni orali, brochures, booklets, database, schede di prodotto, dossier scientifici, etc.), organizzazione di convegni, strumenti tecnici a supporto del legislatore e degli stakeholders, reti di ricerca integrate tra aziende ed attori nazionali ed internazionali, infrastrutture di ricerca.
Le attività di divulgazione saranno rivolte a vari stakeholders, aziende ed imprese del settore, consumatori, organismi pubblici e privati, anche attraverso canali social, sito web, principali reti radiotelevisive nazionali, testate giornalistiche.

Centro di Ricerca
ORTICOLTURA E FLOROVIVAISMO (OF)

Direttore: ***Daniele Massa***

Missione
Svolge ricerche con approcci integrati e multidisciplinari per il miglioramento genetico, la valorizzazione della biodiversità, l'innovazione agronomica e la difesa ecocompatibile di specie coltivate in pieno campo e sotto serra, orticole, aromatiche, floricole - ornamentali, per l'arredo urbano e delle produzioni vivaistiche.

I Obiettivi strategici
Obiettivo 1. Mitigazione dei cambiamenti climatici e gestione sostenibile degli stress
Il Centro svolgerà attività di ricerca strategiche per la riduzione delle emissioni di CO_2 in atmosfera implementando pratiche colturali che hanno effetti conservativi sul ciclo del carbonio organico quali: produzione di compost da residui colturali e ammendamento del suolo per aumentare il *sink* di carbonio tellurico, tecniche di *no* e *minimum tillage* introducendo macchinari innovativi per specie ortive da seme (Leguminose), impiego di *cover crops* e pratiche agroecologiche di consociazione per limitarne le perdite per mineralizzazione.
Il miglioramento della sostenibilità nella gestione degli stress biotici ed abiotici, determinati anche dai cambiamenti climatici, verrà perseguito con diversi approcci:
Mediante l'ausilio di metodologie genomiche, verranno sviluppate *core collections* e popolazioni sperimentali di *pre-breeding* e *breeding* per produrre nuovi materiali genetici ed identificare le varianti alleliche responsabili di resistenza/tolleranza a peronospora, fusariosi, virosi e patologie *soil-borne* in peperone, pomodoro e *baby-leaf*, nonché tolleranza a siccità ed *heat stress* in pomodoro. In quest'ultima specie verranno anche selezionati genotipi adatti alla coltivazione in regime biologico. Verranno studiate piante psammofile ornamentali, quali esempi di specie resistenti a stress abiotici, correlati anche ai cambiamenti climatici in atto.

- Saranno valutate linee di pomodoro (linee RILs e genotipi selezionati mediante PPB) derivate da una popolazione MAGIC al fine di selezionare nuove varietà adatte alla coltivazione in biologico.
- Le *Tecnologie di Evoluzione Assistita* – TEA, tra cui il *genome editing*, sono state utilizzate per la produzione di linee di pomodoro resistenti ad orobanche e di linee di basilico resistenti a peronospora. I materiali così ottenuti saranno testati in ambiente confinato e saranno inoltre utilizzati in studi di genetica funzionale al fine di comprendere ulteriormente i meccanismi di interazione con gli agenti patogeni. In questa ottica, per pomodoro, sarà anche esplorato il set completo delle linee di introgressione di *S. pennellii x S. lycopersicum* come fonte di resistenza a piante parassite.
- L'uso di sensori di prossimità (flusso linfatico) e modelli di simulazione consentirà di trovare soluzioni innovative per gestire la fertirrigazione di pomodoro in serra con acque saline in ambiente mediterraneo.
- Tecnologie digitali come *imaging* e sensoristica microclimatica, saranno impiegate per aumentare l'efficacia dei metodi di difesa integrata su ortive *baby-leaf* e perseguire il requisito del residuo zero economicamente rilevante per questo tipo di coltura.
- Similmente, saranno sviluppati ed implementati modelli previsionali per la gestione sostenibile del pomodoro in serra e della coltivazione della rosa da vaso e da fiore reciso attraverso la definizione di *alert* fitopatologici settati sulle condizioni climatiche predisponenti.

- L'obiettivo sarà, inoltre, perseguito mediante la messa a punto di protocolli basati sull'impiego di agenti microbici di biocontrollo e altri mezzi di derivazione naturale in diversi scenari, dalla pianura con coltivazioni in serra al pieno campo delle aree collinari e suoli soggetti a erosione.
- Il dispositivo sperimentale di lungo termine presso la sede di Monsampolo verrà utilizzato per testare la sostenibilità ambientale di genotipi e tecniche agronomiche *low input*.

Obiettivo 2. Produttività, uso efficiente delle risorse ed economia circolare

Il Centro svolgerà attività di ricerca volte all'identificazione di strategie di gestione e all'implementazione di tecnologie innovative per l'uso efficiente delle variabili produttive ispirandosi al principio delle "3R" (riduzione, riuso e riciclo), in un'ottica di economia circolare. Tale attività di ricerca si compie seguendo il flusso delle variabili produttive dalla loro somministrazione, la quale deve avvenire in modo oggettivo e secondo necessità, riducendo gli sprechi nell'uso delle risorse, fino al loro eventuale recupero e riuso all'interno di successivi cicli produttivi o riciclo in diversi ambiti produttivi. Tali obiettivi saranno perseguiti attraverso le attività di seguito dettagliate:

- Sarà perseguito l'ottenimento di nuove linee di pomodoro migliorate per l'efficienza d'uso delle risorse idriche (*Water Use Efficiency*) e nutritive, in particolare azoto (*Nitrogen Use Efficiency*). Esse dovranno garantire la qualità e la remunerativitá delle produzioni, riducendo, allo stesso tempo, gli *input* per la coltivazione in pieno campo o in ambiente protetto.
- Verranno impiegati modelli di simulazione e sensori prossimali per l'ottimizzazione della nutrizione di ortaggi da foglia (rucola, spinacio e lattuga) e fertirrigazione di ortaggi da frutto (pomodoro) in piena aria e coltura protetta intensiva nell'ottica dell'agricoltura digitale.
- Saranno ottimizzate strategie di distribuzione e riuso dell'acqua e dei nutrienti in sistemi di coltura fuori suolo a ciclo chiuso su diversi substrati e modalità d'irrigazione (a goccia, sub-irrigazione) per colture protette e *indoor*.
- L'impiego di substrati sostenibili, ottenuti da materiali di risulta e scarto verde, sarà proposto come alternativa ai substrati a base di torba per le produzioni ortoflorovivaistiche.
- Lo sviluppo di tecniche di riscaldamento a ridotto impatto energetico per la forzatura di piante in vaso fiorito e ortaggi da foglia (basilico) in serra supporterà le coltivazioni riducendone l'impatto economico ed ambientale con benefici anche per la mitigazione dei cambiamenti climatici.
- Verrà approfondito lo studio di matrici vegetali da scarti verdi, biocompost e vermicompost per la fertilizzazione di colture orticole intensive e florovivaistiche con il fine di sostituire i fertilizzanti chimici.
- Verrà mantenuto e ulteriormente sviluppato il dispositivo sperimentale di lungo termine per l'ottimizzazione della fertilizzazione organica di colture in regime di agricoltura biologica.
- Verrà migliorata l'efficienza d'uso dell'acqua in colture da pieno campo (pomodoro da industria) attraverso l'utilizzo di sensori prossimali, SSD e impiego della pacciamatura biodegradabile. Saranno verificati e ottimizzati i fabbisogni irrigui di specie orticole e saranno quantificati i benefici ambientali in termini di risparmio idrico in agricoltura biologica.

Obiettivo 3. Tutela e valorizzazione delle risorse genetiche

Il Centro, tenendo conto dei principi sanciti dalla legge 194/2015, svolgerà attività strategiche di recupero, conservazione e valorizzazione di risorse genetiche orticole comprendenti le principali specie di Solanaceae (pomodoro e peperone), Brassicaceae (rucola e cavolfiore), Asteraceae (lattuga, carciofo), Leguminosae (fagiolo, cece) e Cucurbitaceae (melone) ed aromatiche-ornamentali e floricole, tra cui rosmarino, elicriso, passiflora, salvia, calla, *Hippeastrum*, orchidee terrestri, cactus e altre succulente. Tali risorse, reperite sia a livello locale sia su tutto il territorio nazionale, saranno caratterizzate con approcci morfo-fisiologici, agronomici, patologici, biochimici e molecolari. Al fine del raggiungimento dell'obiettivo:

- Le collezioni in essere verranno ampliate mediante reperimento e caratterizzazione di nuovi materiali genetici.
- Le basi genetico-molecolari di caratteri di interesse qualitativo, agronomico e di resistenza a stress verranno studiati mediante approcci di analisi QTL ed associazione genotipo-fenotipo nelle collezioni disponibili di pomodoro e peperone.
- Nuovi materiali genetici verranno prodotti in programmi di selezione volti alla realizzazione di ibridi e linee maschiosterili nonché attività di *breeding* partecipato al fine di identificate nuove linee di interesse in pomodoro, peperone, cavolfiore, indivia e lattuga e specie alimurgiche.
- Il rischio di erosione genetica verrà ridotto mediante il rinnovo delle collezioni disponibili, la conservazione *ad hoc* in ambiente *ex-situ* (Banche del germoplasma), il ripopolamento di nuove specie (attraverso la germinazione assistita dei semi), lo scambio di pratiche e conoscenze e la stipula di accordi con agricoltori/cittadini custodi per la conservazione *on farm*.
- Varietà, linee o materiali selvatici di peperone, lattuga e pomodoro saranno valutati per la resistenza ai patogeni al fine di individuare materiali di breeding da utilizzare come standard nei saggi in vivo.
- Verranno implementate tecniche diagnostiche per il monitoraggio fitosanitario del germoplasma in moltiplicazione.
- Saranno impiegate accessioni selvatiche e/o ecotipi in programmi di difesa sostenibile.
- Verranno messe a punto tecniche di coltivazione di specie autoctone per la valorizzazione di accessioni di interesse locale (ad esempio, specie orticole e floricole tipiche del ponente ligure).
- Verranno valorizzate specie spontanee e/o genotipi selezionati per l'utilizzazione dei fiori per l'alimentazione umana, la produzione di preparati alimentari, nonché per uso officinale.
- Verranno utilizzate tecniche di moltiplicazione e risanamento *in vitro* per il mantenimento delle RGV
- Verranno valutate metodiche di germinazione, propagazione e difesa di succulente in via d'estinzione, per il loro interesse alimentare e medicinale.

Obiettivo 4. Qualità delle produzioni

Lo sviluppo di produzioni vegetali di qualità si basa su prodotti eduli salubri con migliorate caratteristiche nutrizionali e adeguati standard estetici, l'elevata *shelf life*, l'ottenimento di piante sane mediante selezione varietale e tecniche di coltivazione innovative. Al fine del raggiungimento di tali obiettivi verranno svolte le seguenti attività:

- Collezioni di ecotipi e varietà locali di colture ortive (pomodoro, peperone e rucola), floricole (orchidee), ornamentali (passiflora, elicriso) ed aromatiche (rosmarino, salvia) verranno analizzati per la presenza di metaboliti di interesse con potenziale utilizzo, nell'alimentazione umana, nell'industria alimentare, nutraceutica e farmaceutica.
- Le sementi di varietà locali verranno analizzate per la valutazione del loro stato fitosanitario.
- Saranno sviluppate nuove varietà mediante il trasferimento di geni che aumentano le concentrazioni dei metaboliti d'interesse.
- Le TEA, quali il *gene editing* e la cisgenesi, sono state utilizzate per ottenere genotipi di pomodoro con alto contenuto di solidi solubili. Le linee di pomodoro ottenute mediante *gene editing* saranno valutate in ambiente confinato, nel rispetto della Direttiva 2001/18/CE
- Saranno realizzati nuovi ibridi con caratteri di rifiorenza, architettura della pianta, forma e colore dei fiori, adattamento alla coltivazione nelle zone temperate italiane in *Hibiscus x Rosa sinensis*, *Hippeastrum*, Calla, *Passiflora* e *Hydrangea* attraverso l'integrazione di approcci convenzionali ed innovativi di miglioramento genetico.

- Verranno introdotte tecniche di coltivazione *multi-cropping* e *intercropping* o consociazione con accessioni autoctone (del genere *Brassica*, *Cucurbita* e *Vicia*) per aumentare la resilienza delle colture, l'impatto dal punto di vista merceologico legato all'immagine del prodotto e il miglioramento dell'offerta varietale.
- Verrà investigata la possibilità di tracciare le produzioni biologiche nel genere *Brassica* attraverso analisi degli isotopi ^{14}N e ^{15}N.
- Attraverso prove di orientamento tecnico varietale, effettuate nei principali comprensori su scala nazionale, verranno individuati i genotipi commerciali di pomodoro da industria più performanti per caratteristiche produttive e di qualità tecnologica (pH, acidità, residuo secco e ottico).
- Verrà valutato l'impiego di nuovi prodotti biostimolanti di origine microbica e organica, per l'incremento delle qualità nutraceutiche di fiori e frutti di cactus e succulente edibili.

II Prodotti e servizi

Prodotti della ricerca

1. **Sistemi digitali di supporto alle decisioni per la gestione integrata degli stress e l'uso efficiente delle risorse.** Indici vegetazionali derivanti da *imaging* iperspettrale e termico e sistemi di *alert* basati su sensoristica microclimatica verranno sviluppati per la difesa integrata. Tecnologie *non imaging* saranno applicate per la valutazione in tempo reale dello stato nutrizionale delle colture. (*con il* contributo del Progetto Agridigit).

2. Modelli previsionali per supportare la gestione sostenibile della fertirrigazione e della difesa in ambiente protetto e in pieno campo. Modelli previsionali verranno ulteriormente calibrati e validati per la fertirrigazione con acque saline e la gestione sostenibile di fitopatologie fungine in colture ortive, in particolare pomodoro, allevate in serra in ambiente mediterraneo. Sistemi di supporto alle decisioni verranno calibrati per la gestione sostenibile dell'irrigazione del pomodoro da industria in pieno campo in areali vocati del Sud e del Centro-Nord Italia.

3. Prototipi di pomodoro e basilico ottenuti mediante applicazioni delle Tecnologie di Evoluzione Assistita (TEA). Nuovi genotipi di pomodoro (tolleranti a orobanche e con maggior grado *Brix*) e di basilico (resistenti a peronospora) saranno ottenuti mediante approcci di g*enome editing* o Cisgenesi. *(con il contributo del Progetto Biotech).*

4. Nuove specie, protocolli colturali e profili nutrizionali per la filiera dei fiori eduli. Verranno identificati specie e genotipi con fiori commestibili. Per essi verranno definiti i protocolli colturali ad impatto zero e i profili nutrizionali, con particolare attenzione alle caratteristiche organolettiche e nutrizionali, e all'assenza di tossicità ed allergenicità.

5. Orientamento tecnico varietale e protocolli colturali per il risparmio idrico per il pomodoro da industria. Prove di orientamento tecnico varietale e tecniche agronomiche di applicazione del deficit idrico in combinazione con pacciamatura biodegradabile, effettuate nei principali comprensori su scala nazionale, consentiranno l'individuazione dei genotipi commerciali più performanti e il risparmio idrico in pomodoro da industria.

6. Individuazione di patogeni di nuova introduzione su territorio nazionale o su nuovi ospiti come output dell'attività di diagnostica svolta dal laboratorio di terza missione e nell'ambito del progetto AgroBiodiversità Campana (finanziamento PSR Campania 2014 – 2020 – Misura 10, Sottomisura 10.2 – Tipologia di intervento 10.2.1).

Servizi

1. Collezioni di specie erbacee, ornamentali, di funghi e batteri patogeni. Presso il CREA-OF sono conservate accessioni di specie erbacee locali, ortive, ornamentali e ceppi patogeni di funghi e batteri. Le specie erbacee conservate nella Banca del Germoplasma e afferenti a specie diverse di interesse agrario reperite sul territorio marchigiano, sono a disposizione degli agricoltori locali, in modica quantità, secondo le direttive regionali (Collaborazione con "MARCHE AGRICOLTURA PESCA" Agenzia per l'innovazione nel settore agroalimentare e della pesca - Regione Marche).

2. Caratterizzazione per la resistenza a malattie fungine e batteriche in varietà di lattuga, cavolfiore e pomodoro nell'ambito di convenzioni finanziate da enti privati.
3. Allestimento di una lista di patogeni e di varietà di riferimento e realizzazione di un network per la valutazione della resistenza nelle specie ortive secondo i protocolli standardizzati riportati nelle procedure armonizzate dell'Unione per gli Ottenimenti Varietali (UPOV) e del Community Plant Variety Office (CPVO).
4. Piattaforma Biotecnologica presso la Sede di Sanremo in attività da maggio 2022 dotata di laboratori di colture in vitro, biologia molecolare e biochimica.

III Attività istituzionale e di terza missione

Il Centro svolge attività per le prove di revisione di II livello per le specie di competenza per conto dell'ICQRF e dell'Autorità giudiziaria. Partecipa, inoltre, a vari tavoli tematici e gruppi di lavoro.
Per quanto concerne le attività di terza missione il Centro promuove azioni volte a favorire la valorizzazione della ricerca, in particolare mediante consulenze e attività conto terzi, e la produzione di beni per il pubblico, come attività formative e divulgative di *public engagement*.
Presso la Sede di Sanremo è attivo un servizio di micropropagazione di specie ortofloricole (Carta dei servizi CREA – Codice OF1). Presso la sede di Monsampolo è disponibile il Sistema agro-ecologico certificato in biologico per ricerche scientifiche ed applicative su orticole di pieno campo (Carta dei Servizi CREA – Codice OF2). Presso la Sede di Pontecagnano, è disponibile il Laboratorio di Analisi fitopatologiche, molecolari e microbiologiche (Carta dei servizi CREA – Codice OF3) per analisi diagnostiche fitopatologiche, valutazione di resistenza alle malattie, analisi microbiologiche dei compost e del suolo.
Presso la sede di Sanremo sono in corso pratiche per l'accreditamento come "Examination Office" del CPVO per specie ornamentali (anemone e ranuncolo).
Presso la sede di Pontecagnano è in corso un'attività progettuale di formazione e sensibilizzazione degli agricoltori sui vantaggi dell'adozione delle rotazioni, con particolare riferimento all'introduzione delle leguminose, per ridurre i processi di erosione e migliorare la fertilità del suolo.
Nel 2021 sono stati inoltre realizzati 59 eventi divulgativi, 9 partecipazioni a programmi televisivi/radiofonici e 55 eventi di formazione. Nel 2022 sono stati realizzati 53 eventi divulgativi, 5 interviste televisive e 27 eventi di formazione.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

Obiettivo operativo 1

Nell'ambito del progetto BIOTECH-CISGET e del progetto BIOTECH-GEO sono state ottenute rispettivamente linee di pomodoro resistenti ad orobanche e linee di basilico resistenti a peronospora che sono in corso di valutazione in ambiente confinato, in ottemperanza alle disposizioni della Direttiva 2001/18/CE.

Obiettivo operativo 2

Nell'ambito del progetto AGROFILIERE sono stati definiti indici a supporto della gestione della nutrizione azotata su spinacio da industria coltivato in pieno campo. Per la stima del contenuto di nitrati nelle foglie è stato costruito un modello predittivo su 49 lunghezze d'onda nelle bande Vis-NIR, poi validato su dataset indipendenti ottenuti in differenti varietà, condizioni di coltivazione e fasi di accrescimento colturale.

Nell'ambito del Progetto AUTOFITOVIV "Buone pratiche per l'autocontrollo e la gestione fitosanitaria sostenibile nel vivaismo ornamentale" è stato realizzato il manuale tecnico "Sistemi di monitoraggio per la gestione fitosanitaria in ambito florovivaistico" ((Mis. 16.2 del PSR 2014-2020 della Regione Toscana (Decreto Dirigenziale n. 12927 del 07/08/2018).

Nell'ambito del progetto AGRIDIGIT, sottoprogetto AgroFiliere "Tecnologie digitali integrate per il rafforzamento sostenibile di produzioni e trasformazioni agroalimentari" è stato validato, in condizioni di clima mediterraneo, il metodo DPD (*Dew Point Depression method*) per la stima della durata della bagnatura fogliare (*Leaf Wetness Duration*) su colture ornamentali. (WP4 Sistemi di precisione e digitali per agro-filiere di qualità. Progetto finanziato dal Mi.P.A.A.F.T. con decreto n. 36503 del 20.12.2018).

Sempre nell'ambito del progetto AGRIDIGIT, sottoprogetto AgroFiliere (vedi punto precedente) sono stati validati, in condizioni di clima mediterraneo, modelli previsionali di due malattie fungine, ovvero oidio (*Sphaerotheca pannosa*) e botrite (*Botrytis cinerea*) su rosa.

Nell'ambito del progetto iGUESS-Med sono stati sviluppati modelli previsionali per il controllo di *Botrytis* e *Alternaria* nella difesa del pomodoro in ambiente protetto e per il supporto della gestione sostenibile della fertirrigazione del pomodoro coltivato senza suolo in ambiente protetto.

Obiettivo operativo 3

Nell'ambito del progetto LIVESEED e della successiva convenzione con la ditta sementiera ISI sono state valutate sia dal punto di vista fenotipico sia genotipico RILs e linee CREA derivate dalla popolazione MAGIC di pomodoro. I dati ottenuti sono stati utilizzati per l'analisi GWAS e l'attività proseguirà nel progetto MIPAAF che sarà finanziato nel 2022.

Obiettivo operativo 4

Nell'ambito del progetto POFACS sono stati individuati i genotipi più consoni alla lavorazione secondo i dettami della IV gamma e si è provveduto al miglioramento della loro stabilità. Per quanto riguarda l'attività di miglioramento genetico del cavolfiore, sono stati effettuati incroci per creare variabilità in diverse linee che saranno oggetto di future selezioni e avanzamento della stabilità di breeding (collaborazione con la ditta H.M.-Clause).

Nell'ambito del progetto BIOTECH-CISGET, sono state ottenute linee di pomodoro editate per il contenuto di solidi solubili che sono in corso di valutazione in ambiente confinato in ottemperanza alle disposizioni della Direttiva 2001/18/CE.

Pubblicazioni e contributi in atti di convegno

Nel 2021 sono state prodotte 118 pubblicazioni di cui 78 su riviste indicizzate Scopus/WoS e sono stati presentati 35 contributi a convegni scientifici di cui 14 a congressi internazionali. Nel 2022 sono state prodotte 58 pubblicazioni di cui 33 su riviste indicizzate Scopus/WoS e sono stati presentati 80 contributi a convegni scientifici di cui 16 a congressi internazionali.

V Progettualità 2023

Per ciò che concerne le progettualità future, il Centro ha partecipato a bandi di finanziamento a livello locale, nazionale ed internazionale. Di particolare rilievo è la partecipazione ai finanziamenti dei programmi HORIZON, del PNRR e dei Contratti di filiera con spiccata attività di trasferimento tecnologico in realtà aziendali. Di seguito si riportano i progetti sottomessi nel periodo 2021-2022 divisi in progetti ammessi a finanziamento o già finanziati e progetti sottomessi a valutazione evidenziando la rispondenza nei confronti dei diversi Obiettivi Operativi.

Progetti finanziati nel 2022 o ammessi e in attesa di finanziamento

- LeaVe (RIL population development in Leafy Vegetables). Convenzione con I.S.I. SEMENTI S.p.A. **(OBIETTIVO OPERATIVO 3)**

- BanGeCar_4 (Gestione della banca del germoplasma regionale e caratterizzazione delle varietà locali di specie erbacee nelle marche, nell'ambito del progetto "Biodiversità e Risorse Genetiche – L.R. 12/2003) **(OBIETTIVO OPERATIVO 3)**
- Progetti di ricerca nell'ambito del "*Fondo per la ricerca nel settore dell'agricoltura biologica e di qualità*" del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali:
    - BIOVIVO Dal Green Deal al vivaio: innovazioni al servizio delle coltivazioni BIOlogiche nel VIVaismo Ornamentale **(OBIETTIVO OPERATIVO 1, 2)**
    - INTEGRA.COL.BIO. (INTEGRAzione di nuove COLture, lotta biologica e fitoestratti per l'agricoltura BIOlogica); ammesso a finanziamento **(OBIETTIVO OPERATIVO 2)**
    - BIOFLORED (Sviluppo della produzione dei fiori eduli in regime di coltivazione biologica); ammesso a finanziamento **(OBIETTIVI OPERATIVI 2, 4)**
    - PLANT SHIELD (Prodotti Fitosanitari Innovativi a Base di Oli Essenziali e Fitoestratti); ammesso a finanziamento **(OBIETTIVO OPERATIVO 2)**
    - DIVERSI-BIO (Approcci evolutivi, partecipativi e molecolari che valorizzano la diversità genetica per la selezione di pisello proteico, frumento duro e pomodoro per l'agricoltura biologica), "Fondo per la ricerca nel settore dell'agricoltura biologica e di qualità" del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali – Tematica 1; ammesso a finanziamento **(OBIETTIVI OPERATIVI 1, 3, 4)**
    - FITOBIOF Utilizzo di fitoestratti naturali come biostimolanti per l'incremento quali-quantitativo di metaboliti in specie officinali spontanee; ammesso a finanziamento **(OBIETTIVO 2, 4)**
- Progetti Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 della Regione Liguria - sottomisura M10.2 - "sostegno per la conservazione, l'uso e lo sviluppo sostenibili delle risorse genetiche in agricoltura" - intervento 10.2.A - "Interventi per la conservazione e l'uso sostenibile delle risorse genetiche vegetali in agricoltura" **(OBIETTIVO OPERATIVO 3)**
    - RiFioriRe - Recupero e Introduzione di Fiori antichi e autoctoni nella Rete floricola del Ponente ligure
    - Mar.Ta.C.I.G. Riviera – Margherita da taglio: conservazione integrata del germoplasma della riviera del Ponente ligure
    - VARROSE - Conservazione e caratterizzazione di varietà di Rose da sciroppo coltivate nella Valle Scrivia
    - Lavanda C.I.G. Riviera - Lavanda: Conservazione Integrata del Germoplasma Risorsa Floreale della Riviera Ligure
    - AGRIL - Agrumi Minori della Riviera Ligure
- ANTES - Fiori eduli e piante aromatiche: attività capitalizzazione dei progetti ANTEA ed ESSICA" FSR Fondo Europeo di sviluppo regionale – Bando INTERREG Programma ALCOTRA Italia-Francia **(OBIETTIVO OPERATIVO 4)**
- PRO-GRACE, Promoting a Plant Genetic Resource Community for Europe, HORIZON-INFRA-2022-DEV-01-01. Developing the European research infrastructures. landscape, maintaining global leadership - Action Research infrastructure concept development. Pillar 1: Excellent Science - Work Programme: Research Infrastructure - Destination: Developing, consolidating and optimising the European research infrastructures landscape, maintaining global leadership. 2023-2024 (24 mesi). **(OBIETTIVIO OPERATIVI 1, 3)**

- AGRITECH Plant, animal and microbial genetic resources and adaptation to climatic changes, Spoke 1. Avviso pubblico MUR-PNRR - Presentazione di Proposte di intervento per il Potenziamento di stutture di ricerca e creazione di “campioni nazionali” di R&S su alcune Key Enabling Technologies – Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza - Missione 4 - Componente 2 - Investimento 1.4 Potenziamento strutture di ricerca e creazione di "campioni nazionali di R&S" su alcune Key Enabling Technologies - Unione europea – NextGenerationEU. 2023-2025 (36 mesi). **(OBIETTIVI OPERATIVI 1, 3)**
- RGV-FAO Programma triennale 2023-2025 per la conservazione, caratterizzazione, uso e valorizzazione delle risorse genetiche vegetali per l’alimentazione e l’agricoltura. Mipaaf. 2023-2025 (36 mesi). **(OBIETTIVI OPERATIVI 3, 4)**

Progetti sottomessi in attesa di valutazione

- OrtoLig (Tutela e conservazione della biodiversità orticola del Levante Ligure), Bando PSR Liguria 2014-2020 sottomisura M10.2 -” Sostegno per la conservazione, l'uso e lo sviluppo sostenibili delle risorse genetiche in agricoltura” - intervento 10.2.A - “Interventi per la conservazione e l’uso sostenibile delle risorse genetiche vegetali in agricoltura**”** **(OBIETTIVO OPERATIVO 3)**
- TORRID (Increased tomato biodiversity for fruit quality and drought resistance by participatory plant breeding), Bando Europeo SusCrop–ERA-NET, Agricultural genetic resources **(OBIETTIVI OPERATIVI 1, 3, 4)**
- NirSPisumSativum (Indagini su parametri ecofisiologici e determinazioni qualitative ai fini del miglioramento genetico di piante di pisello), Bando Europeo SusCrop–ERA-NET **(OBIETTIVI OPERATIVI 2, 3, 4**)
- RE-APP (RE-App - Riabitare Ecosostenibile per l'APPennino Centrale), Bando ricerca sisma 2016 del Ministero della coesione territoriale **(OBIETTIVI OPERATIVI 2,3)**
- BAR (Biomaterials in AgRo-ecosystems: soil and crop qualities). Bando FIS 2022. **(OBIETTIVI OPERATIVI 2, 4)**
- QUALISAFE (Substrati, fertilizzanti e logistica per la qualità e la sostenibilità delle produzioni vivaistiche). Bando Mi.P.A.A.F. Contratti di filiera e di distretto (V bando). **(OBIETTIVI OPERATIVI 2)**
- MOMA (Metodi Ottici per il Monitoraggio dell’Azoto nelle colture ortofloricole). Bando PSR - Misura 16 Cooperazione - Sottomisura 16.2 Sostegno a progetti pilota ed a sviluppo di nuovi prodotti, pratiche, processi e tecnologie. **(OBIETTIVO OPERATIVO 2)**
- MITIGATE (Mezzi tecnico-agronomici a basso impatto ambientale). Bando Mi.P.A.A.F. Contratti di filiera e di distretto (V bando). **(OBIETTIVO OPERATIVO 2)**

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca del Centro CREA-OF avranno ampia condivisione e diffusione attraverso: pubblicazioni su riviste tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali, strumenti divulgativi di vario genere (posters, relazioni orali, brochures, booklets, database, schede di prodotto, dossier scientifici, etc.), organizzazione di convegni, strumenti tecnici a supporto del legislatore e degli stakeholders, reti di ricerca integrate tra aziende ed attori nazionali ed internazionali, infrastrutture di ricerca.
Le attività di divulgazione saranno rivolte a vari stakeholders, aziende ed imprese del settore, consumatori, organismi pubblici e privati, anche attraverso canali social, sito web, principali reti radiotelevisive nazionali, testate giornalistiche.

Centro di Ricerca
OLIVICOLTURA, FRUTTICOLTURA E AGRUMICOLTURA (OFA)

Direttore: ***Enzo Perri***

Missione

Il Centro si occupa delle filiere olivicole, frutticole ed agrumicole. Con approcci multidisciplinari, svolge attività di ricerca nel settore del miglioramento genetico e della propagazione, promuove lo sviluppo di modelli produttivi efficienti ed ecosostenibili, cura la valorizzazione della qualità nutrizionale e tecnologica dei frutti e dei sottoprodotti delle filiere. Sviluppa nuovi modelli per la tracciabilità e la certificazione di prodotti di alta qualità. Svolge attività di conservazione e valorizzazione dell'agrobiodiversità delle tre filiere.

I Obiettivi strategici

Obiettivo 1. Innovazioni varietali mediante miglioramento genetico tradizionale e nuove biotecnologie: valorizzazione dell'agro-biodiversità a supporto di produzioni sostenibili e di qualità nel settore frutticolo, agrumicolo ed olivicolo, sia di interesse alimentare che ornamentale.

A fronte di cambiamenti climatici che fortemente impattano sull'agricoltura ed a supporto di produzioni sempre più sostenibili, il *breeding* può contribuire in misura determinante selezionando sistematicamente quei caratteri che aumentano la capacità della pianta di mantenere elevate performance produttive e di qualità richieste dalla filiera frutticola, agrumicola ed olivicola, anche in presenza di stress biotici (es. patogeni noti e/o emergenti) e abiotici (restrizione idrica, aumento della temperatura, piogge intense, salinità etc.). Le collezioni di germoplasma e le popolazioni segreganti, frutto dei programmi di incrocio, rappresentano una fonte di geni e marcatori molecolari utili per il miglioramento genetico.

L'attività di ricerca riguarda la fenotipizzazione delle collezioni e delle progenie di incrocio, anche con sistemi innovativi, per l'individuazione di genotipi portatori di caratteri di pregio per i programmi di *breeding*. L'individuazione di geni candidati e di meccanismi epigenetici, lo sfruttamento delle informazioni derivanti dal genoma, dal trascrittoma e dal metaboloma, lo studio delle interazioni ospite-parassita, l'utilizzo delle biotecnologie di ultima generazione (NBT-*New Breeding Techniques,* come cis-genesi e *genome editing*) consentirà di accelerare l'innovazione varietale con la selezione di nuovi genotipi con migliorate caratteristiche produttive, qualitative e di resistenza. Inoltre, la conservazione e la valorizzazione di cultivar autoctone, spesso con caratteristiche qualitative, sensoriali e nutraceutiche superiori rispetto alle varietà commerciali, offre la possibilità, attraverso le tecniche di *breeding*, di ampliare l'offerta di prodotti frutticoli, agrumicoli e olivicoli del "Made in Italy". In particolare, gli obiettivi specifici sono:

a. Ottenimento e sviluppo, mediante azioni di *breeding* condotte in stretta collaborazione con *stakeholders* delle filiere frutticole integrata e biologica, di nuove varietà e portinnesti clonali performanti in termini produttivi, merceologici e di rusticità.
b. Studio della variabilità genetica volta alla caratterizzazione delle accessioni attraverso l'individuazione di marcatori molecolari e loro associazione a caratteri agronomici (GWAS), anche tramite fenotipizzazione *high-throughput*, e loro applicazione nei programmi di selezione anche con metodologie innovative (*Genomic Selection*).
c. Identificazione di geni di resistenza/tolleranza alle principali avversità biotiche (es. *Huanglongbing* per gli agrumi, Sharka per le drupacee e *Xylella*, etc.), abiotiche e dei processi di accumulo di composti ad elevato valore salutistico mediante approcci genomici, trascrittomici e metabolomici

d. Definizione e/o ottimizzazione di protocolli di micropropagazione, rigenerazione avventizia ed embriogenesi somatica, con particolare riferimento a specie recalcitranti quali pesco, ciliegio, albicocco, noce, olivo, nocciolo, da utilizzare in programmi avanzati di miglioramento genetico (*New Breeding Techniques*), nella conservazione della biodiversità, nel settore vivaistico, nella produzione di metaboliti secondari e nella valutazione della risposta ad avversità biotiche ed abiotiche.

Obiettivo 2. Innovazione sui metodi di produzione con particolare riguardo all'intensificazione sostenibile, all'ottimizzazione delle operazioni colturali e alla digitalizzazione

La moderna arboricoltura da frutto si pone come obiettivi l'incremento produttivo, la maggiore sostenibilità ambientale ed economica e il mantenimento di elevati standard qualitativi. Le possibili direzioni verso cui ci si sta indirizzando sono: la monocoltura con un aumento del numero di alberi ad ettaro per favorire l'anticipo dell'entrata in piena produzione e la meccanizzazione delle operazioni colturali; la consociazione di diverse specie arboree, arbustive e/o erbacee-orticole o animali nella stessa unità di superficie (agroforestry) secondo schemi che devono essere rivalutati in chiave moderna secondo un approccio di azienda agricola da reddito.

Nell'ambito di questo obiettivo si intende implementare il monitoraggio e l'interpretazione delle risposte fisiologiche nel *continuum* suolo-pianta-atmosfera in particolare per l'adattamento dei fruttiferi ai cambiamenti climatici in ambiente caldo-arido e all'incremento dell'efficienza dell'uso dei fattori di produzione. Oggetto di studio sono i processi fisiologici di sviluppo e assorbimento radicale delle specie arboree, il *root-shoot signaling,* l'efficienza produttiva della chioma e l'intensificazione colturale. In contesto di rapido progresso tecnologico, vengono compiuti studi sull'utilizzo di sensoristica ad hoc per il monitoraggio delle condizioni dei fruttiferi, sull'implementazione e validazione di piattaforme digitalizzate a supporto delle decisioni sulla digitalizzazione nella gestione dei frutteti e sull'utilizzo di *precision farming tools.* Particolare attenzione verrà rivolta alle seguenti attività:

a. Comprensione dei meccanismi e messa a punto di strategie per incrementare l'efficienza della gestione dei fattori di produzione attraverso la digitalizzazione e tecnologie avanzate di *proximal* e *remote sensing*;
b. Valutazione di tecniche eco-sostenibili in alternativa alla fumigazione e lo sviluppo di fertilizzanti e biostimolanti a lento rilascio da biomasse residuali.
c. Valutazione di strategie di gestione del suolo (lavorazione, inerbimento, recupero residui colturali, ecc.) volte al mantenimento o all'incremento della sostanza organica nel suolo;
d. Studio e validazione di soluzioni sostenibili di meccanizzazione (es. raccolta in continuo), concimazione (compreso l'uso di *by-products*, come digestati, sanse e biostimolanti da biomasse residuali, per aumentare la sostanza organica e ridurre la concimazione minerale) e diserbo (con interventi meccanici innovativi, in sostituzione dei diserbanti chimici) attraverso un approccio multidisciplinare.

Obiettivo 3. Implementazione dei programmi di breeding, delle tecniche agroecologiche e della tracciabilità in frutticoltura, agrumicoltura e olivicoltura biologica

Il comparto delle produzioni biologiche aumenta il suo peso nell'ambito dell'agroalimentare in Italia e nella UE, ma anche a livello mondiale. A fronte di tali aumenti non sempre si riscontra, in frutticoltura, l'adattamento al metodo di coltivazione in termini di scelte varietali, di tecniche di coltivazione, di garanzia della qualità. Infatti, appaiono ancora lontani dalla pratica quotidiana in frutticoltura programmi di breeding specifici, applicazione dei principi dell'agroecologia, metodi per la tracciabilità dei prodotti.

In tale contesto, anche a partire dalle esperienze maturate nella rete di esperimenti di lunga durata presente nelle aziende sperimentali del CREA-OFA (RETIBIO), si evidenziano alcune esigenze primarie:

1. ampliare il panorama varietale e dei portinnesti con tipi adatti al metodo biologico;

2. sviluppare e implementare sistemi colturali a elevato grado di diversificazione, a ridotti input, capaci di sostenere le produzioni e la loro qualità, fornendo servizi eco sistemici;
3. implementare strategie e formulati innovativi per la difesa delle colture ed il mantenimento della qualità di frutta biologica destinata al consumo fresco;
4. affiancare al modello di tracciabilità documentale un sistema di tracciabilità chimica e biochimica per le produzioni biologiche;
5. coinvolgere gli attori della filiera, creando reti stabili di co-innovazione multiattoriale, utili per la formazione permanente, il trasferimento e la disseminazione.

Obiettivo 4. Sistemi integrati per la protezione delle colture

Questo obiettivo si fonda sullo studio della biologia e della diffusione degli agenti di danno economico e biologico, insieme all'individuazione di metodi di contrasto e di diagnosi delle malattie e dei fitofagi. L'attività di ricerca riguarda la messa a punto di sistemi di diagnostica avanzata, il monitoraggio georeferenziato e a distanza, la ricerca di strategie di contenimento e gestione delle malattie con metodi innovativi, l'impiego sostenibile dei prodotti fitosanitari, e l'individuazione di organismi antagonisti degli agenti dannosi per le colture. Alla base di tale attività vi è l'approccio integrato per una corretta protezione delle colture, che preveda l'utilizzo di varianti virali utili per la strategia di protezione incrociata, lo studio di principi attivi a basso impatto ambientale e a ridotto livello tossicologico oltre all'utilizzo di combinazioni d'innesto incompatibili con fitofagi e patogeni legate alle singole colture. In particolare, gli obiettivi specifici riguardano:

1. Messa a punto di metodi innovativi per il monitoraggio, la diagnosi e la lotta e nei riguardi di malattie e fitofagi delle piante da frutto, agrumi, e olivo, nonché delle relative emergenze fitosanitarie, artropodi alieni e insetti vettori.
2. Uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, individuazione di organismi antagonisti (agenti di biocontrollo) dei patogeni e degli artropodi (parassitoidi e predatori) dannosi per le colture.
3. Elaborazione di strategie ecosostenibili di contenimento dei patogeni caratteristici della fase postraccolta, mediante approcci di intervento integrato.
4. Valutazione delle nanotecnologie per la difesa fitosanitaria dell'olivo da malattie fungine e batteriche.
5. Valutazione del ruolo svolto dalle specie appartenenti a generi affini a quelle di interesse frutticolo, agrumicolo e olivicolo come serbatoio/vettore di patogeni emergenti e già diffusi ma non ancora controllabili

Obiettivo 5. Qualità e valorizzazione delle produzioni in pre- e post-raccolta. Tecnologie agroalimentari

Le filiere olivicola, frutticola e agrumicola rappresentano dei punti di forza per l'economia agricola italiana ma anche delle potenziali linee di sviluppo economico legato alle ampie possibilità di innovazione e diversificazione delle produzioni che ancora si possono ottenere. Se da un lato occorre adottare delle strategie che consentano di valorizzare le produzioni in atto, dall'altro appare necessaria la sperimentazione di prodotti innovativi che vengano incontro alle esigenze dei consumatori e che siano capaci di intercettare nuovi spazi sui mercati. Lo sviluppo di questi processi di innovazione deve, quindi, soddisfare requisiti di sostenibilità economica, ambientale e sociale applicati a tutte le fasi di realizzazione del prodotto, ossia dal campo alla tavola. Inoltre, i consumatori sono sempre più consapevoli e attenti a ciò che acquistano e consumano, di conseguenza richiedono prodotti più salubri e maggiori informazioni nutrizionali e sensoriali.

In tale contesto, anche a partire dalle esperienze maturate dai ricercatori del CREA-OFA nel campo della qualità dei frutti, della gestione in pre- e post-raccolta, nei processi tradizionali così come nelle *mild technologies*, si evidenziano alcune esigenze primarie nella definizione degli obiettivi della ricerca:

- Individuare strumenti e metodologie per fornire al consumatore la massima garanzia su qualità, origine e provenienza dei prodotti (da agricoltura biologica o convenzionale).

- Mantenere le caratteristiche qualitative, nutraceutiche e sensoriali dei prodotti in campo e nella fase post-raccolta.
- Aumentare la *shelf-life* dei prodotti freschi, di IV gamma e trasformati.
- Incrementare la qualità organolettica e nutraceutica dei prodotti, in pre- e postraccolta.
- Valorizzare gli scarti dell'industria agroalimentare, ai fini del recupero di molecole bioattive da impiegare nei settori alimentare, cosmetico e farmaceutico, mediante l'impiego di tecnologie estrattive che rientrano tra quelle suggerite dalla *"green chemistry"*.
- Incrementare l'uso di biotecnologie microbiche per ottenere nuovi probiotici, colture starter ed agenti di biocontrollo per alimenti più salubri e sicuri, nonché innovazioni di prodotto.

Obiettivo 6. Tracciabilità, rintracciabilità chimica e genetica di frutti e derivati

Il crescente interesse dei consumatori verso sistemi che forniscano loro la massima garanzia sulla qualità e origine dei prodotti che acquistano, con particolare riferimento alle produzioni d'eccellenza ad alto valore aggiunto quali i prodotti tipici che si fregiano di un marchio europeo di qualità (IGP, DOP o STG) o i prodotti biologici, spinge oggi la ricerca verso l'individuazione di tecniche di indagine innovative da utilizzare quale strumento di verifica dell'origine e della tipicità di tali prodotti alimentari, al fine di scongiurare eventuali comportamenti fraudolenti dei produttori e/o distributori. Risulta dunque strategico affiancare al modello di tracciabilità documentale che prevede la determinazione, rilevazione e registrazione dei "dati fondamentali" di produzione, un sistema di tracciabilità chimica e genetica del prodotto. Tecniche di indagine chimica innovative (spettrometria di massa isotopica, analisi multielementare degli elementi in tracce, analisi di spettroscopia nel vicino infrarosso, analisi di caratterizzazione metabolomica) e strumenti genetici (marcatori molecolari a singolo nucleotide, piccole inserzioni e delezioni e varianti strutturali a carico del genoma) sono già state impiegate con successo per l'ottenimento di un *fingerprinting* da utilizzare quale strumento di classificazione e verifica dell'origine e della tipicità, come testimoniato dalla numerosa bibliografia in materia. Il punto di forza che rende robusti e rappresentativi tali sistemi di tracciabilità è la numerosità campionaria dei dati raccolti. In tale contesto si evidenziano alcune esigenze:

- Avviare la creazione di nuovi dataset pluriennali per le produzioni frutticole ed olivicolo-olearie di maggiore interesse commerciale;
- Mantenere ed ampliare i dataset pluriennali, già implementati presso il Centro;
- Individuare nuovi *tool* di *big data analysis* per la trattazione chemometrica dei dati affinché vengano individuati markers univoci di discriminazione per la valutazione dell'autenticità;
- Aumentare il numero di genotipi da sequenziare al fine di estendere la disponibilità di marcatori (SNP, indel, elementi mobili) da utilizzare per la tracciabilità genetica specifica per quella accessione di interesse.
- Estendere il concetto di tracciabilità 'documentale' a quello di tracciabilità 'digitale' (*blockchain*) che attraverso transazioni codificate e registrate sul web in modo non modificabile impediscano comportamenti fraudolenti degli operatori lungo tutte le fasi della filiera.
- Coinvolgere tutti gli attori delle filiere d'interesse, al fine di creare reti condivise e generare conoscenze immediatamente trasferibili.

Obiettivo 7. Nuove strategie per lo sviluppo sostenibile della olivicoltura, frutticoltura e agrumicoltura in un contesto di cambiamenti climatici

Con riferimento alle piante arboree da frutto, gli effetti che i cambiamenti climatici possono determinare sull'efficienza del processo produttivo sono numerosi. Tale problematica, peraltro, si abbina alla sempre più pressante esigenza di definire, all'interno di un sistema complesso, quale appunto il frutteto, modelli di gestione efficienti e sostenibili. In tale ottica i cambiamenti climatici, e più in generale le limitazioni ambientali che potrebbero scaturire, rappresentano solo uno dei vincoli rispetto ai quali la gestione sostenibile del frutteto si deve adeguare. È pressante l'esigenza di applicare strategie di adattamento delle colture, con l'obiettivo di agire attraverso la predisposizione

di piani, programmi, azioni e misure tali da minimizzare le conseguenze negative causate dai cambiamenti climatici. In particolare, si evidenziano i seguenti obiettivi:

a. Mitigazione del deterioramento di aree agricole e dell'abbassamento della produttività degli impianti frutticoli, attraverso la sostituzione colturale e/o dei modelli colturali, basati sulla razionalizzazione dell'uso dei fertilizzanti, sull'impianto di colture più resilienti e sulla gestione del suolo finalizzata all'adattamento ad eventi estremi (baulature, drenaggio attivato, incremento di sostanza organica);
b. Mitigazione del rischio di incremento dei fenomeni di siccità e carenza idrica prolungati e delle necessità di effettuare irrigazioni supplementari attraverso l'applicazione di tecniche di agricoltura di precisione (sensoristica, droni), l'introduzione di colture arido-resistenti, il miglioramento della ritenzione idrica dei suoli e *water use efficiency* delle colture mediante l'applicazione di strategie di deficit irriguo e il riutilizzo di acque non convenzionali per l'agricoltura;
c. Monitoraggio dei rischi derivanti da agenti patogeni e infestanti di nuova introduzione e studio delle possibilità di utilizzo di cultivar resistenti, predatori naturali, sistemi di monitoraggio efficaci e tempestivi, nonché valutazione di prodotti di sintesi sostenibili per l'ambiente e l'entomofauna utile;
d. Potenziamento del ruolo del germoplasma autoctono e delle risorse genetiche aventi un ruolo strategico per la diversificazione dei prodotti, per la resistenza a nuovi patogeni, per programmi di breeding basati sull'introduzione di geni di resistenza a nuove patologie;
e. Studio della possibilità di destagionalizzazione delle produzioni mediante la coltivazione di fruttiferi in ambiente protetto e/o in fuori suolo e mediante l'introduzione di colture non convenzionali in ambiente meridionale (piccoli frutti, tropicali, ecc).

II Prodotti e servizi

Il CREA OFA è riconosciuto dal MIPAAF Centro di Conservazione per la Premoltiplicazione (CCP) e Centro di Premoltiplicazione (CP1) prima fase per i materiali di propagazione vegetale della **Fragola** (GU n. 290 del 14/12/2005) nell'ambito del Processo di Certificazione Volontaria del Materiale di Propagazione Vegetale delle piante da frutto. Il CREA OFA è anche riconosciuto dal MIPAAF Centro di Conservazione per la Premoltiplicazione (CCP) e Centro di Premoltiplicazione (CP) per i materiali di propagazione vegetale degli **Agrum**i (GU n. 290 del 14/12/2005). In questi ambiti svolge attività di mantenimento in sanità di numerose varietà di fragola e degli agrumi, di produzione di materiale vegetale di categoria pre-base e base e di controllo della corrispondenza genetica del materiale vegetale. È attivo anche il servizio di **analisi fitopalogiche sul genere Citrus,** che consente di effettuare analisi per il riconoscimento varietale ed analisi fitosanitarie relativamente al Genere Citrus e generi affini.

Inoltre, il CREA OFA è anche s**ede dell'ufficio esaminatore per il Comunity Plant Variety Office** (CPVO, brevetti vegetali europei) e per l'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi. In particolare, si effettuano i DUS Test in campo finalizzati all'ottenimento delle privative europee per le specie Actinidia spp., Pesco, Susino giapponese, Pistacchio, Eucalipto. Altro servizio è quello della **conservazione e moltiplicazione di specie frutticole autoctone iscritte al Registro Volontario Regionale (RVR)** e distribuzione agli aderenti alla Rete di conservazione e sicurezza gestita e coordinata da ARSIAL (art. 4 L.R. n. 15/2000).

Un prodotto ottenuto dalla collaborazione tra CREA AN, CREA OF e CREA OFA è il gioco "**Coltiva 5. Appuntamento al campo... 5 Colori. Alla difesa di frutta e verdura**". Si tratta di un gioco educativo di società per le scuole. Il meccanismo del gioco, con il suo regolamento, è stato depositato alla SIAE come Opera inedita, ai sensi dell'art 67 lett b del regolamento della SIAE. Il deposito, contrassegnato dal n. 2021/02465 di repertorio, decorre dal 19/10/2021, con scadenza 19/10/2026. Inoltre, sono state prodotte bevande innovative a base di mela arricchite in composti bioattivi a base alcolica.

III Attività istituzionale e terza missione

Tra le attività istituzionali, si annoverano le azioni finalizzate al mantenimento, all'ampliamento e allo studio delle collezioni di germoplasma e, soprattutto, all'approfondimento delle conoscenze sui tratti/caratteri delle accessioni in esse custodite, che rappresentano un prezioso giacimento di geni utili da utilizzare in programmi di miglioramento genetico.

Le attività sono finalizzate alla raccolta, conservazione in campo e *in vitro*, caratterizzazione, documentazione e utilizzazione. Obiettivi principali sono il recupero e la conservazione delle varietà autoctone, ma anche l'ampliamento della base genetica di diverse specie mediante la raccolta e l'acquisizione di materiale in Italia e all'estero, l'utilizzazione sostenibile del germoplasma presente nelle collezioni, la reintroduzione in coltura di varietà autoctone destinate a mercati locali e di nicchia, anche attraverso la collaborazione con comunità di piccoli agricoltori

Essendo la gestione delle collezioni di germoplasma onerosa in termini di tempi, costi e utilizzo di risorse, risulta particolarmente conveniente la caratterizzazione e la conservazione dei genotipi che risultano altamente informativi, attraverso la definizione e la conservazione di core-collection, collezioni costituire da un numero relativamente ristretto di individui che tuttavia racchiude in sé la maggior parte della diversità genetica di una specie. I prodotti principali di questa attività riguardano: il rinnovamento, il mantenimento, l'implementazione delle collezioni frutticole, olivicole e agrumicole di varietà e la catalogazione in database dedicato dei dati di caratterizzazione delle collezioni, la caratterizzazione molecolare e lo studio della variabilità genetica della collezione di ciliegio dolce ed acido; la costituzione di una core-collection di pesco e di olivo; la caratterizzazione bio-agronomica, molecolare, biochimica e nutrizionale del germoplasma frutticolo ed olivicolo presente nelle collezioni; la definizione di protocolli di conservazione in vitro a medio e lungo termine di drupacee, fruttiferi e olivo; la partecipazione all''European Fruit Research Institutes Network' (EUFRIN) che promuove lo scambio di informazioni sui risultati della ricerca, interagisce con la Commissione europea per suggerire tematiche di ricerca da finanziare e prepara progetti di ricerca che rispondono alle priorità del settore frutticolo europeo; l'implementazione del database europeo EURISCO e le attività di ricerca internazionali nell'ambito del network 'European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (ECPGR), finalizzate alla salvaguardia e valorizzazione della biodiversità frutticola in ambito europeo. Diversi ricercatori del CREA-OFA sono attivi in tavoli tecnici di filiera ufficialmente costituiti dal MIPAAF e dalle Regioni, a gruppi di lavoro e partnership istituzionali.

L'attività di terza missione del CREA OFA riguarda in via prioritaria la costituzione ed il mantenimento di una rete di accordi con altre istituzioni finalizzate a veicolare fuori dal centro le conoscenze acquisite per porle a servizio della comunità, in via gratuita o, ove opportuno, attraverso la costituzione di privative e brevetti. Relativamente alle attività di valorizzazione economica della conoscenza, attraverso la trasformazione della conoscenza prodotta dalla ricerca in conoscenza utile a fini produttivi, il Centro è stato impegnato nella costituzione di nuovi brevetti e nella gestione commerciale di contratti e licenze delle varietà protette in collaborazione con l'Ufficio Italiano Brevetti e Marchi (brevetti vegetali italiani). Relativamente alle attività di missione culturale e sociale, mediante la produzione di beni pubblici che aumentano il benessere della società, in ambito educativo, culturale, sociale, di consapevolezza civile, il Centro ha ratificato accordi di collaborazione con istituti di istruzione secondaria ad indirizzo tecnico agrario, industriale e ad indirizzo generico entro i cui termini i ricercatori coinvolti si impegnano a divulgare e disseminare i risultati della ricerca nonché, in taluni casi, ad organizzare sperimentazioni scientifico-didattiche nelle sedi scolastiche coinvolte. Ulteriori accordi sono stati stipulati con gli Enti Parco individuando obiettivi comuni agli Enti coinvolti verso cui far convergere attività di ricerca scientifica, indagine territoriale e sperimentazione. In alcuni casi l'attività di terza missione ha visto i ricercatori coinvolti nella presentazione ed esecuzione di progetti a bando nel campo dell'agricoltura sociale a fianco di Enti preposti alla cura ed al reinserimento di soggetti svantaggiati.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

I risultati ottenuti a partire dal 2021 sono di seguito riassunti con riferimento ai progetti realizzati ed agli obiettivi precedentemente enunciati:

Obiettivo 1:

Progetto BIOTECH, sottoprogetto BIOSOSFRU: ottenimento di costrutti per il Genome Editing per i caratteri Colonnare e Fioritura Precoce in *Prunus.* Ottenimento, mantenimento e selezione di calli e rigenerazioni da tessuti zigotici di *Prunus persica* cv Rich lady, infettati con *A. tumefaciens*, per la trasformazione genetica mediante genome editing per l'espressione della resistenza a sharka e del carattere pillar. Ottenimento e mantenimento *in vitro* di cloni rigenerati di *Actinidia chinensis* infettati con *A. tumefaciens* editati per la resistenza a PSA.

Progetto BIOTECH, sottoprogetto CITRUS: sintesi di (1) un costrutto di *genome editing* per il gene b-LCY2, e produzione di alcune decine di piantine editate di arancio Tarocco e Doppio sanguigno in valutazione per la produzione di frutti con antocianine e licopene; (2) costrutti cisgenici per il gene Ruby (che induce la sintesi di antocianine), anche in associazione con l'editing del gene FT per indurre contestualmente la fioritura anticipata, in varietà di arancio e pompelmo, ricchi in licopene; (3) un costrutto di *genome editing* per il gene Iku1 coinvolto nella riduzione della dimensione dei semi e produzione di alcune piantine di Carrizo e altri agrumi in valutazione; (4) ottimizzazione di protocolli di rigenerazione di varietà di arancio e pompelmo mai testati prima.

Progetto BIOTECH, Sottoprogetto GENOLICS: (1) protocollo per la rigenerazione di tessuto adulto derivante da germogli coltivati in vitro per alcuni genotipi e produzione di embrioni somatici per la cv Canino; (2) protocollo ottimizzato di rigenerazione via ES da embrioni zigotici (tessuto immaturo); (3) Identificazione di ~ 1 Milione di SNPs attraverso l'analisi comparativa di 108 genomi risequenziati + ulteriori 10 genomi risequenziati, sequenziamento locus specifico di 288 genotipi (saggio SPET) per l'identificazione di varianti alleliche associate a pathways biosintetiche primarie, secondarie e in processi quali fotopercezione, risposta a stress idrico e biotico; (4) identificazione di geni chiave coinvolti nella regolazione delle pathways biosintetiche di fenilpropanoidi ed acidi grassi tramite Targeted RNA-seq

Progetto OLGENOME: Ottenimento di un genoma di riferimento per l'olivo attraverso il sequenziamento, l'assemblaggio de-novo, e l'annotazione funzionale del genoma della cv. Leccino.

Progetto preHLB: *chromosome assembly* e annotazione funzionale dei genomi di *Eremocitrus glauca*, *Murraya paniculata* e *Murraya ovatifoliolata*. Individuazione dei geni candidati coinvolti nella resistenza/immunità di *E. glauca* nei riguardi di HLB.

Progetto SIRPA: ottenimento del trascrittoma di *Citrus aurantium* e identificazione di geni candidati responsabili dell'effetto protettivo di un isolato di CTV a confronto con l'isolato aggressivo SG29, agente causale del seedling yellow. Valutazione del rischio di trasmissione di CTV tramite gli afidi vettori in specie ornamentali di Rutaceae.

Progetto PORTNOC: Ottimizzazione dei protocolli di micropropagazione di portinnesti di *Juglans microcarpa* per tolleranza/resistenza a *Phytophthora*

Progetto BIOFRU PARCO: collezione di genotipi a diffusione locale afferenti a diverse specie di fruttiferi e messa a punto di marcatori gene-specifici per la caratterizzazione genetica.

Progetto URCOFI speciale Castagno: caratterizzazione morfo-agronomica e genetica di molteplici accessioni di castagno resistenti/tolleranti al cinipide galligeno.

Progetto DiCOVALE: conservazione e caratterizzazione morfologica, agronomica e genetica di specie legnose autoctone del territorio campano, nonché recupero di ulteriori accessioni.

Progetto RGV-FAO: mantenimento e rinnovo parziale delle collezioni di fruttiferi, olivo e agrumi. Allestimento e conservazione *in vitro* di germoplasma frutticolo, anche mediante slow growth. Caratterizzazione fenotipica di accessioni della collezione di ciliegio acido e pero.

Progetto MADOGEN: Caratterizzazione genetica di cultivar di melo con il 20k Apple SNP array, ai fini della conservazione delle risorse genetiche a rischio di erosione della regione Lazio.

Progetto TESS: Ottenimento di nuovi costrutti per il *genome editing* di geni di suscettibilità di pesco per la resistenza recessiva a Sharka (PPV).
Progetto Bre.Me.Pe: Ottenimento di nuove varietà di melo e pero, principalmente adatte e valide per gli ambienti colturali di pianura del Nord Italia.
Progetti Breeding Fragola (Aposcaligera; ARSAC Calabria; Laimburg; PIR Metapontino; Fragola della Romagna): Individuazione e valutazione di nuove varietà di fragola adatte ai diversi areali di produzione con tecniche di breeding tradizionale.
Progetto STONY-HARD: Individuazione di nuove varietà di pesco con il carattere "SH".
Progetto VR-Nordest: Individuazione di cultivar di melo idonee alla coltivazione di pianura, resistenti/tolleranti ai principali patogeni e di nuovi portainnesti idonei ai ristoppi.
Progetto FREECLIMB: Ottenimento di popolazioni di limone per l'identificazione di QTL associati alla resistenza al mal secco causato da *Plenodomus tracheiphilus*. Ottimizzazione di metodi di fenotipizzazione per ottenere varietà resistenti.
Progetti ARMONIA e FRUITIMPRESA: Ottenimento di nuovi ibridi di mandarino pigmentati e resistenti alla maculatura bruna causata da *Alternaria alternata*. Materiale in valutazione.
Progetto TRIECOL: Trasferimento delle innovazioni in agricoltura e sviluppo ecosostenibile per un'olivicoltura di qualità.
Progetto REGEROLI: Realizzazione di un campo collezione di Germoplasma Olivicolo ad alta quota per lo studio della biodiversità dell'olivo e della qualità dei suoi prodotti

Obiettivo 2:
Progetto In.Noce: Valutazione comparativa, mediante sperimentazione di campo, del comportamento vegeto-produttivo di due tipologie di materiale vivaistico (Chandler innestata su Juglans regia vs. cultivar micropropagata) sia nella fase di allevamento che in quella produttiva.
Progetto SISTER: Idoneità dei nuovi genotipi varietali (fragola FC 12.25.01, actinidia Ac 459-11) alla coltivazione, con tecniche di produzione sia integrata che biologica, in Emilia-Romagna.
Progetto GRANATUM: caratterizzazione qualitativa di frutti di melograno ottenuti con diverse forme di allevamento.
Progetto NOBILFRUTTA: confronto qualitativo tra frutti di fico e melo ottenuti con sistemi standard rispetto a frutti ottenuti con pratiche agronomiche codificate entro il metodo Nobile.
Progetto MOLTI: Ringiovanimento di chiome di oliveti obsoleti. Definizione di protocolli di metodi di irrigazione deficitaria per oliveti ad alta densità.
Progetto PERILBIO: realizzazione del dispositivo sperimentale di lungo periodo in biologico Biolea (Oliveto in biologico).
Progetto INNOVITIS: trasferimento, nel territorio di Mazzarrone, di innovazioni varietali di uva da tavola finalizzate al risparmio della risorsa idrica e ad una più sostenibile gestione del suolo.

Obiettivo 3:
Progetto BIOPAC: Caratterizzazione quali-quantitativa e nutrizionale di cultivar di albicocco in regime biologico in relazione a diversi sistemi colturali.
Progetto GEN4OLIVE: 1) Definizione di protocolli per (a) determinare la tolleranza delle cultivar di olivo a condizioni ambientali estreme e la loro suscettibilità a stress biotici, (b) determinare la loro produzione e la qualità dei loro frutti, (c) caratterizzare le loro migliori caratteristiche agronomiche. 2) Allestimento di un campo sperimentale per la valutazione di cultivar resistenti a *Xylella fastidiosa*

Obiettivo 4:
Progetto SALVAOLIVI: Monitoraggio della presenza di *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* (Pss) e *Colletotrichum* spp. (Col spp.) su varietà di ulivo del meridione d'Italia. Individuazione di estratti naturali per la prevenzione ed il contenimento di malattie dell'olivo.

Progetto SIRPA: Produzione di un formulato per la pre-immunizzazione di piante di agrumi nei confronti del *Citrus Tristeza Virus*
Progetto OLIDIXIIT: Messa a punto di un metodo di lotta ecocompatibile a *Xylella fastidiosa* con estratti fenolici antibatterici estratti da foglie di olivo
Progetto DIOL: Messa a punto di un metodo di lotta biologica a *Bactrocera olea* tramite caolino e spintor fly.

Obiettivo 5:
Progetto POFACS: Protocolli di conservazione di frutta di IV gamma anche attraverso l'uso di coating. Caratterizzazione pomologica e qualitativa di varietà di arancio pigmentato, mandarino-simili, Pomaceae, Drupaceae e fragola per l'uso in IV gamma. Valutazione di sistemi di allevamento per la produzione di melograno in IV gamma. Selezione di batteri lattici multifunzionali e loro effetto antimicrobico nel melograno di IV gamma. Realizzazione di un prototipo di macchina sgrana/spremi frutti di melograno. Messa a punto dei protocolli di estrazione dei composti bioattivi dai sottoprodotti della lavorazione del melograno per la preparazione di prodotti di iv gamma. Messa a punto dei protocolli analitici per la determinazione dei composti bioattivi. Caratterizzazione chimica (composti fenolici) dell'estratto di melograno. Individuazione di parametri agonomici, bioagronomici, pomologici e biochimici di accessioni locali di pero, melo e fico per l'attitudine alla IV gamma. Definizione di insetti potenzialmente dannosi per la biodiversità studiata.
Progetto INNOLITEC: Realizzazione e testing di nuovi prototipi per il miglioramento della qualità dell'olio extravergine di oliva e di olive da tavola. Innovazioni di prodotto e di processo per l'utilizzo dei sottoprodotti oleari.
Progetto DEAOLIVA: Monitoraggio della qualità di olive da tavola commerciali e realizzazione di protocolli per massimizzarne la qualità lungo il processo produttivo.
Progetto ALIVE: Caratterizzazione e valorizzazione delle olive da tavola da cultivar a duplice attitudine attraverso la definizione del trattamento a cui meglio si prestano.
Progetto BIOLOGICO A+++: Estrazione di pectine da pastazzo di agrumi per l'ottenimento di marmellate funzionali.
Progetto O.R.G.OLI.O. LUCANO: analisi degli oli ottenuti da diversi frantoi per l'ottimizzazione dei processi produttivi dell'Olio LUCANO
Progetto SANSINUTRIFEED: Produzione di estratti secchi da acque di vegetazione e sanse da miscelare ai mangimi.

Obiettivo 6:
Progetto AGROFILIERE. Realizzazione di un sistema di tracciabilità integrata e blockchain per la tutela della qualità della filiera dell'arancia rossa IGP di Sicilia.
Progetto INNOVABIO: Messa a punto di un modello integrato di analisi multivariata, che includa il rapporto isotopico dell'azoto con altri parametri di qualità (fisico-chimici, nutrizionali, nutraceutici), in grado di discriminare prodotti biologici e convenzionali.

Obiettivo 7:
Progetto BIOPAC: Valutazione degli effetti sullo sviluppo di piante micropropagate di mirabolano 29C (*Prunus cerasifera*) in seguito all'inoculazione di Plant Growth Promoting Microbes in fase di rinvaso dopo l'ambientamento post vitro

V Progettualità 2023
Le attività di ricerca programmate per il 2023 riguardano molteplici fronti relativi all'innovazione e alla ricerca a servizio delle filiere arboricole e frutticole in generale. Di seguito sono riportati i progetti di ricerca già finanziati.

AGRITECH spoke1: Genotipizzazione, fenotipizzazione ad alta processività, metodi di gestione e conservazione moderni delle risorse genetiche e applicazione di strumenti di breeding di precisione (genome editing) nelle specie da frutto per l'adattamento ai cambiamenti climatici in atto.
AGRITECH spoke2: Ruolo del microbioma del suolo nel supportare la produzione di frutta; Identificazione di nuovi biopesticidi e biostimolanti e studio del loro potenziale; Ottimizzazione dei metodi di fenotipizzazione in campo, *in vitro* ed attraverso metodi istologici, biochimici e molecolari per la valutazione della resistenza a diversi organismi nocivi e selezione di genotipi resistenti.
TECH4YOU spoke3: Realizzazione di un *fingerprinting* microbiologico di nuovi prodotti alimentari a base di insetti.
PRO-GRACE: realizzazione di un Infrastruttura di Ricerca Europea dedicata alle risorse genetiche per l'alimentazione e l'agricoltura. sviluppo di concetti e attuazione di proof-of-concept per la creazione di questa infrastruttura al fine di colmare le lacune per la conservazione, l'accesso e la messa a disposizione di servizi scientifici per le PGR *ex situ* e *in situ*.
INNOBREED: implementazione di soluzioni innovative anche attraverso strumenti genetico-molecolari e analisi spettroscopiche, per lo sviluppo di varietà di specie da frutto adatte a regimi di coltivazione a basso input volte a promuovere il settore della frutticoltura biologica.
VALRIGEF: realizzazione di un campo collezione germoplasma di antiche varietà siciliane appartenenti alle specie limone, olivo, pesco e ciliegio e loro caratterizzazione pomologica e chimico-fisica.
SAVORY SUN: studio degli effetti di biostimolanti sul contenimento dei patogeni *Pseudomonas savastanoi* pv *savastanoi*, *Plenodomus tracheiphilus, Penicillium digitatum* e *P. italicum,* su diverse specie (olivo, limone e arance pigmentate), in campo e su frutti di Tarocco nella fase post-raccolta.
SPIN: valutazione di nuove tipologie di pesche e nettarine dotate del carattere "Stony Hard" (SH), con l'obiettivo di fornire una soluzione alla richiesta degli operatori del settore di produrre frutti caratterizzati da una prolungata *shelf life* e con una tenuta prolungata sia sull'albero che in post-raccolta.
SAMOTHRACE: Fenotipizzazione intelligente per la gestione dei frutteti; Individuazione precoce delle malattie negli agrumi; Individuazione precoce delle alterazioni post-raccolta come strumento per migliorare la qualità dei frutti.
INMIQUOIL: Sviluppo di sistemi tecnologici innovativi per il miglioramento della qualità all'interno dell'intera filiera olivicola.
HO FOOD: Stabilizzazione di frutta e vegetali biologici *ready to eat* mediante un processo di pastorizzazione a freddo con CO2 allo stato supercritico.
NOVARANCIA: Utilizzo di marcatori utili per la tracciabilità genetica delle varietà pigmentate di arancio dolce. Si trasferiranno inoltre le innovazioni di processo e di prodotto nell'ambito delle tecnologie vivaistiche degli agrumi. Messa a punto di protocolli di innesto a gemma per piante di agrume da commercializzare in tempi più brevi rispetto ai normali cicli dei vivaisti.
FRUITTREEDATA: progredire nell'inclusione nel catalogo europeo EURISCO di nuovi dati di passaporto e caratterizzazione di accessioni di fruttiferi (delle specie Malus/Pyrus e Prunus) mantenuti presso le collezioni europee.
EAUSIRIS - Redazione di un piano strategico sulle strategie e sulle proposte per l'ottimizzazione della risorsa idrica a fini agricoli e la gestione sostenibile degli impianti agrumicoli e frutticoli considerando le risposte fisiologiche e biochimiche della pianta allo stress idrico. Formazione dei tecnici e degli agricoltori.
RGV-FAO 2023-2025 (VII Triennio) l'attività prevista riguarda il mantenimento dei campi collezione delle specie frutticole e il rinnovo delle collezioni di melo, pesco, susino e albicocco.
CORYCERT: Introduzione di cultivar siciliane di nocciolo nel Sistema di certificazione genetico sanitaria europeo. Riconoscimento del CREA OFA di Acireale come Centro di Conservazione per la premoltiplicazione dei materiali di moltiplicazione appartenenti alla specie Corylus avellana.

VALORE IN CAMPO, sono state delineate una serie di attività di ricerca, da svolgersi in collaborazione con altri centri e con altri Enti di Ricerca, volte a soddisfare le esigenze emerse nei tavoli tecnici di filiera per il Castagno, il Mandorlo, Il Pistacchio e il Carrubo. La progettazione ha interessato i ricercatori del Centro anche dalle fasi di coordinamento generale a quelle relative alla singola filiera, fino alla progettazione delle specifiche attività proposte al finanziatore. Nella progettazione, particolare attenzione è stata dedicata alle modalità di diffusione e condivisione dell'informazione per garantire la dovuta ed attesa ricaduta delle ricerche effettuate ed in atto nel settore di riferimento delle acquisizioni tecnico-scientifiche.

Proposte di progetto in attesa di finanziamento

Inoltre, sono state presentate numerose proposte di progetto che sono in fase di valutazione da parte degli Enti finanziatori.

I risultati della sperimentazione saranno oggetto di disseminazione in ambito scientifico a mezzo stampa su riviste nazionali ed internazionali, nonché in convegni e seminari. Inoltre, è prevista la diffusione dei medesimi agli addetti del settore e non, durante gli incontri tecnici multiattoriale e le giornate di apertura al pubblico delle sedi del CREA OFA.

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca del Centro CREA-OFA avranno ampia condivisione e diffusione attraverso: pubblicazioni su riviste tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali, strumenti divulgativi di vario genere (posters, relazioni orali, brochures, booklets, database, schede di prodotto, dossier scientifici, etc.), organizzazione di convegni, strumenti tecnici a supporto del legislatore e degli stakeholders, reti di ricerca integrate tra aziende ed attori nazionali ed internazionali, infrastrutture di ricerca.

Le attività di divulgazione saranno rivolte a vari stakeholders, aziende ed imprese del settore, consumatori, organismi pubblici e privati, anche attraverso canali social, sito web, principali reti radiotelevisive nazionali, testate giornalistiche.

Centro di Ricerca
POLITICHE E BIOECONOMIA (PB)

Direttore: *Alessandra Pesce*

Missione

Il Centro svolge attività di ricerca e analisi conoscitive e interpretative sulle dinamiche economiche e sociali relative al settore agro-alimentare, forestale e della pesca. Produce indagini conoscitive e interpretative sulle caratteristiche e l'evoluzione delle aree rurali e sui fattori di competitività. Fornisce supporto all'elaborazione delle politiche di settore, monitorandone l'evoluzione e valutandone gli effetti sui sistemi. È il riferimento del CREA per la realizzazione di banche dati di settore all'interno del sistema statistico nazionale.

I Obiettivi strategici

Obiettivo 1. Sviluppo di strumenti metodologici e di banche dati per il monitoraggio e la valutazione delle politiche e l'analisi delle dinamiche economiche, sociali ed ambientali del sistema agroalimentare

Questo obiettivo è volto a rafforzare la componente quantitativa degli strumenti di analisi delle politiche agricole e di altri *drivers* di cambiamento sul sistema agroalimentare, a livello territoriale, settoriale e aziendale.

Il Centro ha favorito lo sviluppo di modelli analitici operanti nei principali consorzi europei e che agiscono nel quadro della modellistica sviluppata dalla Commissione europea in ambito OCSE. Un esempio è il modello AGricultural MEmber State MODelling - AGMEMOD, utilizzato per la valutazione degli effetti a medio termine delle politiche nazionali sui mercati delle materie prime agricole.

La messa a punto delle metodologie di analisi si muove di pari passo con la gestione e sistematizzazione delle banche dati disponibili internamente al CREA e alla interoperabilità con quelle di altri enti produttori ed elaboratori di dati all'interno del SISTAN, di cui il CREA fa parte.

Prioritario è lo sviluppo della Rete d'Informazione Contabile Agraria - RICA quale "rete d'informazione sulla sostenibilità agricola globale" inserita nel processo di trasformazione dalla Farm Accountancy Data Network - FADN alla Farm Sustainability Data Network - FSDN, auspicato anche dalla Commissione europea nella strategia "Farm to fork". Ciò al fine di rendere l'attuale base informativa più rispondente ai nuovi obiettivi europei della PAC e del più ampio quadro strategico delineato dal Green Deal, favorendo anche il raccordo con altre banche dati gestite dal Sistema Informativo Agricolo Nazionale – SIAN. La raccolta e l'analisi di nuove variabili correlate alla sostenibilità ambientale e sociale (ad esempio, quelli riguardanti l'uso degli antibiotici in zootecnia, l'innovazione nelle aziende, la cooperazione, la gestione del rischio, l'organizzazione del lavoro) potranno gettare le basi conoscitive per un ulteriore sviluppo delle metodologie di ricerca.

Rilevante è anche lo sviluppo del Sistema Informativo Nazionale per la Gestione delle Risorse Idriche in Agricoltura - SIGRIAN e del Database Nazionale degli investimenti per l'Irrigazione e l'Ambiente delle banche dati – DANIA, a supporto delle politiche per la gestione delle risorse idriche per l'agricoltura/dissesto idrogeologico, sviluppate e gestite dal CREA-PB nell'ambito degli Accordi con il MiPAAF per l'attuazione del Piano di Sviluppo Rurale Nazionale (PSRN) e del Piano Operativo Agricoltura (POA).

Ulteriore grande filone di lavoro è quello sulle classificazioni territoriali, in particolare l'inclusione nel processo di classificazione delle unità elementari (*grid cells*) di fattori morfologici e legati alla presenza di aree agricole e forestali.

In generale, lo sviluppo di quadri concettuali e metodologici, banche dati e strumenti di sistematizzazione di fonti di dati, set di indicatori, campioni-satellite e nuove strumentazioni on line, consentirà di ampliare ulteriormente la gamma di soluzioni e servizi informativi digitali forniti a decisori politici, valutatori indipendenti, aziende, consulenti e accademici.

Obiettivo 2. Analisi e valutazione della politica agricola comunitaria e nazionale sul sistema agroalimentare italiano e sui sistemi locali ai fini di migliorare gli strumenti di policy

La ricerca economico-agraria europea, anche in risposta alle sollecitazioni contenute nelle strategie divulgate dalla Commissione europea (*Green Deal*, *Farm to Fork*, *Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030; Strategia del suolo per il 2030*) si sta concentrando sulla definizione di un nuovo paradigma di sviluppo agricolo e rurale sostenibile e resiliente, fortemente incentrato sulla lotta allo spopolamento delle aree rurali, sul reimpiego delle risorse naturali e sulla circolarità dei processi produttivi, sulla risposta ai cambiamenti climatici, sulla tutela dei lavoratori (compresi stagionali e migranti), sui nuovi ruoli e sulle funzioni che sono richiesti al sistema per la transizione verso una società equa, inclusiva, sana e prospera, sullo sviluppo equilibrato e sostenibile delle aree rurali del Paese, delle zone interne e montane e delle altre aree soggette a svantaggi pedoclimatici e morfologici.

Particolarmente rilevante per l'attività di ricerca del Centro è lo studio della diversificazione delle possibili fonti di reddito alternative all'attività primaria da svolgere all'interno delle stesse strutture agricole (*on-farm diversification*). Verranno studiati i servizi eco-sistemici connessi all'attività primaria (es. carbon farming) e alle nuove forme di agricoltura sociale ed inclusiva che offrono servizi alternativi a quelli prettamente ordinari. Tale analisi si concentrerà anche sul diverso ruolo che le aree agricole e forestali rurali, peri-urbane e urbane possono svolgere nel contesto delle nuove funzioni richieste al settore primario dalla società. Inoltre, ci si concentrerà sull'individuazione di traiettorie di sviluppo che rafforzino la capacità del settore di affrontare shock inattesi ed esogeni al sistema (basti pensare alla pandemia o alla guerra in Ucraina).

Saranno sviluppati studi e analisi di scenario utili a comprendere gli impatti economici, ambientali e sociali del nuovo Piano Strategico Nazionale – PSN sul sistema agroalimentare, a livello settoriale e territoriale, in attuazione dei due Pilastri della PAC, anche ai fini del coordinamento con le politiche di coesione. Le analisi saranno altresì funzionali all'attuazione delle politiche ambientali per il settore agro-forestale e alla redazione dei Piani nazionali attuativi della legislazione ambientale con cui il PSN deve coordinarsi, come l'aggiornamento del Piano d'Azione Nazionale sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari - PAN, dei Piani di gestione delle acque dei Distretti idrografici, della disciplina in materia di fertilizzanti, ivi compresi i sottoprodotti di origine animale e quelli derivati dalla produzione di bioenergia (es. digestato, biochar).

Obiettivo 3. Sviluppo di analisi e strumenti a supporto delle politiche per la transizione ecologica dei settori agricolo e forestale

La transizione ecologica è uno dei temi dominanti nell'approccio contemporaneo al settore primario e al sistema alimentare nel suo complesso, in quanto le imprese agricole e forestali sono coinvolte direttamente nella gestione e nella cura dell'ambiente e dei territori. La recente emanazione del "*Green Deal*", della strategia "*Farm to fork*", della *Strategia del suolo per il 2030* e della *Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030,* cui fa da sfondo nel contesto nazionale la Legge 1 dicembre 2015, n. 194 "Disposizioni per la tutela e la valorizzazione della biodiversità di interesse agricolo e alimentare", ha messo in evidenza il ruolo chiave che tutti gli attori del sistema agroalimentare europeo dovranno svolgere nel realizzare la transizione verso filiere alimentari sostenibili, attraverso il complesso degli interventi previsti dalla PAC post 2020 (cosiddetta "architettura verde") e le buone prassi.

La ricerca in questo campo punta, da un lato, a individuare indicatori agroambientali e socioeconomici atti alla misurazione degli impatti degli interventi pubblici sulle risorse naturali, sulle persone e sui territori, tenendo conto della diversità dei contesti e della complessità delle relazioni; dall'altro, a rendere gli interventi in agricoltura e in selvicoltura sempre più sostenibili e compatibili con le esigenze produttive e ambientali.

In connessione con questi temi, il Centro continuerà ad occuparsi di: analisi di scenario e di impatto della bioeconomia, ovvero di tutti i settori *bio-based* incluse le filiere agro-energetiche; le innovazioni

per rafforzare l'uso delle energie rinnovabili, come l'agrovoltaico; supporto alle politiche di sviluppo delle energie rinnovabili in ambito agricolo e forestale; studi e metodologie per l'impiego efficiente delle risorse idriche; valutazione della sostenibilità globale dell'attività agricola e forestale attraverso l'utilizzo di approcci e strumenti multidisciplinari in grado di evidenziare sinergie e *trade-off*; studio delle strategie e degli strumenti per l'adattamento e l'aumento della resilienza del settore agricolo al cambiamento climatico, agli eventi siccitosi così come ai rischi idrogeologici; studio di strategie e strumenti per la definizione di politiche per l'eliminazione di sprechi e l'utilizzazione di rifiuti, scarti e sottoprodotti della filiera agricola, forestale e agroindustriale a favore di "filiere bio-economiche" sostenibili; analisi di impatto del benessere degli animali e della riduzione del rischio dell'antibiotico-resistenza; studi pilota volti a sperimentare metodi innovativi nei processi di sviluppo territoriale; analisi dei servizi ecosistemici generati dalla gestione forestale sostenibile.

Obiettivo 4. Analisi sulla competitività del sistema agroalimentare italiano

Il sistema agroalimentare italiano, tradizionalmente molto aperto, rivela una forte suscettibilità nei confronti di minacce esterne, quali ad esempio nuove patologie e/o parassiti che possono determinare sconvolgimenti nelle catene di approvvigionamento alimentare e incidere così sulla disponibilità di cibo e sulla spesa del consumatore.

Il Centro ha già avviato studi di breve-medio periodo sugli impatti della pandemia COVID-19 sul sistema agroalimentare in termini di produzione, commercio estero e redditi agricoli, nonché sull'emergenza *Xylella* sull'economia dei territori più colpiti.

Nel 2022, inoltre, la guerra tra Russia e Ucraina ha evidenziato il grande impatto sui costi di produzione, sull'efficienza aziendale, nonché gli effetti sui prezzi nei mercati internazionali.

Nel prosieguo, particolare attenzione sarà rivolta alle tematiche legate ai mutamenti della qualità dei prodotti e dei processi produttivi ai fini di rispettare standard internazionali e accedere a nuovi mercati; *quality competition* vs. *price competition* nel commercio internazionale; opportunità per il *Made in Italy* agroalimentare di accedere e consolidarsi su vecchi e nuovi mercati di sbocco; lavoro, trasformazioni sociali, migrazioni e nuova imprenditorialità; minacce ed emergenze dovute a nuovi organismi nocivi o altri eventi catastrofali; introduzione di nuove certificazioni di qualità e loro compatibilità con quella già riconosciute (es: sostenibilità certificata; COVID-free, sostenibilità idrica, ecc.).

Considerata l'attuale crisi congiunturale dovuta al conflitto Russia-Ucraina e ai conseguenti mutamenti geopolitici su scala internazionale, il Centro realizzerà studi e analisi sugli impatti della guerra e della crisi energetica sulla redditività delle aziende agricole, per specializzazione produttiva e per regioni, anche al fine di fornire studi finalizzati a mettere a punto strumenti di sostegno ai comparti e alle imprese particolarmente colpiti.

Obiettivo 5. Ricerca e supporto per il rafforzamento e l'innovazione dei sistemi rurali, agroalimentari, della pesca e della silvicoltura della conoscenza

L'innovazione risponde a problemi e opportunità di sviluppo delle aziende e dei sistemi rurali, agroalimentari, della pesca e della silvicoltura, rappresentandone un fattore di crescita fondamentale per la competitività e la sostenibilità. La capacità di innovazione, inoltre, favorisce dinamicità e resilienza necessari non soltanto per acquisire vantaggio competitivo ma, anche, per superare i periodi di crisi. L'innovazione si basa sulla ricerca e anche sulla (ri)combinazione efficace di saperi taciti e conoscenza scientifica afferenti alla molteplicità degli attori che nel contesto di un sistema rurale svolgono le diverse funzioni sociali, economiche e ambientali di sviluppo locale e di settore (es. imprenditori, consulenti, istituzioni, associazioni, …).

La sfida è, pertanto, quella di favorire l'organizzazione di sistemi rurali caratterizzati da flussi di conoscenza dinamici, che garantiscano l'intercettazione e la risoluzione tempestiva di problemi e opportunità di sviluppo attraverso percorsi di cooperazione tesi realizzare soluzioni innovative praticabili con successo a livello aziendale e di sistema.

Il CREA-PB è impegnato nel rafforzamento degli approcci, della governance, del funzionamento e delle politiche a favore dei sistemi rurali e agricoli della conoscenza e dell'innovazione a livello locale, nazionale e internazionale (es. partecipazione agli SCAR SWG-AKIS e SWG Bioeconomy, progetti Horizon i2connect, ModernAKIS, EUFarmbook, Attractiis). Quest'azione viene svolta coniugando percorsi di ricerca scientifica, analisi e valutazione delle esperienze nazionali ed internazionali con quelli di rete e facilitazione del confronto tra i diversi attori dei sistemi rurali e di settore italiani (es. progetto Rete Rurale Nazionale della PAC) e di supporto istituzionale alla definizione di politiche e interventi abilitanti per i sistemi della conoscenza e dell'innovazione italiani.
Attraverso il monitoraggio, la realizzazione di studi e analisi valutative dei percorsi di innovazione, il CREA-PB inoltre svolge una funzione fondamentale di avanzamento della ricerca scientifica basata sulle evidenze, e favorisce la divulgazione e lo scambio di pratiche e conoscenze sulle innovazioni.
Nel contesto del sistema CREA, attraverso i diversi e sempre più numerosi percorsi di collaborazione con gli altri centri di ricerca, il CREA-PB svolge un ruolo di connettore e traduttore dei risultati della ricerca scientifica in saperi, metodi e strumenti di supporto istituzionale e politico e di immediata applicazione nei sistemi rurali e di settore (es. progetti Horizon Agrobridges; Support).
Ne sono esempi, la valutazione economica e sociale delle innovazioni legate al *genome-editing* realizzata in collaborazione con gli altri centri del CREA impegnati nello sviluppo di nuove varietà più resistenti a stress biotici o abiotici, e il supporto al MIPAAF per l'attuazione del PNRR.
Il CREA-PB sarà impegnato nella ricerca e nel confronto a livello europeo sui temi dell'AKIS, nel supporto istituzionale alla definizione di strategie di rafforzamento dei sistemi della conoscenza e dell'innovazione locali e di interventi di politica per l'innovazione principalmente legati alla PAC 2023-2027.
Verranno inoltre svolti studi e analisi qualitative e quantitative sullo stato dell'innovazione dei sistemi in Italia, sui fabbisogni e sugli impatti delle politiche e sugli effetti delle innovazioni a livello aziendale, di filiera e dei sistemi rurali, agroalimentari, della pesca e della silvicoltura.
Queste attività di ricerca verranno finalizzate al supporto alle scelte di programmazione degli interventi della PAC e nazionali/regionali, di politica e di investimento delle aziende. I gruppi target delle azioni del CREA-PB sono operatori economici, sociali ed ambientali e i *policy maker* dei sistemi rurali, agroalimentari, della pesca e della silvicoltura, oltre che gli organi istituzionali comunitari.

II Prodotti e servizi

Modelli quantitativi per monitorare e valutare gli effetti della PAC sull'agricoltura italiana, l'impatto socioeconomico dell'introduzione di nuovi tratti genetici in colture tipiche dell'agroalimentare italiano e gli effetti sul *made in Italy* di accordi commerciali bilaterali dell'UE.
Banca dati degli investimenti irrigui (DANIA) per la programmazione ottimale degli investimenti infrastrutturali con finalità irrigua e ambientale di prevenzione e mitigazione del dissesto idrogeologico, anche mediante l'applicazione di un modello di analisi multicriteria.
Strumenti di supporto tecnico innovativi finalizzati all'analisi dell'eventuale maggiore beneficio ambientale ed economico delle produzioni biologiche, con l'obiettivo di valutare i crediti di carbonio generati a seguito delle politiche nazionali e/o comunitarie.
Mappatura dei terreni sottoutilizzati, contaminati e marginali in aree sensibili europee, da finalizzare alla coltivazione sostenibile di biomasse dedicate a fini energetici. Si svilupperà una piattaforma web in cui far confluire i risultati degli studi di fattibilità e delle indicazioni economico-finanziarie per facilitare progetti agro-energetici.
Contributo alla costruzione e all'implementazione del Piano Strategico Nazionale della PAC 2023-27 con analisi dell'impatto dei nuovi strumenti e della loro integrazione con l'impianto storico delle politiche di sostegno. Si analizzeranno le principali scelte nazionali in merito a convergenza, aiuti diretti, *coupling*, nuova architettura verde, territorializzazione degli interventi.

Valutazioni sperimentali di impatto di strumenti PAC, in realtà territoriali rappresentative della diversità di condizioni socioeconomiche del paese e/o in filiere agro-alimentari locali, finalizzate a comprendere le combinazioni di policy più adatte e le loro interazioni con il contesto territoriale.
Documenti di base per la costruzione dei Piani di gestione delle acque 2023-27, con riferimento all'analisi socioeconomica del settore agricolo e zootecnico in relazione all'uso dell'acqua e alle pressioni da esso generate sulle risorse idriche.
Iniziativa pilota sulla Rete d'informazione sulla sostenibilità agricola, finalizzata a rilasciare uno strumento web per il riconoscimento di processi sostenibili e in grado di certificare la sostenibilità, secondo quanto già previsto in alcune OCM: vino, ortofrutta, olio d'oliva. L'iniziativa consentirà di predisporre un prototipo conforme alle specifiche previste dalla piattaforma comunitaria "*Farm Sustainability Tool for Nutrients* - FaST".
La Rivista di Economia Agraria (REA)/Italian Review of Agricultural Economics è un periodico scientifico internazionale, quadrimestrale, pubblicato in modalità open access, in collaborazione con la Società Italiana di Economia Agraria (SIDEA). Di recente indicizzata in Scopus, REA pubblica articoli, in italiano e in inglese, di agricoltura, pesca, consumi, economia e politica agraria, forestale e ambientale, di economia agro-alimentare e di sociologia rurale, sottoposti a peer review.
Valutazione dell'impatto della guerra tra Russia e Ucraina sulle aziende agricole, con la definizione dei fattori di produzione dei comparti maggiormente colpiti, con la finalità di costruire un contributo di conoscenza delle evoluzioni del settore.

III Attività istituzionale e di terza missione

Obiettivo 1

Le elaborazioni sui dataset RICA sono mirate all'analisi delle dinamiche socioeconomico-ambientali delle aziende agricole, tali da consentire valutazioni puntuali sugli impatti delle politiche a livello aziendale e territoriale. Le applicazioni saranno funzionali allo sviluppo di una rete d'informazione sulla sostenibilità agricola (come previsto dalla strategia *Farm to fork*). Si prevede di ampliare la banca dati RICA integrando il proprio *data warehouse* con altre banche dati e di promuovere i Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD) realizzati da questo Centro.
I prodotti di queste attività rappresentano inoltre la base conoscitiva per l'avvio di numerose esperienze di scambio sulle metodologie di rilevazione e per progetti e iniziative di *Twinning* a livello internazionale.

Obiettivo 2

I risultati delle azioni di ricerca saranno utilizzati per redigere documenti di analisi, partecipare a meeting nazionali e internazionali, promuovere confronti istituzionali sugli indirizzi della PAC post 2020. Sedi operative di tali attività saranno la Rete Rurale Nazionale, anche nella sua articolazione regionale, e i progetti di supporto e assistenza assegnati al CREA dai Ministeri e dalle Regioni.
Le attività di ricerca saranno anche la base per il supporto negoziale (*Multiannual Financial Framework* - MFF, Regolamenti, tavoli di confronto comunitari) e per documenti legati alla stesura del Piano Strategico Nazionale della PAC (es. *policy brief*, analisi SWOT e fabbisogni; indicatori target; schemi di intervento I e II pilastro), del Piano nazionale di ripresa e resilienza, dei Programmi e piani di investimento nazionali, dei Piani nazionali attuativi della legislazione ambientale (Direttiva quadro acque), del confronto pubblico con il partenariato socio-economico-istituzionale.
A livello europeo il Centro partecipa alle azioni di scambio di informazioni e cooperazione promosse dalla *European Network on Rural Development* - ENRD, ai lavori dell'*Expert Group for Monitoring and Evaluating the CAP* - GREXE e ad altri gruppi di lavoro istituzionali. Il Centro, inoltre, partecipa ai gruppi di lavoro tematici dell'Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile (ASviS) e al gruppo di lavoro interministeriale presieduto dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri sulla definizione e revisione della strategia Nazionale sulla bioeconomia italiana; collabora con l'Agenzia della Coesione territoriale, con particolare riferimento alla strategia per le aree interne; con il Comitato tecnico aree interne per la governance della Strategia Nazionale. Partecipa alle azioni di *networking* in ambito

nazionale e comunitario del Cluster SPRING e ai *Thematic Groups* della Commissione Europea su *Bioeconomy and Climate Change in Rural Areas*; partecipa al *Working Party on Rural Policy* presso l'OCSE
Il Centro, infine, partecipa a numerosi gruppi di lavoro in qualità di supporto tecnico al Ministero vigilante, quali ad esempio il Tavolo Agricoltura del programma *Copernicus* nell'ambito del Piano strategico per la *space economy.*

Obiettivo 3

Nell'ambito delle politiche per l'uso sostenibile e della pianificazione distrettuale per le risorse idriche (ambiente e agricoltura), continua l'attività di supporto tecnico-scientifico al MiPAAF nell'attuazione del PSRN 2014-20 e del Piano operativo Agricoltura 2014-20 (Fondo sviluppo e coesione). In particolare, l'attivazione di un piano per il finanziamento di investimenti in infrastrutture irrigue si inserisce nel contesto di applicazione della Direttiva Quadro sulle acque 2000/60 e della Direttiva Alluvioni 2007/60. Il Centro svilupperà documentazione a supporto della programmazione, gestione e monitoraggio del programma, anche attraverso le banche dati DANIA e SIGRIAN.
Il Centro supporta il MiPAAF nell'attività di coordinamento ed affiancamento a tutte le Autorità di bacino distrettuale e alle Regioni per favorire lo scambio di dati alla base della stesura del Piano Strategico Nazionale 2023-27 e dell'aggiornamento dei Piani di gestione delle acque dei Distretti idrografici in attuazione del terzo ciclo di Pianificazione 2023-27 della Direttiva quadro acque. Si prevede la partecipazione a Comitati e tavoli tecnici, gruppi di lavoro, commissioni nazionali, comunitarie e internazionali (*Water Scarcity in Agriculture* – WASAG, rappresentanti delegati alla *Global Bio-energy Partnership* - GBEP presso la FAO, *Joint Working Party on Agriculture and Environment* e *Working Party on Agricultural Policies and Markets* presso l'OCSE).
Il Centro, insieme con il Centro Foreste e Legno, continuerà a svolgere attività di supporto al MiPAAF nell'attuazione del Testo unico in materia forestale e delle filiere forestali, mirata al consolidamento e all'attuazione della "Strategia Forestale Nazionale per il settore forestale e le sue filiere" ai fini della tutela, valorizzazione e gestione sostenibile del patrimonio forestale e per lo sviluppo delle sue filiere produttive.

Obiettivo 4

Il Centro proseguirà l'attività, definita statutariamente, di produzione e raccolta di informazioni sul sistema agroalimentare e forestale italiano. Tale attività si sostanzia nel coordinare e rendere disponibili dati prodotti da numerosi soggetti diversi e nel realizzare alcune elaborazioni originali: annuario dell'agricoltura italiana, import-export commercio estero, spesa pubblica, mercato fondiario, immigrati in agricoltura, stato delle foreste italiane. Sono programmati prodotti a stampa sia scientifici che divulgativi e seminari per la diffusione e divulgazione dello stato del sistema agroalimentare e forestale italiano.
Con il coinvolgimento delle comunità e dei principali portatori di interesse, saranno forniti consulenza e supporto alle istituzioni pubbliche nella definizione di Piani straordinari di intervento.
Il Centro continuerà ad offrire una costante attività di supporto all'Ufficio relazioni internazionali del CREA prestando consulenze, attività formativa e informativa a delegazioni internazionali accolte dall'Ente sullo stato del sistema agroalimentare e forestale italiano e sulle principali politiche di sostegno comunitarie e nazionali.

Obiettivo 5

Nell'ambito di questo obiettivo continuerà il lavoro di consulenza e supporto alle istituzioni pubbliche in ognuno dei tre livelli di azione (europeo, nazionale e regionale) con particolare riferimento agli effetti di quanto realizzato e alle possibilità di aggiustamento degli interventi di governance e di finanziamento.
Inoltre, verranno promosse attività di confronto, animazione e divulgazione per favorire l'incontro fra la domanda e l'offerta di innovazioni, nonché la creazione di nuove partnership nel campo della

ricerca e della sperimentazione. Verranno promosse attività volte alla sensibilizzazione e formazione in tema di consulenza, anche in collaborazione con università e istituzioni regionali.

****

Ufficio di Statistica (UdS)

In ottemperanza a quanto previsto dal Decreto Legislativo 6 settembre 1989, n. 322 e dall'Art. 1, comma 5 dello Statuto del CREA, nell'ambito del Centro di ricerca Politiche e bioeconomia (CREA-PB), è istituito l'Ufficio di Statistica (UdS), al quale è attribuito il compito di coordinare tutte le attività di tipo statistico svolte nei centri del CREA, oltre che garantire le relazioni con il SISTAN e con gli altri Enti e Istituzioni che svolgono attività statistica nell'ambito del Programma Statistico Nazionale (PSN).

I compiti dell'Ufficio di Statistica del CREA in base al regolamento (https://www.crea.gov.it/documents/20126/0/all_116_RegolamentoUfficioStatistica.pdf/338bc553-570e-5480-cfa3-7578fc7d46ea?t=1553499518869) che disciplina la struttura, prevedono:

A. **Promozione e realizzazione della rilevazione, l'elaborazione, la diffusione e l'archiviazione dei dati statistici che interessano il CREA, nell'ambito del Programma Statistico Nazionale (PSN).** Per tale funzione si prevede l'utilizzo delle banche dati comuni ai Centri di modo da poter avere un piano comune su come elaborare e diffondere i dati statistici, di ogni Centro, rilevanti per il PSN. Nell'ambito del progetto RICA, al fine di ottimizzare e completare il patrimonio informativo del campione, sono stati implementati diversi metodi statistici e indicatori di affidabilità delle stime riguardo l'uso dei dati.
B. **Fornire agli Enti appartenenti al SISTAN i dati informativi previsti dal Programma Statistico Nazionale relativi al CREA,** anche in forma individuale ma non nominativa, ai fini della successiva elaborazione statistica.
C. **Collaborazione con gli altri Enti e le altre amministrazioni per l'esecuzione delle rilevazioni previste dal Programma Statistico Nazionale.** L'obiettivo da perseguire in qusto ambito è la maggiore integrazione tra le competenze e le infrastrutture di Centro e di Ente in un'ottica di collaborazione dinamica per lo sviluppo di attività inter e multidisciplinari utili al PSN. A tale fine occorre preparare una disciplina per i responsabili di progetto del CREA per modulare, in base alle normative nazionali e CE, le informazioni tecniche ed amministrative per il trattamento dei dati personali di progetti CREA nel PSN.
D. **Contribuzione alla promozione e allo sviluppo informatico a fini statistici degli archivi gestionali e delle raccolte di dati amministrativi. In questo ambito si sviluppano le** Attività di analisi delle potenzialità di utilizzo dei dati amministrativi AGEA e SIAN per il riutilizzo nella produzione di indicatori per la PAC. Non solo, le attività sono impostate per fornire un contributo alla definizione delle modalità di esposizione verso l'esterno dei dataset amministrativi (AGEA e SIAN) per il loro riutilizzo funzionali per le esigenze della ricerca CREA e alla promozione di approcci volti alla valutazione della qualità dei dati amministrativi.
E. **Attuazione dell'interconnessione ed il collegamento dei sistemi informativi del CREA con il Sistema Statistico Nazionale.** La centralizzazione delle attività, soprattutto progettuali, tramite la piattaforma "Monitor", potrebbe essere un veicolo per l'interconnessione ed il collegamento dei si dell'Ente con gli amministratori del PSN.
F. **Coordinamento della partecipazione dei referenti del CREA alle attività dei Circoli di Qualità**. Nel confermare la partecipazione dell'UdS ai numerosi circoli di qualità, l'UdS si impegna a partecipare e far partecipare altri Centri a riunioni con valenza trasversale per gestire con maggiore specificità i fenomeni che si intendono fornire al PSN, per fornire una visione prospettica delle realizzazioni da mettere in campo, trattando in modo più organico le singole materie e circoscrivendo in maniera puntuale i fabbisogni informativi dell'Ente.

G. **Altro (Corsi di formazione, workshop, webinar, etc.).** L'UdS è il collettore delle esigenze formative in tema di statistiche all'interno dell'ente ed eroga direttamente dei corsi di aggiornamento ai dipendenti. In tale ambito sono messi a punto corsi di Sentiment analysis in agricoltura: teoria e applicazioni con R, "Deep learning per l'analisi di Big Data Big data e Open data"; "qualità dei dati statistici in base agli standard dell'Eurostat"; uso dei software statistici SPSS e R.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

Durante il biennio 2021-2022 sono stati prodotti numerosi output (oltre 300 output tra articoli, studi, rapporti, linee guida, pubblicazioni scientifiche e circa 130 iniziative di divulgazione scientifica delle attività e dei risultati) che, in generale, hanno interessato:

- l'analisi dell'attuazione e la valutazione della PAC nel periodo 2014-2020;
- approfondimento dei temi rilevanti in materia di Green Deal e Strategia Farm to Fork quali ambientali (acqua, biodiversità agricola e naturale, clima ed emissioni, suolo, paesaggio, gestione forestale sostenibile); quelli legati all'inclusione sociale (lavoro, migranti, agricoltura sociale); quelli legati alla transizione ecologica (bioeconomia, economia circolare, uso sostenibile degli input, benessere animale e antibiotico resistenza, spreco alimentare);
- lo sviluppo e il rafforzamento delle banche dati gestite dal Centro (RICA, SIGRIAN, DANIA) e l'avvio di protocolli di interscambio dati con Mipaaf e AGEA per un'integrazione con le stesse;
- lo sviluppo e il consolidamento di modelli e metodologie utili ad analisi di scenario e/o alla valutazione di politiche, come nel caso del ciclo di seminari sugli effetti della guerra Russo-Ucraina.

Questi contributi, realizzati attraverso la mobilitazione di un significativo numero di risorse umane e strumentali, hanno previsto altresì un supporto diretto a Mipaaf e Regioni nelle diverse attività connesse alla pianificazione e alla gestione della politica agricola, sia in attuazione che – considerata l'estensione dei Programmi di sviluppo rurale sino al 2022 – in via di definizione (2023-2027).

L'intensa attività di animazione del dibattito istituzionale e scientifico è stata realizzata dal CREA PB attraverso convegni, workshop, seminari (in presenza e online) focus group, study visit, rural camp per studenti universitari e altri eventi di portata nazionale e internazionale (come nel caso dell'organizzazione del Focus *"Traditional Diets as a driver of Sustainable Development and Tourism"* in occasione dell'evento *"PEOPLE – PLANET – PROSPERITY. Italy - U.A.E. shared experiences for a sustainable future in Food & Agriculture"* a Expo 2020 Dubai).

Si vuole qui sottolineare che il Centro, nel 2021 e in particolare nel 2022, ha dato un rilevante contributo nella costruzione del Piano Strategico PAC dell'Italia, a partire dalla prime attività di elaborazione delle analisi SWOT e dei relativi Policy Brief avviate nel 2018 fino alla definizione delle schede di intervento (2021-2022), in concerto con il Tavolo di Partenariato. In particolare, i ricercatori e tecnologi del Centro PB hanno contribuito:

- al negoziato con le istituzioni comunitarie sia sul Quadro Finanziario Pluriennale e il conseguente riparto a livello nazionale, sia su Regolamenti in via di definizione;
- al confronto a livello nazionale e regionale con le amministrazioni responsabili della programmazione e attuazione (Mipaaf, AGEA, Regioni, Ministero Coesione, Mise, MATTM, MUR) e con i principali stakeholders di riferimento (rappresentanze agricole e agroalimentari, associazioni ambientaliste, altre rappresentanze della società civile);
- all'elaborazione di analisi, studi di impatto e di documenti di base necessari alla diagnosi iniziale, all'individuazione dei fabbisogni, alla definizione della strategia di intervento e, in generale, alla elaborazione del Piano Strategico Nazionale della PAC 2023-27 in tutte le sue parti.

Molte delle attività si stanno perfezionando anche con un costante confronto con tutti gli attori della "governance multilivello" Commissione-Mipaaf-Regioni/Province autonome.

Parallelamente, i lavori verso la nuova PAC hanno proceduto attraverso analisi settoriali e approfondimenti tematici anche alla luce delle contingenze temporali connesse agli effetti dei cambiamenti climatici, agli impatti della pandemia Covid-19 e alla crisi del settore legata al conflitto Russia-Ucraina. A queste attività si affiancano tutta una serie di iniziative finalizzate a integrare l'azione della PAC con quelle in via di programmazione nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), attività che hanno visto il Centro coinvolto sia nell'analisi degli impatti del COVID-19 sul settore agroalimentare nazionale, sia nell'elaborazione della strategia "agricola" del PNRR e delle schede tecniche progettuali in fase di discussione/approvazione. Si evidenzia, tra l'altro, che alcuni strumenti il cui sviluppo è stato previsto nel PTR 2021-23, come la Banca dati DANIA, saranno utilizzati per l'attuazione di alcuni degli interventi programmati.

Si vuole qui ricordare il contributo del centro all'elaborazione del documento sugli effetti della guerra Russo Ucraina sui costi di produzione delle aziende agricole. Un lavoro molto rilevante ed attuale, che ha permesso, mediante l'utilizzo della Banca dati RICA e di modelli di simulazione, di offrire uno strumento conoscitivo di grande importanza nella definizione degli aiuti da erogare al settore agricolo.

Con riferimento, infine, alle relazioni e sinergie con altri soggetti nazionali di ricerca su attività funzionali alle domande di ricerca istituzionale commissionate dal Mipaaf, si evidenzia, inoltre, la costante collaborazione con ISPRA sui temi di natura ambientale, con l'ISTAT sulle statistiche agricole e territoriali, con il CRPA e gli IZSUM sui temi connessi al benessere degli animali, con diversi Dipartimenti universitari su temi connessi all'attuazione delle politiche, alla bioeconomia, all'economia circolare e al trasferimento delle innovazioni.

V Progettualità 2023

Per la progettualità 2023 si darà continuità al lavoro di supporto del Centro nell'attuazione della nuova PAC e di orientamento dell'attività di ricerca anche sull'impatto che il PSN produrrà a livello di programmazione strategica nell'attuazione della PAC.

In questo ambito l'approvazione del PSN nel 2022, Piano al quale il Centro ha contribuito in maniera determinante nella parte di impostazione, nella sua configurazione partenariale, e nella sua stesura finale, getta le basi per tutte le attività di analisi e supporto all'implementazione del piano, alla verifica degli impatti e alle implicazioni legate alla gestione. In questo contesto trova spazio l'impostazione delle attività che riguarderanno la nuova Rete Rurale Nazionale.

Un'opportunità di rilievo collegato agli obiettivi 4 e 5 è rappresentata dai contratti di filiera. Il CREA PB è stato coinvolto nella realizzazione di quattro progetti di ricerca, con lo scopo di fornire le basi per garantire una produzione sostenibile nel tempo, al fine di promuovere la coerenza e la capacità di interazione rispetto agli aspetti ambientali, sociali ed economici e di anticipare le esigenze future rispetto ai criteri per la definizione dello standard di certificazione di sostenibilità da implementare.

La progettualità 2023 sarà anche caratterizzata dal proseguimento delle attività del centro nelle call e nei progetti internazionali, quali Horizon Europe (2022 e prosecuzione) EJP SOIL.

Il CREA PB parteciperà alla realizzazione di progetti di ricerca messi appunto con il PNRR, quali i partenariati estesi per le politiche dell'Osservazione della Terra e la Biodiversità: per il "*National Future Biodiversity Center*" (*NFBC*), finanziato del Piano Nazionale per la Ripresa e la Resilienza, il Centro Politiche e Bioeconomia attraverso il progetto "Networking e trasferimento dei risultati della ricerca" avrà un ruolo fondamentale nel ridurre la distanza tra ricerca e mondo operativo da un lato, e tra ricerca e interventi di policy dall'altro.

Particolare attenzione verrà dedicata al rafforzamento delle politiche di gestione della risorsa irrigua, contribuendo con prodotti originali di ricerca finalizzati alla sostenibilità nell'uso dell'acqua in agricoltura e nel miglioramento delle condizioni di controllo.

Nel 2023 inoltre, trova spazio la progettazione per il passaggio della RICA alla all'FSDN: a fine giugno 2022 è stata avanzata la prima proposta di Regolamento (COM(2022)296 final) che modifica

il Reg.(CE) 1217/2009. Secondo le previsioni il 2025 sarà il primo anno contabile di raccolta dei dati secondo lo schema FSDN.

Infine, un tema di forte interesse è rappresentato dalla transizione ecologica, dal contributo del settore agricolo alla sostenibilità e alla mitigazione dei cambiamenti climatici, alle nuove tecnologie per fronteggiare la crisi energetica. Su questo tema sono state sviluppate diverse progettualità di ricerca scientifica e istituzionale con focus sul *carbon farming*, sugli strumenti di gestione forestale e sulle energie rinnovabili, i cui esiti troveranno sbocchi nel corso del 2023.

I risultati ottenuti dalle attività di ricerca del Centro CREA-PB avranno ampia condivisione e diffusione attraverso: pubblicazioni su riviste tecnico-scientifiche nazionali ed internazionali, strumenti divulgativi di vario genere (posters, relazioni orali, brochures, booklets, database, dossier scientifici, etc.), organizzazione di convegni, strumenti tecnici a supporto del legislatore e degli stakeholders.

Le attività di divulgazione saranno rivolte a vari stakeholders, organismi pubblici e privati, anche attraverso canali social, sito web, principali reti radiotelevisive nazionali, testate giornalistiche.

Centro di Ricerca
VITICOLTURA ED ENOLOGIA (VE)

Direttore: *Riccardo Velasco*

Missione

Il Centro si occupa di viticoltura con riferimento all'uva da tavola e da vino, inclusa la trasformazione enologica. Svolge attività di conservazione e valorizzazione del germoplasma viticolo nazionale. Promuove tecniche colturali innovative volte a favorire la sostenibilità ambientale, ivi compreso il rapporto suolo-paesaggio-viticoltura, e alla sicurezza alimentare. È attivo negli studi chimici, biologici e sensoriali relativi alla trasformazione delle uve anche attraverso la valorizzazione della biodiversità dei microorganismi fermentativi.

I Obiettivi strategici

Obiettivo 1. Digitalizzazione della viticoltura e dell'enologia

L'obiettivo generale, pienamente rientrante nella Farm to fork strategy dell'European Green Deal, è di incrementare la redditività aziendale, attraverso l'aumento della qualità delle uve e il contenimento dei costi grazie ad una maggiore razionalizzazione nell'uso della risorsa suolo, profondamente associato ad una **riduzione dell'impatto ambientale in vigneto ed in cantina**, con una adeguata programmazione degli interventi focalizzati ad una drastica riduzione degli ingressi in vigneto da parte dell'operatore, attraverso l'utilizzo di **robotica**, **sensoristica** prossimale e distale, **programmazione** degli interventi di irrigazione e fertilizzazione a rateo variabile con miglioramenti della dotazione idrica dei suoli, specie in ambiente caldo. Allo stesso tempo un obiettivo specifico è relativo all'applicazione ed implementazione di software per la gestione di trattamenti anticrittogamici, controllo della fertilità del suolo e dello stato fisiologico della pianta. A questo proposito la ricchezza di sequenze temporali del nostro Centro, che conserva andamenti fenologici di varietà importanti per i territori come ad esempio il Veneto, è molto appetibile per sviluppatori di analisi accoppiate tra andamenti metereologici e fenologia delle varietà produttivamente significative atte a produrre **modellistiche** che consentano di prevenire, proteggere e intervenire in maniera puntuale ed efficace a protezione delle superfici vitate e del reddito delle imprese.

L'elevata variabilità presente nei vigneti italiani, associata ad una rilevante percentuale di reimpianto dovuta all'età avanzata di molti vigneti, richiede interventi sempre più mirati e puntuali nella gestione colturale degli impianti. In particolare, la realizzazione di nuovi vigneti offre l'opportunità di applicare le profonde innovazioni gestionali offerte dalla robotica e dalla digitalizzazione. Le più recenti tecnologie di agricoltura di precisione possono contribuire enormemente alla corretta ed economica gestione delle risorse, aumentando il reddito anche attraverso la diminuzione di input utilizzati in modo più mirato ed efficiente. Nello specifico, l'obiettivo primario resta la realizzazione di protocolli e metodologie gestionali in vigneto ed in cantina, associati ad una adeguata combinazione nesto-portinnesto, al fine di diminuire drasticamente l'uso di agrofarmaci e diserbanti, ottimizzare l'uso di fertilizzanti e dell'acqua irrigua, gestire la chioma ed il processo fermentativo, ed il tutto in funzione del miglioramento della qualità dell'uva e del vino. Anche in cantina, l'applicazione di moderne tecnologie finalizzate alla **riduzione dell'uso della SO_2**, alla razionalizzazione dei processi energivori in fase di fermentazione e stabilizzazione del vino, all'utilizzo di ampie banche dati e di metodi predittivi rapidi (basati anche su tecniche spettroscopiche) per la valutazione della qualità ed estraibilità dei polifenoli e per la stabilità e conservazione del vino, nonché l'utilizzo di prototipi per la pressatura di uve da spumantizzazione, consentiranno importanti innovazioni volte al risparmio energetico e al minor impatto chimico nei processi enologici.

Obiettivo 2. Caratterizzazione, valorizzazione e miglioramento delle risorse biologiche

L'obiettivo è duplice: da un lato nell'ambito della Biodiversity strategy for 2030 recuperare, caratterizzare e conservare risorse biologiche disponibili di vite, microorganismi enologici e benefici per la difesa, la fisiologia e lo sviluppo, dall'altro andare a migliorare le risorse già esistenti sia attraverso metodi classici di **miglioramento genetico** basati su incrocio e selezione sia tramite l'applicazione di nuove strategie e **strumenti biotecnologici**, con particolare riferimento alle nuove tecniche di miglioramento genetico (NBT).

Dal punto di vista della **conservazione**, **recupero e caratterizzazione** di vecchio e nuovo germoplasma viticolo e di microrganismi enologici si consolida il ruolo di riferimento per il panorama nazionale per la risoluzione di sinonimie, omonimie ed errate denominazioni, lo studio e la caratterizzazione di mutanti somatici nonché la conoscenza del *pedigree* dei vitigni che rappresentano un importante contributo alla conoscenza del patrimonio viticolo, da poter utilizzare anche ai fini del miglioramento genetico. Inoltre, la possibilità di sfruttare i **microrganismi come fonte di biodiversità** in vigneto e come agenti in grado di stimolare lo sviluppo e il benessere delle piante risulta uno dei principali obbiettivi come auspicato dall'Agenda per lo Sviluppo Sostenibile 2030 e come previsto nel nuovo Green Deal Europeo. Dal punto di vista del **miglioramento delle risorse viticole** sarà centrale, con particolare attenzione alla sostenibilità in viticoltura, il tema del controllo delle principali patologie fungine con cui la moderna viticoltura deve oggi confrontarsi (Peronospora, Oidio, Botrite, Mal dell'Esca e altre malattie del legno), nonché malattie da quarantena (Fitoplasmosi e virosi) e controllo degli insetti dannosi, con particolare attenzione agli insetti nocivi di recente importazione. Nonostante la presenza in commercio di numerosi agrofarmaci di natura biologica ed in generale di tecniche di lotta ecosostenibili, il ricorso a prodotti chimici rappresenta ancora oggi la principale strategia utilizzata a scopi preventivi e/o di contenimento. In particolare, un obiettivo tangibile della macroarea è l'ottenimento di nuove **varietà resistenti** tramite miglioramento genetico classico supportato dai marcatori molecolari. In collaborazione con diverse Università ed Enti di ricerca italiani ed europei, sono in corso attività di miglioramento genetico volte al trasferimento, con approcci di genetica classica, di caratteri di resistenza alla peronospora e all'oidio all'interno di varietà di *V. vinifera*. Per l'uva da tavola la richiesta di innovazione genetica riguarda invece caratteri qualitativi come l'apirenia, la dimensione della bacca, la croccantezza, ma anche l'epoca di maturazione e la *shelf life*, nonché la resistenza agli stress sia biotici che abiotici. Di pari passo devono essere avviate attività volte alla costituzione di portinnesti tolleranti alle problematiche della "stanchezza dei suoli" e con un migliore grado di tolleranza allo stress idrico. Una intensa attività congiunta ad un'ampia rappresentatività aziendale del Sud Italia è programmata per il decennio 2018-2027, al fine di fornire alle aziende italiane una base varietale che consenta un affrancamento dal pagamento di pesanti *royalties*. Per ciò che riguarda i **microrganismi enologici**, tra le caratteristiche migliorative vengono considerate: l'incremento della complessità aromatica e gustativa, la riduzione dell'acidità volatile, la valorizzazione dei precursori varietali di alcune cultivar aromatiche, fino alle prospettive per la riduzione del tenore alcolico nei vini. Inoltre, dallo studio della biodiversità è possibile eseguire un processo di selezione di ceppi starter per enologia isolando lieviti naturali provenienti da mosti d'uva durante la fase finale di una fermentazione, attività in corso sia su commissione da consorzi ed aziende private che per il settore biologico, in rapida crescita. Lo stesso discorso è applicabile ai batteri enologici.

Infine, per ciò che riguarda i **microrganismi considerati benefici,** va sottolineato che negli ultimi 3 anni il centro ha implementato una collezione di endofiti di vite (batteri, actinobatteri e funghi), isolati da diverse varietà di interesse nazionale (Glera, Corvina, Nebbiolo, Arnais, Gaglioppo, ecc.). Questa **collezione ha un grande potenziale applicativo**: lo sviluppo di protocolli per l'applicazione in campo di tali organismi permetterà di intraprendere percorsi di agricoltura rigenerativa, favorendo il miglioramento delle caratteristiche del suolo, la biodiversità dei microrganismi in vigneto e il miglioramento dello stato fitosanitario e fisiologico delle piante con conseguente diminuzione di input chimico (sia di sostanze fertilizzanti di origine chimica che applicazioni di anticrittogamici).

Attraverso l'uso delle **nuove tecniche di miglioramento genetico** si vogliono nello specifico ottenere due **obiettivi tangibili**, uno nell'ambito degli stress biotici ed uno nella qualità del prodotto, che dimostrino la validità di queste metodiche di nuova generazione: varietà apirene da una o più varietà di pregio attualmente con semi e viti resistenti ad uno o più patogeni, prevalentemente fungini ma non solo, tramite il ***genome editing*** e/o la **cisgenesi**. Parimenti, dette tecniche sono applicate anche per trovare risposte ai cambiamenti climatici, attraverso lo studio di geni coinvolti nella resistenza a stress abiotici, nello specifico lo stress idrico.

Obiettivo 3. Sostenibilità in vigneto ed in cantina

L'obiettivo generale è il miglioramento della sostenibilità delle produzioni viticole (uva da tavola e uva da vino), in considerazione del fatto che (i) una razionale sensibilità ambientale nel settore è emersa ed è consapevole della necessità di ridurre gli input antropici in vigneto, (ii) pratiche agronomiche sono state sviluppate negli ultimi anni, anche supportate da elevata tecnologia tanto che oggi è auspicabile il loro largo impiego, (iii) il ruolo del CREA nello sviluppo, divulgazione e diffusione di nuovi approcci alla gestione del vigneto e della cantina è centrale e di altissima responsabilità. A questo proposito si sottolineano i numerosi progetti sia nazionali che europei dove il Centro si è inserito contribuendo alla diffusione delle tecnologie, protocolli, metodiche finalizzate a ridurre l'impatto antropico sia nella conduzione integrata che biologica. Il tema **sostenibilità** compenetra anche gli altri obiettivi ma qui si esplicita in molteplici aspetti specifici che si possono ricondurre ad un obiettivo generale di corretta e avanzata conduzione del vigneto tramite la diffusione di protocolli validati dal CREA al fine di: **(i)** ridurre l'utilizzo di fitofarmaci, diserbanti, concimi chimici, qui l'impegno nella ricerca di prodotti alternativi o da associare agli anticrittogamici di maggiore impiego, come il caso del rame, ha recepito le richieste del Ministero di riferimento, ma anche contribuito a soddisfare le aspettative delle Regioni apprezzando i primi risultati concreti dei test effettuati con sostanze alternative a basso impatto, **(ii)** ottimizzare l'uso dell'acqua e dei fertilizzanti in vigneto, dove le tecnologie descritte nell'obiettivo 1 accoppiate con protocolli alternativi come la pratica degli inerbimenti e/o sovescio, l'applicazione di microrganismi selezionati, delle lavorazioni sotto fila, la fertirrigazione o la fertilizzazione fogliare a rateo variabile, così come la gestione della chioma con parziale defogliazione, si mostrano pratiche efficaci nella gestione sostenibile salvaguardando la qualità delle uve, **(iii)** favorire la sostenibilità ambientale contrastando la perdita di sostanza organica dei suoli vitati con applicazione mirata di ammendanti e biochar su scala aziendale, **(iv)** ridurre l'input chimico ed energetico in cantina, attraverso la selezione di ceppi idonei e i test di prototipi strumentali, ma anche di additivi e coadiuvanti finalizzati a sostituire almeno in parte l'anidride solforosa, **(v)** recuperare dai sottoprodotti enologici preparati ad elevato valore aggiunto da proporre nei settori dell'industria alimentare, nella farmaceutica e nella nutraceutica, aumentando la redditività del settore e nel contempo diminuendo gli scarti in vigneto ed in cantina; in questo ultimo punto possiamo elencare protocolli già validati e altri potenziali nella produzione di prodotti alternativi e prodotti di recupero dagli scarti del vigneto (sarmenti) e della cantina (vinacce) da utilizzare per recupero energetico, produzione di integratori alimentari, conservanti naturali, integratori per l'enologia e prodotti per la medicina come prodotti contro l'obesità o quali materiali di copertura per impianti ossei.

Obiettivo 4. Metodiche innovative per la qualità, tipicità e tracciabilità di uva e vino

Appare sempre più indispensabile l'impiego di tecnologie e metodi analitici innovativi per garantire la tracciabilità e la valutazione della qualità dell'uva e del vino. Attraverso lo studio della metabolomica delle uve e dei vini, con particolare riferimento ai composti polifenolici sia flavonoidi che non flavonoidi (tra cui il resveratrolo e altri stilbeni), agli aromi e ai relativi precursori aromatici, alle fitoalessine, è possibile oggi una definizione di qualità molto più completa. Nello specifico l'interesse è volto ad una caratterizzazione fine sia di vitigni internazionali che di vitigni autoctoni come di varietà di **ibridi resistenti** di recente introduzione in ambito enologico, al fine sia di valorizzarne le qualità e definirne l'unicità dei profili sia compositivi che sensoriali, ma anche per

supportare la **tracciabilità** dei prodotti. Particolare enfasi verrà data alla vinificazione dei vitigni individuati nel corso dei numerosi progetti di salvaguardia e recupero della biodiversità viticola, custoditi nelle collezioni del CREA, per verificarne l'opportunità di utilizzo con nuove tecniche enologiche al fine di valorizzarne la **tipicità** territoriale, e altrettanta energia verrà dedicata alla vinificazione dei materiali di nuova registrazione quali i vitigni resistenti per i quali le limitate conoscenze ne inibiscono il potenziale successo sia per la vinificazione in purezza che per l'ingresso nelle DOP, principale accesso alla loro affermazione colturale. Si è già detto sopra degli aspetti salutistici per le **qualità nutraceutiche**, soprattutto delle uve da tavola, ma approfondimenti per evitare possibili sofisticazioni saranno oggetto di analisi dedicate e saranno proposte soluzioni risolutive. Inoltre, l'applicazione di tecnologie innovative in grado di definire il *microbial terroir* e l'impatto che questo ha sulle caratteristiche sensoriali dei vini risulta di particolare interesse per definire quegli aspetti di tipicità che definisco l'unicità dei prodotti del territorio italiano.

II Prodotti e servizi

1. Disponibilità di almeno 6 linee di élite con resistenze ai maggiori patogeni fungini (peronospora e oidio), ottenute con tecniche di miglioramento genetico tradizionale, tramite ibridazione tra vitigni resistenti ed autoctoni in Veneto (Glera, Raboso), Toscana (Sangiovese), Piemonte (Barbera, Nebbiolo), Lazio (Bellone, Cesanese e Malvasia del Lazio) e Puglia (Primitivo, Aglianico e uva Italia), e per l'uva da tavola anche apirenia (assenza di semi);

2. **Predisposizione di almeno 3 prototipi da protocolli biotecnologici**, tramite cisgenesi e *genome editing*: 1. Vitigno da vino resistente a peronospora e oidio, "silenziando" la funzione di due geni di suscettibilità ai due patogeni fungini; 2. Uva da tavola apirena e resistente ad oidio, tramite "eliminazione" del gene responsabile dello sviluppo del seme e il "silenziamento" del gene di suscettibilità all'oidio, importante nel sud Italia; 3. Una terza opportunità di utilizzo di queste tecnologie per rispondere alle necessità dei cambiamenti climatici verificando l'effetto del silenziamento di geni coinvolti nella suscettibilità allo stress idrico.

3. **Metodo per la riduzione dei solfiti** nei vini, in tutte le fasi della vinificazione, tramite: 1. bioprotezione: utilizzo dei microrganismi fermentativi come bio-risorse per la produzione di vini stabili che richiedano meno solfiti, 2. sensoristica: monitoraggio dell'ossigeno disciolto nel vino e di parametri chimici associati, per verificare in tempo reale i rischi di ossidazione tramite tempestivi interventi di correzione alternativi all'uso di SO_2, 3. chimica: test di tannini enologici e derivati di lieviti per una riduzione nell'uso della SO_2.

4. **Realizzazione di 3 impianti pilota** (nord, centro e sud Italia) con applicazione di strumenti digitali e gestione del vigneto di ultima generazione (DSS, GPS, microchip in pianta e terreno, centraline meteo ad alta densità) per la riduzione di input antropici in viticoltura tramite controllo dello stato idrico della pianta e del terreno, fertirrigazione e inerbimento, controllo infestanti, patogeni e insetti dannosi nel massimo rispetto della biodiversità e dell'equilibrio coltura-ambiente. Queste attività saranno realizzate in compartecipazione di aziende private partecipanti a progetti PSR regionali a finanziamento europeo e H2020, coordinati dal CREA VE.

5. Applicazione di microrganismi per l'agricoltura rigenerativa. Nell'ottica del New Green Deal definito dalla Comunità Europea verranno sviluppati dei protocolli per l'applicazione di microrganismi utili in vigneto con particolare attenzione alla possibilità di: diminuire gli input chimici, intesi come applicazione di fertilizzanti e prodotti chimici per la difesa, stimolare la crescita e le risposte di difesa della pianta, aumentare la biodiversità del suolo e del vigneto ed identificare quelle interazioni che determinano gli aspetti di tipicità e unicità dei prodotti del territorio italiano.

III Attività istituzionale e di terza missione

Come previsto dall'art. 2 dello statuto del CREA, il Centro CREA-VE ha l'incarico alla lettera d) dell'assolvimento di compiti istituzionali assegnati dalla normativa vigente nazionale o comunitaria o da atti emanati dal Ministero vigilante (l'attività di certificazione dei materiali di moltiplicazione della vite rientra in questa tipologia di attività e viene svolta dal CREA-VE fin dal 1969), dove l'obiettivo principale consiste nell'assicurare il controllo e rilasciare la certificazione a tutti i materiali di moltiplicazione prodotti e commercializzati in Italia ed anche a quelli destinati all'esportazione. All'interno di tale cornice il CREA-VE opera attraverso convenzioni (Convenzioni CRA - MiPAAF del 18.04.2011 e del 23.07.2014) per lo svolgimento delle seguenti attività:

- informazione, formazione e coordinamento a livello nazionale;
- controllo e rilascio della certificazione per i materiali di moltiplicazione di categoria iniziale e di base;
- conservazione e aggiornamento del Registro nazionale delle varietà nella parte documentale, on-line, ed in quella di campo. Oltre alla tenuta del Campo Catalogo dove sono conservate fisicamente le piante, viene utilizzato un software denominato "CATALOGO VITI" che permette la gestione informatizzata di tutte le informazioni contenute nel Registro nazionale delle varietà e cloni di vite;
- raccolta, elaborazione e messa a disposizione dei Funzionari regionali incaricati della vigilanza, dei dati produttivi mediante la gestione informatizzata delle denunce elaborati mediante il software "VIVAI";
- produzione di statistiche sul settore vivaistico pubblicate sul sito del MiPAAF, (http://catalogoviti. politicheagricole.it).

Inoltre, in accordo con il Testo unico vite, il CREA -VE sviluppa e rilascia nuove varietà e cloni sulla base dei protocolli prefissati.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

I risultati ottenuti dal Centro sono *in primis* evidenziati dal coinvolgimento dei nostri ricercatori nella partecipazione a **progetti europei**, di cui i 5 progetti vinti tra il 2021-22 che sono un esempio di successo. Due progetti H2020 a Gorizia, due progetti internazionali a Arezzo ed un progetto PRIMA a Turi (di cui siamo i coordinatori) hanno alzato lo standard internazionale del nostro Centro dopo alcuni successi del precedente triennio, a sua volta incrementale rispetto agli anni precedenti. Le tematiche dei progetti ben si configurano nel contesto delle scelte del nostro Centro, improntate fortemente sulla sostenibilità ambientale, ma anche socio-economica, in vitivinicoltura.

I risultati più eclatanti sono venuti dal **miglioramento genetico**, nei numeri ma anche dall'attenzione che i nostri programmi hanno acceso all'interno del mondo produttivo, vivaistico e anche dei produttori di vino e uva da tavola. Mentre il programma delle uve da tavola apirene è letteralmente esploso, con la **registrazione delle prime 12 varietà** nel 2021, e successive altre 17 all'ultimo anno delle prove DUS nel 2022, con elevati margini di probabilità di ottenimento della certificazione CPVO, i piani di breeding per l'ottenimento di piante resistenti in Veneto (Glera e Raboso), Lazio (Cesanese e Malvasia del Lazio), Puglia (Primitivo, Aglianico e Falanghina), Toscana (Sangiovese) hanno conseguito i primi finanziamenti privati e sono oggetto di attenzione di grandi gruppi e Consorzi di pregio (Prosecco DOC e Prosecco Superiore; Antinori; DOC Gioia del Colle; DOC Etna per citarne alcuni). Il loro coinvolgimento sta concretizzandosi in contratti importanti che hanno già avuto piena soddisfazione nel campo dell'uva da tavola col Consorzio NuVaUT, il quale è in procinto di acquisire le prime selezioni registrate 2021 e 2022. Ulteriori selezioni saranno rilasciate nel 2023 mentre il programma di miglioramento genetico continua, con l'introgressione di geni di resistenza nelle nostre nuove apirene, con ulteriore ampliamento della base genetica presente nelle nostre aziende pugliesi.

In parallelo, stiamo affrontando la sfida di produrre una **bottiglia CREA** di bianco (Prosecco DOC) e nero (Primitivo DOC), con l'obiettivo di raggiungere la bottiglia da premio, entro i prossimi 3 anni.

I due progetti principe, Agridigit e Biotech, hanno raggiunto gli obiettivi prefissati, e talvolta qualcosa di più. Il primo ha aperto a rilevanti collaborazioni con il mondo delle aziende più innovative che hanno portato ad ottenere un inatteso numero di progetti PNR in tutte le regioni dove abbiamo una sede, e sorprendentemente anche in regioni (Calabria, Campania, Sicilia, Sardegna) dove non abbiamo sedi, ma la nostra competenza ha dato ugualmente lustro a progetti in queste regioni. **Robotica** (UV light e automazione), **sensoristica** (irrigazione controllata, predizione insorgenza di malattie), gestione a **rateo variabile** (concimazione, irrigazione e vendemmia) sono alcuni esempi di progettualità che ci hanno visto e ci hanno ancora adesso protagonisti con risultati riconosciuti (riviste tecnico-divulgative, coinvolgimento in prontuari attuativi, metodi e modellistica di applicativi) sia in fiere che a Vinitaly, oltre che nelle aziende dove collaboriamo a stretto contatto coi produttori. Stiamo acquisendo una esperienza rilevante sui **prodotti alternativi** ai prodotti di sintesi, e ne stiamo curando un prontuario, così come abbiamo contribuito in Veneto a **ridurre l'uso dello zolfo** in vigneto del **50%** con risultati comparabili agli standard. Tutto questo è oggetto di ampia diffusione sia in seminari e eventi su scala regionale, che su riviste tecnico-divulgative e convegni organizzati *ad hoc*.
Il progetto Biotech-Vitech ha stabilito due laboratori di riferimento per il panorama europeo a Conegliano ed a Turi. Alle esperienze pregresse, ancora acerbe 4 anni fa, si sono aggiunte competenze importanti anche grazie alle collaborazioni stabilite. Si sottolineano i superamenti dei colli di bottiglia più importanti quali *l'alto tasso di trasformazione*, la coltura e la trasformazione di protoplasti di vite (standard oggi di altissimo rilievo in viticoltura), l'applicazione del ***genome-editing*** **e della cis-genesi** in vite con le prime 52 piantine da eventi indipendenti ottenute su loci per **resistenza** o iposuscettibilità a peronospora e oidio, tolleranza allo **stress idrico**, **apirenia** in uve da tavola.
Accanto a questi successi rilevanti si possono enumerare ingaggi di rilievo da parte delle regioni sulla flavescenza dorata, mal dell'esca, applicazione tecnologiche in cantina, lieviti selezionati su commissione, analisi di blend con vitigni resistenti in commercio da proporre per l'introduzione in disciplinari che ne facciano richiesta.

V Progettualità 2023

Nel prossimo anno si prevedono progettualità che proseguono i successi ottenuti in questi ultimi anni. Dal miglioramento genetico per i prossimi 5 anni si dovrebbero ottenere le prime piante da proporre al mondo produttivo, **resistenti a peronospora ed oidio con multipli loci di resistenza**, da 2 a 5, con elevata possibilità di durata e additività funzionale dei loci coinvolti nella resistenza alle due malattie indicate. Nuovi loci sono in selezione, tra cui un nuovo locus di resistenza a peronospora, due popolazioni di incrocio realizzate per tolleranza a flavescenza, microrganismi competitori al mal dell'Esca. Dal punto di vista delle piante ottenute con le nuove biotecnologie riteniamo di doverci tenere pronti ad una eventuale autorizzazione ai test in campo per piante editate o cis-geniche, di cui abbiamo alcune decine di campioni in vitro. La **rigenerazione da protoplasti** è una competenza straordinaria raggiunta dal nostro Centro, tanto da avere alti standard di riproduzione di piante da embrioni somatici rigenerati da singolo protoplasto, in corso di analisi per la verifica della effettiva trasformazione. **L'*editing*** invece è già stato dimostrato in piante rigenerate con resistenza a oidio, mentre la cis-genesi con resistenza a peronospora. Portainnesti invece sono stati ottenuti con geni editati in processi coinvolti nella resistenza allo stress idrico, da verificare in vivo.
A questo proposito, le collaborazioni col mondo produttivo, vivaistico e consorzi importanti, stanno aumentando con richieste di supporto alla produzione di prototipi per numerosi vitigni autoctoni di interesse nazionale. Numerosi contratti di filiera del **PNRR** ci vedono coordinatori o fornitori di servizi in una decina di progetti proprio per queste due tipologie di piante migliorate, sia con breeding tradizionale che biotecnologie.
La sostenibilità tramite l'uso di prodotti alternativi, da prodotti naturali a competitori e uno dei nostri cavalli di battaglia che proseguirà nel 2023. A questo proposito la credibilità raggiunta presso le istituzioni regionali ci vede coinvolti nella diffusione tramite seminari itineranti piuttosto frequenti, oltre ad eventi da noi organizzati presso le nostre sedi. A questo proposito ci pregiamo dell'ottenimento di un progetto regionale in Veneto con l'Istituto Cerletti per un corso

professionalizzante di tecnico viticolo, il primo in Italia ottenuto dal CREA in collaborazione con una istituzione scolastica superiore, di lunghissima tradizione come la scuola enologica di Conegliano. Nel 2022 la **Regia Stazione Enologica di Asti ha compiuto 150 anni**, entro l'anno le celebrazioni, il prossimo anno la **Regia Stazione Sperimentale per la Viticoltura e l'Enologia di Conegliano compirà 100 anni**.

Centro di Ricerca
ZOOTECNIA E ACQUACOLTURA (ZA)

Direttore: *Salvatore Claps*

Missione

Si occupa di zootecnia ed acquacoltura, realizzando programmi di miglioramento genetico e sviluppando innovazioni nell'ambito dei prodotti di origine animale e del controllo della loro sofisticazione, nonché degli impianti e delle tecnologie per l'ottimizzazione degli allevamenti. Il centro svolge attività di conservazione della biodiversità zootecnica, nonché miglioramento genetico delle specie foraggere e proteiche per l'alimentazione zootecnica.

I Obiettivi strategici

Obiettivo 1. Sostenibilità economica ed ambientale delle produzioni animali

Le produzioni zootecniche rappresentano poco meno del 31 % in valore dell'intera produzione agricola italiana, garantiscono l'approvvigionamento di alimenti ricchi in proteine di alto valore nutritivo per l'uomo e costituiscono 9 delle 10 più importanti DOP italiane. Tuttavia, la zootecnia intensiva è messa in discussione per l'elevato di uso di risorse naturali, l'inquinamento da composti azotati, le emissioni climalteranti, la competizione con l'uomo per l'uso degli alimenti, il benessere degli animali allevati, il contributo alla diffusione dell'anti-microbico resistenza e anche per l'insalubrità dei suoi prodotti. Il consumo apparente di carni in Italia è stabilmente inferiore alla media europea e, per molti comparti, è sostenuto da rilevantissime importazioni. Ciò nonostante, anche a causa delle forti concentrazioni di attività zootecniche intensive in alcuni territori del nostro Paese, la ricerca in zootecnia, seguendo la linea tracciata dalle grandi strategie europee per un sistema di produzione alimentare più sano e sostenibile, deve impegnarsi per individuare ogni possibile strada che possa contribuire a mitigare l'impronta ambientale degli allevamenti.

In questo senso, il campo attualmente di maggior sviluppo è la zootecnia di precisione, che consiste nella sperimentazione di sensori affidabili per la rilevazione degli input, degli output, delle condizioni ambientali e delle attività di ogni singolo capo bovino. Le informazioni raccolte vengono integrate ed elaborate per l'ottimizzazione dell'allevamento (riduzione degli sprechi), la produzione automatica di liste di attenzione (benessere animale) e il controllo delle emissioni (impatto ambientale). Nel triennio si intendono sperimentare anche controlli da remoto per bufali, suini, avicoli e pesci.

Il tema dell'impatto ambientale delle produzioni animali è affrontato sotto diversi profili: dalla riduzione dell'escrezione di azoto mediante l'ottimizzazione della frazione proteica delle diete, al monitoraggio continuo delle biomasse allevate per il calcolo del fabbisogno alimentare e la riduzione della sovra-alimentazione, al ruolo degli effluenti di allevamento in una produzione agricola circolare, alla produzione efficiente di Biogas e Idrogeno da reflui zootecnici ed agroindustriali curando in particolare gli aspetti microbiologici, allo sviluppo di modelli di *Life Cycle Assessment* applicabili a sistemi biologici complessi, alla fissazione del carbonio da parte dei molluschi bivalvi allevati, alla misura da remoto delle dimensioni dei pesci allevati. Il Centro intende partecipare a progetti volti alla riduzione delle emissioni degli allevamenti anche attraverso il finanziamento ottenibile dallo sviluppo del mercato dei crediti di carbonio.

Il Centro è molto impegnato anche sul tema della biodiversità, non solo a livello di rappresentanza italiana presso la FAO, ma anche partecipando a studi sulla biodiversità animale intraspecifica mediante partnership sia nazionali che internazionali *International Goat Genome Consortium (IGGC)*, BIOVITA, BOVITA) e attraverso lo *stock assessment* di specie di crescente interesse economico, quali gli invertebrati marini (es: Oloturoidei) e nel controllo di specie invasive mediante un loro utilizzo produttivo (es: gambero rosso della Luisiana).

Per il sostentamento della zootecnia e dell'acquacoltura europea è comunque prioritario individuare fonti proteiche alternative (insetti, specie aliene, …) o provenienti da sottoprodotti, comunque diverse dalla soia e dalle farine di pesce (es., proteine animali trasformate). In tal senso la coltivazione di leguminose, pur incoraggiata dalla UE, è limitata dal punto di vista economico dalla bassa produttività di colture che sono state trascurate dal miglioramento genetico. Il CREA-ZA seleziona con approcci genomici alcune leguminose annuali di particolare interesse come colture proteiche (pisello, lupino bianco, soia, favino) e la principale leguminosa prativa, l'erba medica. I principali obiettivi di miglioramento genetico sono la tolleranza allo stress idrico (attraverso piattaforme fenotipiche e consolidate collaborazioni con Paesi del Nord Africa) e altri stress abiotici, l'adattamento ad ambienti pedo-climatici diversi (mediterranei, continentali) e caratteristiche qualitative cruciali (tenore proteico, riduzione di antinutrizionali, etc.). Si studiano anche nuovi alimenti per l'uomo a base di lupino con elevato valore nutritivo, analoghi al formaggio o yogurt, e prodotti da forno di alto tenore proteico. Tecnologie "omiche" vengono utilizzate nelle aziende sperimentali del CREA-ZA per l'individuazione di marcatori molecolari associati ai fenotipi produttivi e funzionali oggetto di selezione.
In particolare le attività di ricerca sono orientate anche su tematiche di interesse squisitamente nazionale, come la riduzione dell'importazione di vitelli da ristallo, con prove di selezione per l'aumento della gemellarità nei bovini, e, lo sfruttamento dell'eterosi per l'allungamento della longevità funzionale delle vacche, e conseguente maggiore disponibilità di fattrici per l'incrocio con tori da carne.

Obiettivo 2. Sostenibilità etica degli allevamenti e approccio One Health

La società civile chiede rassicurazioni sulla salvaguardia del benessere animale e sulla riduzione dell'impiego di antimicrobici di sintesi nelle aziende zootecniche. Su entrambi i temi, il CREA-ZA opera per l'aumento della resilienza degli animali. Il gruppo di citofluorimetria e biologia cellulare del CREA-ZA si occupa della valutazione della risposta immunitaria innata, anche mediante l'identificazione di proteine transmembrana e di adesione delle cellule del sistema immunitario (CD3, CD4, CD11b, CD21 e CD62L) come indicatori di resilienza. Sono anche attive collaborazioni con Istituti Zooprofilattici Sperimentali per lo studio con metodi citofluorimetrici della resistenza a specifiche malattie.

Molti progetti di natura sperimentale includono valutazioni ed analisi del benessere animale, come per pesci allevati in gabbie a mare in lega di rame, o alimentati con mangimi contenenti ingredienti funzionali (antiossidanti o immunostimolanti), per i suini allevati con metodo biologico o per bovini tenuti nei pascoli alpini. In suinicoltura si sperimentano diete alternative per migliorare la salute intestinale dei suinetti e per la riduzione dell'uso di molecole di sintesi e in ottica di riduzione dei GHG.
In particolare, per i polli vengono studiati i rapporti tra i tipi genetici e l'adattabilità ai sistemi di allevamento "a lento accrescimento" e "biologico" anche mediante la messa a punto di indici oggettivi di adattabilità alle condizioni di lento accrescimento.
Infine, riveste un grande interesse sperimentale e dimostrativo una prova di lungo periodo di incrocio di rotazione tra le razze bovine Frisona e Pezzata Rossa italiane.

Obiettivo 3. Qualità dei prodotti: nutrizionale, organolettica, culturale

Il CREA-ZA è impegnato nella valorizzazione e qualificazione del latte e dei prodotti caseari sotto diversi aspetti: Effetti dei trattamenti termici subiti dal latte sulla digeribilità, valore nutrizionale, caratteristiche ossidative e sensoriali dei formaggi prodotti; Miglioramento della qualità nutrizionale e dell'immagine salutistica del latte per i suoi contenuti in molecole ad azione prebiotica e protettiva; Uso di alimenti alternativi nella razione per incrementare gli acidi grassi insaturi nel grasso del loro latte; Caratterizzazione del latte e del formaggio ottenuti da vacche tenute in alpeggio attraverso markers di alimentazione; Correlazioni tra alcuni parametri compositivi del latte e il livello di benessere animale misurato tramite consolidati indicatori diretti e indiretti; Effetti dello stress da caldo delle bovine sull'attitudine alla trasformazione casearia del loro latte; Effetti dell'utilizzo del

digestato come fertilizzante sul mais per il benessere degli animali, la qualità del latte e la possibile contaminazione da spore batteriche, responsabili di difetti nei formaggi stagionati.
Grande attenzione viene posta agli aspetti tecnologici della trasformazione casearia: Metodologie non distruttive per il controllo di processo e di prodotto anche nelle realtà produttive medio-piccole tipiche delle DOP italiane nel settore lattiero caseario; Innovazioni di processo per ridurre gli scarti e aumentare la conservabilità dei prodotti mantenendo la sicurezza igienica e le qualità nutrizionale e sensoriale con la valorizzazione della biodiversità microbica; Sviluppo di cagli vegetali e studio delle loro proprietà dei cagli vegetali.
In acquacoltura, si studiano nuove formule mangimistiche per ottenere prodotti ittici con migliorate proprietà nutrizionali e funzionali (profilo acidi grassi polinsaturi, contenuto in pigmenti antiossidanti). Infine, molto impegno viene dedicato alle produzioni biologiche, soprattutto di avicoli, conigli e suini e pesci in termini di tecniche di allevamento innovative e realizzazione di dispositivi sperimentali. In suinicoltura si sperimentano diete alternative per migliorare la salute intestinale dei suinetti per la riduzione dell'uso di molecole di sintesi e in un'ottica di riduzione dei GHG.

II Prodotti e servizi

1. Dispositivi Sperimentali di Lungo Periodo: Il Centro gestisce circa 2.600 ha di aziende agrarie che servono al mantenimento delle mandrie sperimentali. In tal senso, tutte le stalle del Centro sono strutture sperimentali: tuttavia, quattro dispositivi assumeranno nel triennio particolare importanza: la stalla di bovine da latte di Lodi con applicazioni di alto livello per la zootecnia di precisione ed, il pollaio sperimentale per le produzioni biologiche di pollame a Monterotondo, l'allevamento sperimentale di San Cesario sul Panaro (MO) e le due gabbie galleggianti per esperimenti di maricoltura recentemente installate Nel Parco dell'Arcipelago Toscano, presso all'isola di Capraia.
2. **Nuove varietà di piante proteiche** ad alta produzione ottenute, prime al Mondo, mediante selezione genomica. Le varietà saranno più resistenti alla siccità e più adattabili a diversi ambienti. Esse potranno contribuire a ridurre il deficit nazionale di materie prime proteiche se impiegate in sostituzione parziale della soia nel razionamento del bestiame.
3. Ceppi microbici selezionati di interesse caseario per la trasformazione artigianale e industriale, la differenziazione e la conservazione degli alimenti lattiero-caseari in cui intervengano fermentazioni.
4. **Nuovi alimenti proteici** per l'acquacoltura (es: insetti, vegetali e specie aliene invasive) e per l'avicoltura biologica (insetti e vitamine da fonti naturali) per ridurre i costi e migliorare la sostenibilità dell'acquacoltura che ancora oggi è il principale destinatario di farine e olii di pesce.
5. **Prototipo di digestore bi-stadio** continua il perfezionamento del prototipo per la produzione di biogas e bioidrogeno a partire da reflui di allevamento e di caseificio. Viene particolarmente curato il sistema idraulico come modello pilota per digestori di ridotta capacità ma a più rapida fermentazione.
6. Iscrizione nella lista rappresentativa delle eredità culturali immateriali dell'Umanità dell'UNESCO della "Tradizione dell'allevamento del Cavallo Lipizzano". La domanda è stata presentata nel 2020 dagli 8 Stati mitteleuropei che conservano allevamenti statali della razza e verrà presumibilmente discussa alla fine del 2022. Il CREA-ZA gestisce l'Allevamento Statale del Cavallo Lipizzano (ASCAL) e ha partecipato attivamente al lungo iter di presentazione della domanda.

III Attività istituzionale e di terza missione

Il Centro svolge numerose attività diverse dalla ricerca: è National Focal Point italiano per le Risorse Genetiche animali presso la FAO; Fornisce parere sulla compatibilità dei tipi genetici suini in commercio con i disciplinari delle DOP/IGP a base di carne suina (DM 05.12.2019); Gestisce per conto di CREA-PB l'Assistenza Tecnica al MiPAAF per le sottomisure 10.2 e 16.2 del Piano di Sviluppo Rurale Nazionale relative alla biodiversità animale; Partecipa alle Commissioni Tecniche di Libri genealogici di quasi tutte le specie e razze di interesse zootecnico; Fornisce consulenza tecnica all'ufficio DISR7 del MiPAAF per la zootecnia e all'ufficio PQAI1 per le produzioni biologiche animali attraverso la partecipazione a tavoli tecnici anche a Bruxelles, la produzione di

pareri tecnici e scientifici, e studi; Partecipa al gruppo di lavoro interministeriale per la certificazione del benessere animale presso ACCREDIA; Coordina la «Piattaforma Italiana Acquacoltura (ITAQUA)», costituita dal MiPAAF per coinvolgere gli stakeholders del settore dell'acquacoltura nella programmazione degli interventi; Svolge prove agronomiche per l'iscrizione al Registro varietale di specie foraggere e proteiche; Organizza il censimento annuale delle imprese e degli impianti di acquacoltura italiani; Partecipa a diverse organizzazioni internazionali tra cui: International Buffalo Federation (IBF), International Dairy Federation (FIL-IDF) e Animal Task Force (ATF). Il Centro partecipa come Componente del Comitato consultivo per l'impiego in acquacoltura di specie esotiche del MIPAAF.

IV Risultati ottenuti dal Centro nel 2021-2022

Emissioni di gas ad effetto serra, sequestro della CO2, Inquinamento acque. Il CREA-ZA è impegnato in diversi progetti sul tema. In particolare, è stato dimostrato, con progetti conclusi negli anni precedenti (CARBON FARMING), che è possibile ridurre in modo significativo l'impronta di carbonio della carne bovina adottando tecniche già disponibili. Sulla base di questi risultati è stato avviato, nel 2022, un progetto denominato LIFE CARBON FARMING che prevede il coinvolgimento di sei paesi europei (Francia, Germania, Belgio, Irlanda, Italia e Spagna) ed ha come obiettivo quello di ridurre del 15% l'impronta di carbonio dei prodotti agricoli in sei anni sviluppando un sistema di finanziamento basato sulla remunerazione dei risultati ottenuti. Con il progetto LATTE DIGITALE, ai fini di migliorare le prestazioni ed il benessere delle bovine e la sostenibilità ambientale dell'allevamento del bovino da latte è in fase di perfezionamento la messa a punto di uno strumento di analisi capace di generare informazioni sintetiche, attraverso la creazione e il successivo monitoraggio di indicatori di prestazione, allo scopo di supportare i produttori di latte nella gestione aziendale per migliorare la sostenibilità economica, ambientale e sociale (inclusa la qualità della vita sull'ambiente di lavoro) dell'allevamento.
Nel progetto GPLUSE è stata applicata la tecnologia MIR per l'individuazione nel latte di metaboliti associati con stati fisiologici della vacca da latte nel periodo di post partum, e alcuni di questi fenotipi "fini" vengono utilizzati come proxi per le emissioni di metano. Con il progetto CONSENSI, che ha lo scopo di mettere a punto un sistema di supporto alle decisioni (DSS) per ottimizzare l'uso agronomico di reflui e digestati mediante gli strumenti dell'agricoltura di precisione, sono state condotte le prove di campo con liquamazione a rateo variabile, rispettando i limiti di N apportato imposti dalla direttiva nitrati. Per la mappatura del suolo è stato messo a punto un rover prototipale a guida autonoma GNSS e con sistema di riconoscimento ostacoli in grado di effettuare in maniera automatica la scansione geoelettrica dei terreni e di trivella con campionatore automatico del suolo per le analisi di riferimento nei punti individuati in base alle mappe geoelettriche. Il prototipo verrà presentato alla fiera di Montichiari di ottobre 2022. Per riguarda riguarda il progetto AGRIHUB, è stata effettuata la caratterizzazione di diverse tipologie di digestato. Le prove condotte hanno permesso di mettere a punto un formulato di origine microbica, in sostituzione di agrofarmaci di sintesi. I parametri di benessere animale, rilevati con tecniche di zootecnia di precisione, sono stati messi in relazione con i dati analitici di qualità del latte per l'elaborazione di un modello matematico di valutazione del benessere tramite la qualità del prodotto. La tecnica innovativa dell'incorporazione del biochar nel suolo e nelle vasche di stoccaggio dei reflui viene investigata dai progetti AGRIHUB e N-CONTROL per il suo effetto sulle produzioni/asportazioni colturali, sulla lisciviazione di azoto (N) e fosforo (P), sui parametri della fertilità fisico-chimica e biologica del suolo e sulle emissioni di gas serra e ammoniaca. Le azioni dimostrative hanno riguardato sia il campo che la stalla. L'incorporazione del biochar nel suolo ha comportato una riduzione delle emissioni di N2O del 17% nel caso del digestato e del 54% con urea. Per quanto riguarda la stalla, il progetto ha verificato le potenzialità del biochar nel ridurre le emissioni di gas serra e ammoniaca nella fase di stoccaggio di reflui e digestati, con e senza acidificazione indotta da batteri lattici. Il progetto AGRIDIGIT, sottoprogetto PLF4Millk, si è occupato anche dell'allevamento bufalino, studiando l'associazione tra l'attività ruminale e la microbiologia del rumine. I risultati sinora ottenuti hanno permesso di

elaborare modelli di alimentazione e comportamento della bufala in lattazione in funzione delle temperature ambientali e di evidenziare alcune importanti risposte fisiologiche allo stress termico. Sono stati acquisiti numerosissimi spettri di emissione individuale del metano che hanno suggerito una significativa ripetibilità insieme ad una elevata variabilità tra soggetti diversi. Il tema dell'impatto ambientale delle produzioni animali in acquacoltura è stato affrontato in particolare con lo sviluppo di modello di *Life Cycle Assessment*, compresa la fissazione della CO2 da parte degli allevamenti di molluschi bivalvi in acqua marine costiere (Progetti AQUACULTURE2020 e VALUESHELL). In particolare, nell'ambito del progetto AQUACULTURE è stata realizzata la Piattaforma ITAQUA, un ambiente di lavoro a disposizione dei diversi portatori di interesse per raccogliere esigenze e proporre soluzioni utili per la crescita e la competitività dell'acquacoltura, tenuto conto delle specificità territoriali e dell'eterogeneità dei fabbisogni e dei comparti produttivi. Questo strumento, voluto dal MIPAAF e gestito dal CREA-ZA per gli aspetti di segreteria tecnico-scientifica, ha permesso di sviluppare il Piano Nazionale Strategico dell'Acquacoltura 2021-2027 e ha prodotto un aggiornamento dello stato di attuazione delle AZA (*aquaculture allocated zones*) nelle regioni costiere italiane. Inoltre, uno specifico WP è stato dedicato alla messa a punto di un modello di *Life Cycle Assessment* della filiera della mitilicoltura, il cui approfondimento sul sequestro di carbonio nel processo di biocalcificazione ha destato l'attenzione della comunità scientifica. I risultati del progetto VALUESHELL, condotto in stretta collaborazione con imprese del settore a grande e piccola scala, hanno consentito di stimare gli impatti, molto ridotti, della filiera, e misurarne l'impronta di carbonio, nell'ottica di valorizzare il potenziale sequestro di carbonio di queste produzioni. L'ammoniaca non è un gas serra, ma reagendo nell'aria con l'acido nitrico e con l'acido solforico prodotti dalle industrie, porta alla formazione rispettivamente di nitrato d'ammonio e solfato d'ammonio. Con il Progetto PIGBEN il CREA-ZA studia diete per suini a basso contenuto proteico e addizionate con acido benzoico ai fini della riduzione della liberazione di azoto ammoniacale e dalle deiezioni. I risultati del progetto, ancora in corso, hanno evidenziato l'efficacia dell'acido benzoico nel ridurre ulteriormente le emissioni ammoniacali quando aggiunto in diete a contenuto proteico standard o ridotto senza alterazione significativa, a causa della prolungata acidificazione delle urine, del metabolismo osseo degli animali.

Agro-biodiversità. In questo settore l'Italia riveste una posizione di assoluta preminenza, riconosciuta dalle "Raccomandazioni europee. L'Italia, infatti, da anni guida la UE verso il Target della strategia Farm to Fork che imporrebbe di destinare a biologico almeno il 25% dei terreni agricoli. Il CREA-ZA è estremamente attivo nel settore della zootecnia biologica sia fornendo assistenza ai competenti uffici del MIPAAF, sia impegnandosi in importanti progetti di ricerca. Nell'ambito del progetto PERILBIO è stato realizzato un pollaio sperimentale che può ospitare fino ad un massimo di 1500 polli da carne, totalmente automatizzato, dotato di un robot per il controllo degli animali e per il rilevamento dei dati ambientali e parchetti esterni. All'interno del pollaio sono stati allevati 900 polli Aviagen Savanna Nacked Neck alimentati con tre mangimi biologici: il controllo con quota proteica a base di soia e due inclusioni di farina di *Hermetia illucens* al 50% della soia e al 100% della soia. Non sono state registrate differenze significative tra i gruppi e tutti gli animali sono arrivati alla data di macellazione in ottimo stato di salute e benessere. Al contrario la qualità della carne è risultata migliorata nel gruppo allevato con il 100% di farina di insetto mostrando un elevato contenuto di acidi grassi saturi. Nel settore dell'avicoltura il CREA-ZA è impegnato in diversi progetti di natura sperimentale che includono valutazioni e analisi del benessere animale. Si studiano in particolare i rapporti tra i tipi genetici e l'adattabilità ai sistemi di allevamento estensivi e biologici, anche attraverso indici oggettivi di adattabilità (progetto TIPIBIO) e l'analisi dei comportamenti e dello stato di benessere degli animali. Il principale risultato del progetto TIPIBIO è l'elaborazione di un indice di attività che individua la capacità motoria delle linee genetiche di polli da carne. L'Indice di attività può essere considerato tra i criteri discriminanti per l'utilizzo di linee genetiche negli allevamenti biologici, richiamati dal Regolamento UE 848/2018. Per quanto riguarda l'acquacoltura biologica, è già stata installata in una baia dell'isola di Capraia una gabbia a mare di rame. Essa ha notevoli proprietà anti-fouling e antibatteriche e potrebbe costituire la scelta ottimale

per l'allevamento biologico (senza medicinali). La sperimentazione, in parallelo con identiche gabbie convenzionali a rete di plastica, hanno consentito, di valutare efficacia, durata e costi di gestione del nuovo prodotto. Nell'ambito dello studio di nuove specie di possibile interesse economico si segnala il progetto HOLOTHURIA, condotto in collaborazione con il MIPAAF e le Università di Bologna e di Roma Tor Vergata, volto ad indagare lo stato della risorsa (comunemente nota come cetriolo di mare) nelle acque costiere italiane e di approfondire le conoscenze sulla sua biologia e patrimonio genetico. Negli ultimi anni infatti l'echinoderma, poco noto perché storicamente ritenuto di scarso interesse, è stato oggetto di pesca da parte delle marinerie dell'estremo oriente al punto da spingere il MIPAAF ad ordinare il divieto di prelievo. Attraverso le analisi degli acidi grassi per identificare biomarker lipidici per il riconoscimento delle popolazioni e le analisi genetiche è stato possibile individuare le regioni con più marcatori specie-specifici e che contenessero polimorfismi intra-specie. Le regioni di maggiore interesse sono risultate essere le porzioni mitocondriali del gene citocromo ossidasi 1 (cox1) e della subunità ribosomiale maggiore (16S), che presentano variabilità nucleotidica intra- e interspecifica e per i quali è possibile riconoscere la specie di appartenenza e derivarne la popolazione intraspecifica. Tra i risultati del progetto europeo CORE ORGANIC POWER si segnala un manuale che mira ad aumentare la salute e il benessere dei suini biologici, riducendo al contempo l'impronta ambientale dei sistemi di allevamento. Altro progetto Core Organic ROAM-FREE, analizza la situazione di benessere e sanitaria (compresa di parassitosi) negli allevamenti biologici di suini allevati con altri animali. Nel settore della zootecnia biologica sono attive anche convenzioni con gruppi privati che hanno necessità di consulenza su diversi aspetti applicativi delle norme, in particolare per quanto riguarda l'alimentazione ed il controllo dei parassiti nei suini (Convenzione ABOCA) ma anche per lo sviluppo di una filiera produttiva di Formaggio Grana Padano a partire da latte prodotto con il metodo biologico (Convenzione FILBIO). Il progetto Parmigiano Reggiano Green Deal si prefigge di studiare la sostenibilità di pratiche come la somministrazione dell'erba fresca e il pascolo in ambito DOP. Il progetto CATTEDRE AMBULANTI 2.0 organizza formazione, accompagnamento e tutoraggio in aziende agricole per migliorare le produzioni delle filiere zootecniche del GAL Alto Molise sul PSR 2014-2020. Per quanto riguarda l'agro-biodiversità, i risultati dei progetti COLAUTOC, ACCASATA e STAVALESCO e BASC, incentrati sulla tutela e valorizzazione delle razze autoctone ovine e caprine del Mezzogiorno, hanno evidenziato che queste razze, grazie alla loro resilienza ai cambiamenti climatici e alla variabilità genetica, possono giocare un ruolo nelle aree interne, sia in termini di tutela dell'ambiente (uso delle risorse a pascolo magro), sia per la produzione di derivati (latte/formaggi e carne) caratterizzati da qualità nutrizionali specifiche dei sistemi semi-estensivi, in grado di valorizzare e/o attivare micro-filiere legate ai territori. Nell'ambito del progetto MIQUALAT è stato dimostrato come la razza Podolica allevata in estensivo produce un latte con un contenuto maggiore di molecole nutraceutiche con effetti benefici sulla salute umana, e tale risultato è importante per la sostenibilità ambientale ed economica delle zone rurali. Inoltre, all'interno della mandria di incrocio allevata in intensivo nella sede di Monterotondo sono state messe in evidenza differenze tra le razze (Pezzate Rosse, Meticce, Frisone) per i fenotipi studiati nel latte. Infine, la zootecnia di montagna, per mezzo del pascolamento, consente non solo di produrre alimenti di elevata qualità valorizzando risorse altrimenti poco utilizzabili, ma anche di fornire servizi per la comunità, come il mantenimento di un paesaggio fruibile, la conservazione della biodiversità, la protezione delle risorse suolo e acqua. L'introduzione di pratiche pascolamento e gestione basate anche su strumenti innovativi di zootecnia di precisione e di monitoraggio dei pascoli, rilevanti per la valorizzazione della biodiversità e della produzione, oggetto del progetto PASCOLANDO hanno evidenziato risultati molto interessanti sul comportamento degli animali in alpeggio in termini di percorrenze giornaliere medie e loro attività, anche in relazione alle condizioni ambientali. La composizione in acidi grassi e molecole volatili del latte risulta positivamente influenzata dall'alimentazione al pascolo. Inoltre, il contenuto di alcuni composti ha mostrato un legame con l'evoluzione della vegetazione durante i mesi estivi, candidandosi ad essere marker di prodotto d'alpeggio.

Economia circolare. Nell'ambito dell'acquacoltura e dell'economia circolare si inseriscono le attività di studio dell'utilizzo delle microalghe per la depurazione di reflui zootecnici e sottoprodotti dell'industria lattiero-casearia. Ciò consente di valorizzare le masse microalgali ottenute, da utilizzarsi in agricoltura quali ammendanti, fertilizzanti e biostimolanti, per la produzione di bioplastiche e biogas o quale fonte di metaboliti di interesse per la nutraceutica e per l'industria cosmetica e farmaceutica (progetto MIREAZOC). I risultati dei progetti SANSINUTRIFEED, INNOPROLATTE e MILK BIOACTINCAPS, hanno evidenziando che è possibile utilizzare, in maniera economicamente valida e sostenibile nell'allevamento ovicaprino e bovino, molti sottoprodotti dell'agroindustria (sanse, acque di vegetazione del frantoio, carciofo, scarti della lavorazione della lenticchia, ecc.). Essi possono concorrere alla produzione di mangimi a valenza nutraceutica e/o prodotti caseari innovativi, con duplice beneficio: in termini ambientali per il recupero di sottoprodotti e conseguente riduzione dei rifiuti, e in termini di salute umana e di benessere animale grazie ai loro contenuti di molecole bioattive. I risultati del progetto Formaggio Parmigiano GREEN DEAL che riguarda il confronto tra due tecniche di sfruttamento dei prati permanenti (pascolamento razionale dei prati e falciatura e trasporto in stalla dell'erba) nella zona di origine del Formaggi Parmigiano Reggiano (che come noto non ammette l'insilamento) hanno evidenziato, circa l'introduzione dell'erba verde nella razione, aspetti positivi per la qualità delle produzioni, la quantità di foraggio prodotta, il costo di gestione e le impronte ambientali dei due metodi. In ambito avicolo, gli studi hanno confermato la possibilità di sostituire parte della soia, che è una fonte proteica con un impatto ambientale molto alto, con gli insetti. L'altro limite da superare è il costo di produzione degli insetti, e con il progetto PERILBIO è stato indagato l'utilizzo di sottoprodotti agricoli per l'allevamento degli insetti. In accordo con i pilastri dell'economia circolare, si migliorerebbe la sostenibilità ambientale, verrebbe promossa l'innovazione tecnologica e si ridurrebbero gli input esterni.
Nell'ambito del progetto CAPRINI ERBOSI, si sta valutando l'utilizzo innovativo del siero di latte caprino per la produzione prototipale di tre linee di cosmetici e l'utilizzo della flora officinale e spontanea per la produzione di olio essenziale finalizzata alla produzione di formaggi innovativi.

Relativamente ai **cambiamenti climatici**, una grande importanza hanno gli studi per l'aumento della resilienza delle colture foraggere. Negli ultimi anni la ricerca del CREA-ZA su colture proteiche da granella (pisello, soia, lupino) e leguminose foraggere si è sempre più focalizzata sul miglioramento genetico della tolleranza alla siccità, in un'ottica di adattamento di queste colture ai previsti scenari determinati dal cambiamento climatico. Questo obiettivo è stato perseguito sia attraverso l'uso di ampie piattaforme di fenotipizzazione con livelli controllati di stress idrico che rappresentano un unicum nell'ambito delle strutture CREA, sia con valutazioni di campo in ambienti del Nord Africa nell'ambito di vari progetti internazionali. I principali risultati sono riportati di seguito: Progetto INVITE: Sviluppo e dimostrazione operativa su erba medica dell'efficacia di una piattaforma fenotipica per valutare il valore agronomico (VCU) e la stabilità produttiva di varietà candidate di specie foraggere. La piattaforma, completa di copertura mobile e micro-irrigatori, include otto ambienti generati dalla combinazione di due livelli di stress idrico (elevato e modesto), due tipi di suolo (argilloso o sabbio-limoso), e coltura in purezza o in consociazione. Progetto CAMA: Sviluppo di modelli di selezione genomica per erba medica e pisello per regioni specifiche soggette a forte stress idrico (Italia meridionale, Marocco, Algeria), e loro applicazione per lo sviluppo di nuove varietà che sono in corso di valutazione nelle tre regioni. Progetto GENLEG: Sviluppo di modelli di selezione genomica per resa e caratteri qualitativi di erba medica e pisello per ambienti del centro-nord Italia, e loro applicazione per lo sviluppo di nuove varietà che sono in corso di valutazione. Progetto DIVERSILIENCE: Inizio di un processo di co-sviluppo con agricoltori di sistemi colturali innovativi basati sulla consociazione tra leguminose (lupino, soia, fagiolo dall'occhio) e cereali (autunno-vernini o primaverili). Progetto DIVINFOOD: Inizio di un processo partecipativo di sviluppo di nuove filiere agri-food di leguminose da granella (lupino, pisello), inclusivi di sviluppo varietale di tipo ecologico-evolutivo o molecolare per specifiche condizioni di coltivazione

(consociazione; ambienti biologici) e destinazioni d'uso. Progetto CERESO: Realizzazione e validazione della piattaforma modulare attraverso l'uso di sensori per il monitoraggio del suolo e della pianta. Progetto LUCAN CEREALS: Dimostrazione e calibrazione di tecnologie geofisiche ad alta risoluzione in cerealicoltura. Sono stati effettuati, inoltre studi, per la determinazione di fattori agro-ambientali rilevanti per la sindrome di sterilità dei baccelli in soia e per la riduzione della sindrome mediante interventi agronomici. In particolare, lo studio ha contribuito a chiarire la relazione tra entità della sindrome ed epoca di semina (connessa al livello di alte temperature alla fioritura) da una parte, e interventi di controllo della presenza di cimice asiatica sulla coltura, dall'altra (progetto AGRIHUB). L'esigenza di materiali vegetali migliorati per la capacità di degradazione/assorbimento del fosforo organico presente nei fertilizzanti rinnovabili è stata affrontata studiando la variabilità genetica e funzionale di geni candidati implicati in questo processo in mais ed erba medica. La canapa può aumentare la sostenibilità ambientale della zootecnia perché mantiene la fertilità agronomica dei suoli, essendo una coltura rinettante con limitate esigenze irrigue e di fertilizzanti. Con il progetto CANAPRO sono state individuate i varietà idonee per l'ambiente lombardo al fine di produrre semi da utilizzare per l'alimentazione animale dopo l'estrazione dell'olio. È stato svolto anche lo studio della componente in lignani di olio, semi e panello, ottenendo risultati molto interessanti, in corso di approfondimento. Nell'ambito dell'Italian Goat Consortium uno studio genomico su 33 razze autoctone caprine localizzate sull'intero territorio (di cui alcune allevate presso la sede di bella) ha dimostrato l'importanza del mantenimento della diversità genetica nella potenziale capacità di adattamento ai cambiamenti climatici futuri.

Riduzione dell'uso di antibiotici e fitofarmaci: questa tematica è stata oggetto di studio nell'ambito di diverse convenzioni con ANAPRI e Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno attraverso la piattaforma citofluorimetrica in dotazione al CREA-ZA. Questa tecnologia ha consentito la caratterizzazione e la valutazione funzionale della risposta immunitaria innata a stressori di tipo infettivo e non infettivo. Ha consentito, inoltre, l'identificazione precoce di stati infiammatori della mammella e si sta rivelando sempre più un prezioso supporto nell'individuazione di marker precoci di infiammazione e, in prospettiva, di animali più resilienti, e quindi con minori necessità terapeutiche. E' stato possibile identificare diversi fenotipi citofluorimetrici di immunoglobuline presenti sui linfociti, e per alcuni di essi è stato possibile identificarne la base genetica. Infatti, numerosi studi di sequenziamento genico sono ancora in corso per l'identificazione di sequenza aplotipiche che sembrano essere coinvolte nella risposta immunitaria e nella resistenza alle malattie. Entro il progetto internazionale GPLUSE numerosi studi di genomica e di transcrittomica hanno permesso l'identificazione di network di geni associati, e in alcuni casi anche il calcolo dell'indice di selezione genomica, con la mastite, con infezioni uterine e dismatabolie post-partum. Entro il progetto MIQUALAT studi preliminari di applicazione della tecnologia NMR hanno permesso l'associazione di alcuni metaboliti alla mastite. Ancora, nei progetti "Ctrl-C-Mast" e "PLFNoDrug", sono state affrontate le ricadute positive della digitalizzazione per la salute delle mammelle e la conseguente riduzione dell'uso di antibiotici per prevenire il problema della antibiotico-resistenza. Le azioni informative realizzate hanno, invece, diffuso i primi risultati ottenuti nel corso delle attività pratiche e trasferito conoscenze per la corretta interpretazione e la massima valorizzazione del potenziale sinergico delle informazioni provenienti sia dalle più recenti e innovative tecnologie disponibili nelle aziende con robot di mungitura che dalle analisi di laboratorio (controlli funzionali e ricerca dei patogeni), per prevenire e individuare precocemente l'insorgenza delle patologie mammarie e supportare gli allevatori nel percorso di razionalizzazione dell'impiego degli antimicrobici nelle bovine da latte. È stata studiata l'individuazione e la caratterizzazione di composti naturali e microorganismi per la difesa e, in campo vegetale, è stato studiato il priming di colture biologiche mediterranee allo scopo di rispondere al crescente fabbisogno della sostituzione/riduzione di fitofarmaci di sintesi nella difesa delle colture agricole con composti di origine naturale a basso impatto ambientale noti per le loro attività biocide e/o biostimolanti (progetto BIOPRIME). Questo progetto si situa "a cavallo" delle aree "Produzioni biologiche" e "Riduzione dell'uso di antibiotici e fitofarmaci".

Produzione di energia rinnovabile: nel progetto AGROENER è stato effettuato con successo il perfezionamento e la messa a punto del prototipo di digestore a doppio stadio per la produzione di biogas e bioidrogeno a partire da reflui di allevamento e di caseificio. Nei laboratori del CREA-ZA di Monterotondo sono state effettuate diverse prove di codigestione di scotta e liquami e scarti di pomodoro e liquami, per valutare la fattibilità e l'efficienza della codigestione di questi sottoprodotti per la produzione di biogas (idrogeno o metano). Per ottimizzare le condizioni di processo sono stati studiati: la temperatura di processo, il substrato impiegato, la natura dell'inoculo ed alcuni pretrattamenti. I risultati hanno evidenziato potenzialità di notevole interesse per il recupero degli scarti agro-zootecnici in codigestione con i liquami bufalini per la produzione di biogas, sottolineando, altresì, la sinergia che si può ottenere impiegando un rapporto inoculo/substrato ottimale. Il livello di pH, la concentrazione dei solidi volatili e la temperatura appaiono dei fattori chiave per i processi fermentativi. Nell'ambito dello studio dell'espressione genica di enzimi attivi nelle varie fasi del processo fermentativo mediante RT-qPCR (idrogenasi, metil coenzima-M reduttasi) risultati interessanti sono stati ottenuti nei processi fermentativi che hanno utilizzato liquame bufalino e scotta in cui è stato possibile correlare l'attività enzimatica di hydA con le produzioni di bioidrogeno.

Zootecnia di precisione: assieme alle applicazioni delle scienze-omiche, la zootecnia di precisione (precision livestock farming, PLF) costituisce forse la frontiera più avanzata nel campo delle nuove tecnologie nel settore dell'allevamento e consente il rilievo di un numero di fenotipi che possono essere inclusi negli obiettivi di selezione. Infatti, per riuscire ad associare una particolare funzione a una specifica regione genomica è necessario avere a disposizione quanti più possibili fenotipi "fini" misurati sugli animali". La zootecnia di precisione ha il potenziale di modificare profondamente l'attività quotidiana degli allevatori, in particolar modo di chi alleva bovine da latte. L'aumento della dimensione media delle stalle, il generale ricorso a salariati, lo straordinario aumento delle produzioni grazie al miglioramento genetico, ottenuto talvolta al prezzo di una diminuita resilienza degli animali, hanno creato le condizioni per l'aumento della domanda di sistemi di monitoraggio e anche di supporto alle decisioni. Il peggioramento della fertilità e l'aumento dell'incidenza delle patologie del periparto nelle bovine da latte ad alta produzione risultano tra le problematiche più urgenti e attuali da affrontare nell'allevamento bovino intensivo, in quanto sono la principale causa dell'uso eccessivo di farmaci e ormoni e di perdite economiche per l'impresa zootecnica. I progetti AGRIDIGIT-PLF4Milk, LATTE DIGITALE, PLFNODRUG hanno consentito di fornire all'allevatore liste di attenzione affidabili per l'individuazione di stati di sofferenza e supporto decisionale per le operazioni legate alla gestione della riproduzione. Le innovazioni proposte dalle imprese fornitrici del settore zootecnico sono in forte evoluzione, ma spesso c'è bisogno di testare l'inserimento dei loro prodotti nei cicli produttivi aziendali attività effettuata e in corso di completamento con il progetto LATTE DIGITALE. Dalla organizzazione del sistema di controllo in corso in un'azienda sperimentale del Centro (azienda Baroncina di Lodi) ai fini della digitalizzazione della gestione delle informazioni, è stato possibile impostare un sistema di controllo statistico di processo con impiego di specifiche carte di controllo (progetto AGRIDIGIT, sottoprogetto PLF4Milk). Latte Digitale ha consentito un'azione mirata di integrazione dei dati aziendali in tre allevamenti che hanno effettuato differenti scelte in termini di digitalizzazione (dalla gestione della vitella all'alimentazione e mungitura della bovina adulta). Le tecniche dell'agricoltura digitale possono essere utilmente applicate alla produzione di mais trinciato e foraggi in generale ed alla gestione agronomica dei reflui zootecnici per aumentarne la sostenibilità ambientale (attività testata nell'ambito del progetto AGROENER). È stato sviluppato un database WebGis per la gestione di un sistema di supporto alle decisioni relativo distribuzione a rateo variabile dei reflui zootecnici e dei fertilizzanti rinnovabili da essi derivati basata su mappatura geolettrica del suolo, mappe di resa e di vigore vegetativo (progetti CONSENSI e BIOMASS). Inoltre, sono state utilizzate tecniche di analisi innovative (quali Supporting Vector Machines, Machine Learning e Reti Neurali) per la interpretazione e gestione dei dati derivanti dalle mappature geolettriche e di vigore vegetativo da drone e satellite per le colture foraggere ed i pascoli (progetti CONSENSI e PASCOLANDO). Nell'ambito del progetto AGRIDIGIT, sottoprogetto PLF4Milk,

sono stati effettuati anche rilevamenti zootecnici nell'allevamento del bufalo mediante l'adozione di tecnologie innovative di video imaging, accoppiate ad accelerometri e trasponder, per l'individuazione della pubertà e dei calori. L'ottimizzazione della gestione riproduttiva consentirebbe di escludere l'uso di ormoni per la sincronizzazione dei calori. Oltre a ciò, i dati provenienti dai sensori per la gestione di nutrizione, fertilità e salute, integrati con quelli climatologici e con quelli biochimici sembrano individuare elementi critici o caratteristici per l'allevamento e per il benessere della bufala in lattazione, con particolare riferimento ai cambiamenti climatici e agli stress termici.
Sistemi colturali non-food innovativi. Con il progetto PON COMETA è stato messo a punto un protocollo innovativo di stima della biomassa ipogea nel cardo attraverso l'uso di tecnologie geofisiche ad alta risoluzione. Nel settore dell'acquacoltura il CREA-ZA con il progetto PERILBIO sul tema della digitalizzazione dei dati e dell'ottimizzazione aziendale, è in corso l'utilizzo sperimentale di sensori in situ e in remote sensing per il monitoraggio continuo dei parametri ambientali negli allevamenti, anche quelli in gabbie a mare. Tale linea di ricerca proseguirà al fine di aumentare la capacità di elaborazione e interpretazione in tempo reale di informazioni (dati e immagini) anche sullo stato dei pesci negli impianti sia in mare che terra delle specie ittiche allevate. Il tutto al fine di garantire il benessere dei pesci allevati e la riduzione degli sprechi, soprattutto alimentari.

V Progettualità 2023

Le principali tematiche di ricerca del CREA-ZA riguardano:
produzioni zootecniche in generale: l'obiettivo per il 2023 e gli anni futuri è quello di raggiungere una intensificazione sostenibile, sotto il triplice aspetto economico, ambientale e sociale. Questo implica uno sforzo teso alla riduzione degli impatti ambientali in termini di effluenti e di emissioni e, contemporaneamente, al miglioramento dell'accettabilità sociale soprattutto per il benessere animale da parte dei fruitori finali. La riduzione dell'impatto ambientale può essere perseguita sia migliorando l'efficienza degli animali allevati in modo da ridurre l'impatto per unità di prodotto, sia perfezionando le tecniche di allevamento (zootecnia di precisione, gestione dei reflui per la produzione di biogas, utilizzo del digestato, messa a punto di idonee razioni alimentari tese alla riduzione di metano enterico e dell'escrezione azotata). Il miglioramento del benessere animale può essere perseguito sia aumentando la resilienza degli animali allevati (riduzione dell'uso del farmaco e degli antibiotici, contrasto all'insorgenza dell'antimicrobico resistenza), sia perfezionando gli ambienti e la gestione degli animali. Un ruolo fondamentale svolgono le tecnologie informatiche che oltre a gestire l'allevamento in generale, dovranno consentire di ottimizzare e segnalare situazioni anomale agli operatori del settore. **Divulgazione:** pubblicazioni e attività di training e collaudo presso le aziende zootecniche.
Qualità dei prodotti: nutrizionale, organolettica, culturale: il CREA-ZA sarà impegnato, con numerosi progetti, nella valorizzazione e qualificazione del latte e dei prodotti caseari. Particolare attenzione sarà riservata alle innovazioni di processo per ridurre gli scarti e aumentare la conservabilità dei prodotti mantenendo la sicurezza igienica e le qualità nutrizionale e sensoriale con la valorizzazione della biodiversità microbica e il miglioramento della qualità nutrizionale e dell'immagine salutistica del latte per i suoi contenuti in molecole ad azione prebiotica e protettiva**.** La ricerca sui prodotti di origine animale, in futuro, deve approfondire e cercare di capire se veramente la carne rossa, oggetto di sempre maggiori attenzioni negative, sia davvero dannosa per la salute umana e, per i prodotti lattiero-caseari, individuare le cause del continuo declino nel consumo di latte alimentare. Grazie alla presenza della porcilaia sperimentale il CREA-ZA avrà possibilità di sperimentale per aziende private direttamente o attraverso progetti finanziati differenti tipologie di alimentazione atte a migliorare le condizioni sanitarie dei suini. **Divulgazione:** pubblicazioni e attività di training e trasferimento delle innovazioni agli addetti al settore lattiero-caseario, giornate divulgative e seminari.
Miglioramento genetico nelle specie animali: le linee di ricerca riguarderanno lo studio di pattern genomici di alcune razze ovi-caprine, bovine ed equine per la corretta gestione e recupero di popolazioni autoctone a limitata diffusione e l'applicazione delle scienze "omiche" per il miglioramento produttivo, riproduttivo e funzionale delle popolazioni zootecniche. Inoltre, lo studio congiunto di dati genomici e nuovi fenotipi ottenuto mediante l'uso di moderne tecnologie di PLF permetterà di indagare il determinismo genetico-molecolare associato ai caratteri di maggiori interesse con impatto sulla

sostenibilità socio-economico-ambientale. In particolare, il progetto MIQUALAT ha prodotto risultati interessanti per i fenotipi studiati nel latte e risultati genetici preliminari sono stati ottenuti sia su geni candidati che sul genoma (SNP chip) che transcrittoma (RNA-seq) per varianti alleliche associate ad essi. Le attività future saranno indirizzate ad indagini più mirate al fine di individuare regioni genomiche utili ai fini selettivi per ottenere un latte naturalmente arricchito di sostanze nutraceutiche benefiche per la salute umana. Nell'ambito del PNRR MUR – M4C2 – Investimento 1.4 – Programma di Ricerca dal titolo "Centro Nazionale di Ricerca per le tecnologie dall'Agricoltura – Agritech" – DM 1021 del 17/6/2022. Durata triennale (2022-2025) le attività di ricerca saranno indirizzate nell'ambito dello SPOKE 1 (Plant, animal and microbial genetic resources: mining for resilience), Work package number 1.1, T 1.1.3. – Germoplasm storage and management.
Divulgazione: pubblicazioni e giornate divulgative e seminari

Miglioramento genetico delle specie foraggere e proteiche: le principali attività riguarderanno la selezione genomica con la valutazione di selezioni genomiche e loro confronto in termini di progresso selettivo rispetto a selezioni fenotipiche, per resa e caratteristiche qualitative nel centro-Italia e resa in Paesi mediterranei e/o con forte stress idrico di erba medica e pisello, e adattamento alla consociazione con cereali in pisello; studi genetici e sviluppo di modelli di selezione genomica per tolleranza alla siccità in soia e per resa in ambienti padani, tolleranza alle basse temperature e basso tenore di alcaloidi in lupino bianco; nuove procedure di fenotipizzazione per la verifica in base a risultati di campo della piattaforma fenotipica messa a punto nel progetto INVITE; messa a punto di una nuova piattaforma per la valutazione della tolleranza alle basse temperature in lupino e pisello; popolazioni evolutive di colture autogame: confronto di popolazioni vs. linee pure di pisello; miglioramento genetico partecipativo attraverso il confronto tra linee di pisello selezionate in presenza e in assenza di selezione partecipativa, e valore di predizioni genomiche delle preferenze varietali degli agricoltori, in pisello; valutazione partecipativa di nuove linee di lupino bianco; co-sviluppo con agricoltori e test partecipativo di modelli varietali di soia e fagiolo dall'occhio adatti alla consociazione con cereali estivi. Le attività di selezione in corso su erba medica, pisello, lupino bianco, soia e favino utilizzano tecniche attualmente accettabili per sistemi sia convenzionali che biologici, non ricorrendo a processi di genome editing né a creazione di materiali GM;
Divulgazione e impatto delle novità vegetali: le nuove varietà in corso di iscrizione o appena iscritte sono presentate a ditte sementiere potenzialmente interessate ad esserne licenziatarie attraverso incontri periodici, uno dei quali è previsto nel 2023. Per le specie autogame la selezione di varietà candidate si basa anche su valutazioni di accettabilità da parte di stakeholders. Pubblicazioni tecniche occasionali riassumono le caratteristiche delle novità vegetali iscritte recentemente al registro varietale.
Zootecnia biologica: le principali attività riguarderanno sia l'assistenza tecnica ai competenti uffici del Mipaaf e sia progetti di ricerca mirati a ridurre l'impatto ambientale e la tracciabilità delle produzioni. Altre attività riguarderanno azioni di informazione e dimostrazione per migliorare la resilienza dei sistemi produttivi, l'autoapprovvigionamento delle materie prime e la circolarità aziendale.
Divulgazione: pubblicazioni, seminari e workshop.
Acquacoltura: nel corso del 2023, nel settore dell'acquacoltura particolare rilevanza sarà data al filone di ricerca riguardante lo sviluppo dell'acquacoltura di precisione, mediante l'ottimizzazione di algoritmi di intelligenza artificiale in grado di fornire stime accurate delle biomasse ittiche all'interno di vari sistemi di allevamento per il monitoraggio continuo della crescita ed il calcolo del fabbisogno alimentare, al fine di ridurre gli sprechi di mangime e di salvaguardare il benessere animale. Inoltre, sarà sviluppato il tema della risposta immunitaria dei pesci in allevamento a seguito della somministrazione di mangimi con ingredienti funzionali/immunostimolanti, nell'ottica della riduzione dell'utilizzo di antibiotici in acquacoltura. La valutazione degli impatti ambientali delle attività di acquacoltura attraverso l'approccio del Life Cycle Assessment, messo a punto per la mitilicoltura, sarà esteso all'intera gamma degli allevamenti nazionali, dalla venericoltura alla piscicoltura, in stretta collaborazione con le imprese del settore. Proseguirà l'attività capillare di monitoraggio sul territorio delle produzioni di acquacoltura, ai sensi del Reg. (CE) 762/2008, che permetterà di identificare punti di forza e debolezza e fornire, di conseguenza, indicazioni per adeguare le politiche di settore. **Divulgazione:** il continuo scambio tra operatori del settore e ricercatori permetterà di proseguire nel solco del lavoro sinora svolto, mettendo a disposizione degli stakeholders risultati e prodotti della ricerca (attraverso incontri dedicati, pubblicazioni scientifiche e manuali divulgativi) in linea con le esigenze di questi ultimi.

Piani Strategici della PAC

Per il periodo 2023-2027, la politica agricola comune (PAC) si baserà su dieci obiettivi chiave. Incentrati su aspetti sociali, ambientali ed economici, questi obiettivi costituiranno la base su cui i paesi dell'UE elaboreranno i loro piani strategici della PAC.

Gli obiettivi sono:

· garantire un reddito equo agli agricoltori; aumentare la competitività; migliorare la posizione degli agricoltori nella filiera alimentare; agire per contrastare i cambiamenti climatici; tutelare l'ambiente salvaguardare il paesaggio e la biodiversità; sostenere il ricambio generazionale; sviluppare aree rurali dinamiche; proteggere la qualità dell'alimentazione e della salute; promuovere le conoscenze e l'innovazione.

Nell'ambito delle proprie competenze, il contributo del Centro Zootecnia e Acquacoltura al Piano triennale 2021-2023 già in sostanza affrontava gli obiettivi specifici, e ancor più precisamente i temi relativi alla sostenibilità delle produzioni evidenziati dal documento COM (2020) 846. Considerando l'obiettivo chiave di aumentare la competitività delle aziende agricole nel medio e nel lungo periodo, molti dei progetti di ricerca del CREA-ZA, in essere, sono coerenti con l'applicazione della digitalizzazione e dell'agricoltura di precisione (Progetti: CONSENSI, LATTE DIGITALE; AGRIDIGIT, PLFNODRUG). I progetti ROAM FREE, LIFE CARBON FARMING, CLIMATE FARM DEMO del CREA-ZA perseguono l'obiettivo di contribuire all'attenuazione dei cambiamenti climatici, anche attraverso la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra e il miglioramento del sequestro del carbonio, nonché promuovere l'energia sostenibile. Per quanto riguarda l'obiettivo chiave della salvaguardia del paesaggio e della biodiversità il CREA-ZA apporterà il proprio contributo con i progetti CAMA e GREEN DEAL. Per rispondere alle esigenze della società in materia di alimentazione e salute, compresi alimenti di alta qualità, sani e nutrienti prodotti in modo sostenibile, ridurre gli sprechi alimentari nonché migliorare il benessere degli animali e contrastare le resistenze antimicrobiche, il CREA-ZA contribuirà a raggiungere tale obiettivo nell'ambito dei progetti GENLEG, DIVERSILIENCE, DIVINFOOD, LIVESEEDING, INTERCROPVALUES, INVITE, CAPRINI ERBOSI, INNOFISHFARM, CONNECTFARM, BIOPRIME, ecc. Il sostegno allo scambio di conoscenze, alla formazione, alla consulenza e all'innovazione è fondamentale per garantire un'agricoltura, una silvicoltura e zone rurali intelligenti e sostenibili. Uno degli obiettivi chiave della nuova P.A.C. mira a modernizzare l'agricoltura rafforzando la collaborazione e la condivisione delle conoscenze e migliorando la formazione in ambito agricolo.

Piano triennale di fabbisogno del personale 2023 – 2025

Premessa

Il Piano di Fabbisogno del personale dell'Ente per gli anni 2023-2025 è predisposto tenendo conto della normativa vigente in materia, così come innovata dalle disposizioni introdotte dal **D.lgs. n. 218/2016** "Semplificazione delle attività degli enti pubblici di ricerca ai sensi dell'articolo 13 della legge 7 agosto 2015, n. 124" e tenendo conto di quanto disposto **dal D.lgs. 25 maggio 2017, n. 75** "Modifiche e integrazioni al decreto legislativo 30 marzo 2001, n. 165, ai sensi degli articoli 16, commi 1, lettera a), e 2, lettere b), c), d) ed e) e 17, comma 1, lettere a), c), e), f), g), h), l) m), n), o), q), r), s) e z), della legge 7 agosto 2015, n. 124, in materia di riorganizzazione delle amministrazioni pubbliche".

Riferimenti normativi

L'art. 7 del D.lgs. n. 218/2016 prevede che "*1. **Gli Enti**, nell'ambito della loro autonomia, in conformità con le linee guida enunciate nel Programma Nazionale della Ricerca di cui all'articolo 1, comma 2, del decreto legislativo 5 giugno 1998, n. 204, tenuto conto delle linee di indirizzo del Ministro vigilante e dei compiti e delle responsabilità previsti dalla normativa vigente, ai fini della pianificazione operativa, **adottano un Piano Triennale di Attività, aggiornato annualmente, con il quale determinano anche la consistenza e le variazioni dell'organico e del piano di fabbisogno del personale**.*

…omissis…

*3. Nell'ambito dell'autonomia loro riconosciuta, e coerentemente con i rispettivi Piani Triennali di Attività, **gli Enti determinano la consistenza e le variazioni dell'organico e del piano di fabbisogno del personale, nel rispetto dei limiti derivanti dalla legislazione vigente in materia di spesa per il personale**".*

Il successivo articolo 9 *"Fabbisogno, budget e spese di personale"* prevede che *"**Gli Enti**, nell'ambito della rispettiva autonomia, tenuto conto dell'effettivo fabbisogno di personale al fine del migliore funzionamento delle attività e dei servizi e compatibilmente con l'esigenza di assicurare la sostenibilità della spesa di personale e gli equilibri di bilancio, nel rispetto dei limiti massimi di tale tipologia di spesa, **definiscono la programmazione per il reclutamento del personale nei Piani Triennali di Attività** di cui all'articolo 7".*

Il comma 2 del medesimo articolo prevede che **l'indicatore del limite massimo alle spese di personale sia calcolato rapportando le spese complessive per il personale di competenza dell'anno di riferimento alla media delle entrate complessive dell'Ente come risultante dai bilanci consuntivi dell'ultimo triennio**.

Negli Enti di ricerca, la possibilità di assunzione è sostenibile qualora tale rapporto non superi l'80 per cento e comunque fino a concorrenza di tale percentuale.

Il calcolo delle spese complessive del personale è dato dalla somma algebrica delle spese di competenza dell'anno di riferimento, comprensive degli oneri a carico dell'amministrazione, al netto di quelle sostenute per personale con contratto a tempo determinato la cui copertura sia stata assicurata da finanziamenti esterni di soggetti pubblici o privati.

L'Art. 9 comma 6 del medesimo decreto stabilisce che in riferimento al comma 2 "*si applicano i seguenti criteri:*

a) gli Enti che, alla data del 31 dicembre dell'anno precedente a quello di riferimento riportano un rapporto delle spese di personale pari o superiore all'80 per cento, non possono procedere all'assunzione di personale;

b) gli Enti che, alla data del 31 dicembre dell'anno precedente a quello di riferimento riportano un rapporto delle spese di personale inferiore all'80 per cento possono procedere all'assunzione di personale con oneri a carico del proprio bilancio per una spesa media annua pari a non più del margine a disposizione rispetto al limite dell'80 per cento;

c) ai fini di cui alle lettere a) e b) e del monitoraggio previsto al comma 3 del presente articolo, per ciascuna qualifica di personale assunto dagli Enti, è definito dal Ministro vigilante un costo medio annuo prendendo come riferimento il costo medio della qualifica del dirigente di ricerca".

Personale in servizio

Il CREA si avvale delle tipologie di personale individuate nei profili descritti dal CCNL del comparto istruzione e ricerca per le diverse aree: scientifica (ricercatori e tecnologi), tecnica (collaboratori tecnici, operatori tecnici) e amministrativa (tecnologi, funzionari, collaboratori di amministrazione, operatori di amministrazione).

Al 1° ottobre 2022 il CREA conta n. 1.799 (di cui 1.798 unità relative al comparto Istruzione e Ricerca e n. 1 unità non relative al comparto ricerca).

Nella tabella seguente è riportato il numero di dipendenti in servizio suddiviso per area professionale e struttura organizzativa.

CENTRI DI RICERCA E AMMINISTRAZIONE CENTRALE	RICERCATORE LIVELLO I-III	TECNOLOGO LIVELLO I-III	TECNICO LIVELLO IV-VIII	DIRIGENZA	AMMIN.VO LIVELLO V-VIII	TOTALE
Agricoltura e ambiente	60	14	52		27	**153**
Alimenti e nutrizione	54	6	37		22	**119**
Cerealicoltura e colture industriali	39	9	55		17	**120**
Difesa e certificazione	49	25	131		43	**248**
Foreste e legno	24	8	32		16	**80**
Genomica e bioinformatica	35	1	11		6	**53**
Ingegneria e trasformazioni agroalimentari	49	7	45		17	**118**
Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura	46	6	55		33	**140**
Orticoltura e florovivaismo	34	2	36		17	**89**
Politiche e bioeconomia	64	99	67		43	**273**
Viticoltura ed enologia	44	15	40		26	**125**
Zootecnia e acquacoltura	46	11	58		28	**143**
Amministrazione Centrale	2	26	26	11	73	**138**
Totale complessivo	**546**	**229**	**645**	**11**	**368**	**1.799**

Il costo complessivo del personale per il 2022 è stimato, alla data del 5 ottobre 2022, in euro 129.394.986,03, di cui euro 615.616,50 riguardante spese ed oneri per gli organi istituzionali.

Previsione del personale che cesserà entro il 2022 e nel triennio 2023-2025

L'individuazione delle figure professionali che si prevede di poter assumere, tiene conto oltre che dalle strategie dell'Ente in tema di reclutamento del personale anche del turn over di personale, come rappresentato nella tabella che segue, in cui è riportata la previsione del numero di dipendenti che cesserà nel entro la fine del 2022 e nel corso del triennio 2023-2025, suddiviso per area professionale e struttura organizzativa.

CENTRI DI RICERCA E AMMINISTRAZIONE CENTRALE	RICERCATORE LIVELLO I-III	TECNOLOGO LIVELLO I-III	TECNICO LIVELLO IV-VIII	DIRIGENZA	AMMIN.VO LIVELLO V-VIII	TOTALE
Agricoltura e ambiente	3	2	2		4	**11**
Alimenti e nutrizione	6	1	3		3	**13**
Cerealicoltura e colture industriali	4	1	7		2	**14**
Difesa e certificazione	1	5	10		4	**20**
Foreste e legno	1	1	4		1	**7**
Genomica e bioinformatica	3	1	1			**5**
Ingegneria e trasformazioni agroalimentari	4	1	1			**6**
Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura	2		6		3	**11**
Orticoltura e florovivaismo	4	1	2		1	**8**
Politiche e bioeconomia	7	3	2		1	**13**
Viticoltura ed enologia	1	3	2		3	**9**
Zootecnia e acquacoltura	11		5		1	**17**
Amministrazione Centrale	1		1		1	**3**
Totale complessivo	**48**	**19**	**46**	**0**	**24**	**137**

Limite di spesa

Sulla base di quanto previsto dal D.lgs. 25/11/2016, n. 218, la previsione del limite di spesa per gli anni 2023-2025 è indicata nelle tabelle seguenti.

Limite di spesa del personale anno 2023

ANNO	ENTRATE COMPLESSIVE RISULTANTI DAI BILANCI CONSUNTIVI	MEDIA ENTRATE TRIENNIO	LIMITE DI SPESA DEL PERSONALE ANNO 2023 (80% DELLA MEDIA DELLE ENTRATE DEL TRIENNIO)
2020	€ 171.831.521,07	€ 175.868.295,79	€ **140.694.636,63**
2021	€ 179.755.256,08		
2022 (previsione)	€ 176.018.110,23		

Limite di spesa del personale anno 2024

ANNO	ENTRATE COMPLESSIVE RISULTANTI DAI BILANCI CONSUNTIVI	MEDIA ENTRATE TRIENNIO	LIMITE DI SPESA DEL PERSONALE ANNO 2024 (80% DELLA MEDIA DELLE ENTRATE DEL TRIENNIO)
2021	€ 179.755.256,08	€ 176.471.144,18	€ **141.176.915,34**
2022 (previsione)	€ 176.018.110,23		
2023 (previsione)	€ 173.640.066,23		

Limite di spesa del personale anno 2025

ANNO	ENTRATE COMPLESSIVE RISULTANTI DAI BILANCI CONSUNTIVI	MEDIA ENTRATE TRIENNIO	LIMITE DI SPESA DEL PERSONALE ANNO 2025 (80% DELLA MEDIA DELLE ENTRATE DEL TRIENNIO)
2022 (previsione)	€ 176.018.110,23	€ 174.827.795,56	€ **139.862.236,45**
2023 (previsione)	€ 173.640.066,23		
2024 (previsione)	€ 174.825.210,23		

Gli importi riferiti agli anni 2022, 2023 e 2024 si riferiscono a dati presunti delle Entrate rilevati alla data del 4 ottobre 2022.

Fabbisogno di personale e valorizzazione del personale dell'Ente

Le strategie dell'Ente in tema di reclutamento del personale sono coerenti con le linee di attività individuate nel Piano triennale di attività.

Con il piano triennale del piano di fabbisogno 2023-2025 si intende provvedere al completamento delle assunzioni già previste nel PTFP 2022-2024, nonché allo sviluppo di carriera del personale in servizio.

Completamento assunzioni previste nel Piano triennale di fabbisogno del personale 2022-2024

Nel corso del 2023 è previsto il completamento dell'assunzione di n. 7 unità nel profilo di Funzionario di amministrazione, livello V e n. 9 unità nel profilo di Tecnologo, livello III (area informatica). Inoltre, si procederà all'assunzione di un dirigente di prima fascia (profilo scientifico), già previsto nel Piano 2022-2024, per il quale l'Ente era in attesa dell'approvazione del nuovo Regolamento di Organizzazione e funzionamento, dopo la modifica statutaria già operata.

Completamento procedure assunzionali del 2022 da effettuarsi nel 2023

PROFILI PROFESSIONALI	UNITA'	COSTO UNITARIO ANNUO LORDO (al netto del trattamento accessorio e comprensivo di oneri)	PREVISIONE COSTO 2023	PREVISIONE COSTO COMPLESSIVO ANNUO A REGIME
Funzionario di amministrazione, livello V – dal 1/9/2023	7	€ 39.156,90	€ 91.366,10	€ 274.098,30
Tecnologo, livello III Fascia I - dal 1/10/2023	9	€ 59.189,59	€ 133.176,58	€ 532.706,31
Dirigente di prima fascia - profilo scientifico – dal 1/3/2023	1	€ 289.389,33	€ 241.157,78	€ 295.507,53
TOTALE	**17**		€ 465.700,46	€ 1.102.312,14

Nuove assunzioni

Oltre alle predette 17 unità che non sono state assunte nel 2022, nell'anno 2023 si procederà all'assunzione di ulteriori **67** unità di personale non dirigenziale, il cui fabbisogno è stato definito a seguito di attenta valutazione delle reali necessità da parte dei Centri di ricerca del CREA. La spesa prevista per il 2023 è di circa € 790.000, che a regime dal 2024 ammonterà a 2,542 milioni di euro.

Nel prospetto seguente è indicato il numero di unità che si prevede di assumere per ciascun Centro, distinto per profilo professionale e livello.

CENTRI DI RICERCA E AMMINISTRAZIONE CENTRALE	ricercatore	tecnologo	funzionario	collaboratore tecnico	collaboratore amministrativo	operatore tecnico	operatore amministrativo	TOTALE
Agricoltura e ambiente	2					2	1	**5**
Alimenti e nutrizione			1	4				**5**
Cerealicoltura e colture industriali	2			1	1			**4**
Difesa e certificazione		3		1	1			**5**
Foreste e legno					1	4		**5**
Genomica e bioinformatica				1	2	1		**4**
Ingegneria e trasformazioni agroalim.		1		1	1	2		**5**
Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumic.				2	3	1		**6**
Orticoltura e florovivaismo					1	2	2	**5**
Politiche e bioeconomia	2	1	1	1	1			**6**
Viticoltura ed enologia	1			1	1	2		**5**
Zootecnia e acquacoltura				2		4		**6**
Amministrazione Centrale					6			**6**
Totale complessivo	**7**	**5**	**2**	**14**	**18**	**18**	**3**	**67**

CENTRI DI RICERCA E AMMINISTRAZIONE CENTRALE	ricercatore	tecnologo	funzionario	collaboratore tecnico	collaboratore amministrativo	operatore tecnico	operatore amministrativo	TOTALE COSTO ANNUO
Agricoltura e ambiente	118.379,19	-	-	-	-	62.472,11	31.236,06	**212.087,36**
Alimenti e nutrizione	-	-	39.156,90	143.827,28	-	-	-	**182.984,17**
Cerealicoltura e colture industriali	118.379,19	-	-	35.956,82	33.015,27	-	-	**187.351,28**
Difesa e certificazione	-	177.568,78	-	35.956,82	33.015,27	-	-	**246.540,87**
Foreste e legno	-	-	-	-	33.015,27	124.944,23	-	**157.959,50**
Genomica e bioinformatica	-	-	-	35.956,82	66.030,54	31.236,06	-	**133.223,41**
Ingegneria e trasformazioni agroalimentari	-	59.189,59	-	35.956,82	33.015,27	62.472,11	-	**190.633,80**
Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura	-	-	-	71.913,64	99.045,81	31.236,06	-	**202.195,50**
Orticoltura e florovivaismo	-	-	-	-	33.015,27	62.472,11	62.472,11	**157.959,50**
Politiche e bioeconomia	118.379,19	59.189,59	39.156,90	35.956,82	33.015,27	-	-	**285.697,77**
Viticoltura ed enologia	59.189,59	-	-	35.956,82	33.015,27	62.472,11	-	**190.633,80**
Zootecnia e acquacoltura	-	-	-	71.913,64	-	124.944,23	-	**196.857,87**
Amministrazione Centrale	-	-	-	-	198.091,61	-	-	**198.091,61**
Totale complessivo	414.327,16	295.947,97	78.313,79	503.395,46	594.274,84	562.249,03	93.708,17	**2.542.216,43**

In sostituzione del dirigente di I° fascia al momento interdetto (per 5 anni) a seguito di sentenza penale, si procederà al conferimento di un incarico di dirigente di I° fascia facente funzioni con profilo amministrativo per la durata di un triennio, da conferire a dirigente di II fascia interno del CREA, previo svolgimento di procedura di interpello, posta alla valutazione del Consiglio di Amministrazione, consentendo, in tal modo, un risparmio di spesa e potendo assicurare la necessaria flessibilità di interruzione dell'incarico nel caso in cui intervenisse successiva sentenza di proscioglimento.

Complessivamente, quindi, la stima del costo che sarà sostenuto dall'Ente per le assunzioni 2023 sopra descritte e la relativa tempistica sono rappresentati nella tabella seguente.

PROFILI PROFESSIONALI	UNITA'	COSTO UNITARIO ANNUO LORDO (al netto del trattamento accessorio e comprensivo di oneri)	Mesi 2023	PREVISIONE COSTO 2023	PREVISIONE COSTO COMPLESSIVO ANNUO A REGIME (dal 1 genn 2024)
Ricercatore, livello III dal 1/10/2023*	7	€ 59.189,59	3	€ 103.581,78	€ 414.327,13
Tecnologo, livello III dal 1/10/2023*	14	€ 59.189,59	3	€ 207.163,57	€ 828.654,26
Funzionario di amministrazione, livello V - dal 1/09/2023	9	€ 39.156,90	4	€ 117.470,70	€ 352.412,10
CTER, livello VI- dal 1/09/2023	14	€ 35.956,82	4	€ 167.798,49	€ 503.395,48
CAMM, livello VII - dal 1/09/2023	18	€ 33.015,27	4	€ 198.091,62	€ 594.274,86
Operatore di amministrazione, livello VIII - dal 1/09/2023	3	€ 31.236,06	4	€ 31.236,06	€ 93.708,18
Operatore tecnico, livello VIII - dal 1/09/2023	18	€ 31.236,06	4	€ 187.416,36	€ 562.249,08
TOTALE PERSONALE NON DIRIGENZIALE	83			€ 1.012.758,58	€ 3.349.021,09
Dirigente di prima fascia - profilo scientifico – dal 1/3/2023	1	€ 289.389,33	10	€ 241.157,78	€ 295.507,53
Dirigente di prima fascia - profilo amministrativo dal 1/3/2023**	1	€ 221.512,59	10	€ 184.593,83	€ 226.200,47
TOTALE	85***			**€ 1.438.510,19**	**€ 3.870.729,09**

*In via prudenziale è stato preso a riferimento il costo di una unità di personale III livello III fascia stipendiale, corrispondente a una anzianità di servizio a tempo determinato nello stesso profilo da 8 a 12 anni
**Il costo del Dirigente di prima fascia - profilo amministrativo tiene conto del solo differenziale di spesa tra il trattamento stipendiale di un dirigente di I fascia e il trattamento stipendiale di un dirigente di II fascia. All'importo così risultante si aggiunge il trattamento accessorio del dirigente di I fascia.
*** il numero è meramente indicativo dal momento che, in caso di vincitori di concorso già dipendenti del CREA, e quindi con risparmio di spesa, si procederà allo scorrimento delle graduatorie nel rispetto del tetto di spesa indicato in tabella.

Fermo restante il limite di spesa indicato per il 2023 per le nuove assunzioni, il CREA procederà all'eventuale scorrimento delle graduatorie concorsuali in caso di risparmi di spesa dovuti all'assunzione, con livelli superiori, di personale già nel ruolo dell'Ente. Il numero delle unità da assumere nel 2023 sarà pertanto automaticamente aumentato nel rispetto del tetto di spesa approvato dal presente Piano, attraverso il conseguente scorrimento delle graduatorie.
Inoltre, l'assunzione delle unità di personale indicate potrà avvenire, oltre che a seguito di reclutamento, anche per mobilità ai sensi dell'art 30 del D.Lgs. 165/2001, sempre nel rispetto del tetto di spesa predetto.

Stabilizzazioni ai sensi del Decreto legislativo n. 75/2017.

Nel PTFP 2022-2024 è stata già prevista la spesa di 1.041.761,00 euro per la stabilizzazione di 20 unità ai sensi dell'art. 20, comma 1, del D.lgs. N. 75/2017.

Gli approfondimenti giuridici e i contatti con il Dipartimento della Funzione pubblica in merito al combinato disposto dell'art. 20, comma 1 predetto, con le norme derivanti dagli artt. 12 e 12bis del decreto legislativo n. 218/16, modificate nel 2022 da ultimo dall'art. 6, comma 4-ter, lett. b), D.L. 30 dicembre 2021, n. 228, convertito, con modificazioni, dalla L. 25 febbraio 2022, n. 15, hanno determinato la necessità di modificare l'impostazione giuridica identificata nel precedente PTFP.
L'art. 20, comma1, del D.lgs. 75/2017, infatti, dopo le intervenute norme del 2022, può essere applicato solamente a coloro che hanno requisiti al 31 dicembre 2017, mentre per le stabilizzazioni successive si impone una differente modalità di reclutamento.

In attesa di perfezionare, quindi, il confronto sindacale e i chiarimenti giuridici indispensabili – le due norme D.lgs. 75/2017 e D.lgs. 218/16, dopo le modifiche di quest'anno, sono in apparente contraddizione per determinate figure – il presente aggiornamento mantiene invariati i costi e il numero delle unità già identificati nel 2022 - quindi già incluso nella previsione del costo del personale in servizio nel 2023 (importo di 133.248.099,21) – nell'auspicio che i chiarimenti possano intervenire nel corso del 2022.

Qualora ciò non avvenisse entro il 31 dicembre 2022, si renderà necessario attuare la procedura di stabilizzazione nel 2023. Sotto il profilo contabile non ci sono variazioni al presente PTFP in quanto il costo delle 20 unità, come detto, è già ricompreso a regime nel 2023 e rimangono invariate le unità da stabilizzare.

Progressioni economiche e di livello del personale in servizio

Al fine di valorizzare le professionalità interne, contribuire allo sviluppo delle attività di ricerca e venire incontro alle legittime aspettative dei dipendenti, nel 2023 si procederà all'attivazione di una nuova procedura straordinaria di avanzamento di carriera nei profili superiori, ad integrazione di quella attualmente in corso riservata al personale di ruolo con profilo di ricercatore e tecnologo ai sensi dell'Art 15 CCNL 7.4.2006, destinando per tale procedura risorse pari ad € 500.000,00.

Inoltre, sarà prevista nel 2023 la possibilità, per il personale dei profili dei livelli IV-VIII, di attribuzione di posizioni economiche super ai sensi dell'art 53 CCNL 21.2.2002, i cui oneri sono a totale carico del fondo di trattamento accessorio e non determinano, pertanto, un incremento di spesa a carico del bilancio dell'Ente. L'importo da destinare alle progressioni sarà verificato e concordato con i sindacati in fase di sottoscrizione del contratto collettivo integrativo per il 2023, nel rispetto dell'orientamento espresso in questi anni dal Dipartimento Funzione Pubblica della Presidenza del Consiglio dei ministri, secondo cui le procedure non devono interessare più del 50% dei potenziali beneficiari.

A valle dell'approvazione del Piano di potenziamento e ammodernamento delle Sedi e delle Aziende (gennaio 2023), nei limiti delle disponibilità di bilancio, sarà verificata la possibilità di destinare risorse aggiuntive - così come previsto dall'art. 4, comma 3, II biennio economico 2000 – 2001 del CCNL 1998 – 2001 sottoscritto il 21/02/2002, al fondo del trattamento economico accessorio del personale interessato.

Anticipo di fascia stipendiale per i profili di ricercatore e tecnologo

In attuazione di quanto disposto dall'art. 8, comma 1, secondo periodo del CCNL del personale del comparto delle istituzioni ed enti di ricerca e sperimentazione per il secondo biennio economico 2004-2005, si procederà nel corso del 2023 ad attivare la procedura per la riduzione dei tempi di

permanenza nella fascia stipendiale per i profili di ricercatore e tecnologo, da riservare a una quota di personale individuata in misura non superiore al 10 % degli aventi titolo.

La riduzione dei tempi di permanenza nella fascia stipendiale è riconosciuta al personale avente diritto per una sola volta nel medesimo livello.

Per ciascun anno di riferimento, il personale avente diritto è rappresentato da ricercatori e tecnologi (I, II, III livello) che abbiano maturato nel corso del medesimo anno almeno la metà della percorrenza della fascia in godimento e che quindi, qualora siano in posizione utile al termine della selezione, possano conseguire l'attribuzione economica e giuridica dell'anticipo di fascia nel corso dello stesso anno (tra il 1°/1 ed il 31/12).

Ai sensi del citato art. 9, comma 3, lett. a) del CCNL del personale del comparto delle istituzioni ed enti di ricerca e sperimentazione per il secondo biennio economico 2004-2005, il fondo utilizzabile per il finanziamento delle anticipazioni nei passaggi di fascia stipendiale è individuato nello 0,20% del monte salari 2003 relativo a ricercatori e tecnologi, pari ad euro 61.226,29 annui; in conformità a quanto disposto nell'art. 9, comma 2, del CCNL del personale del comparto delle istituzioni ed enti di ricerca e sperimentazione per il secondo biennio economico 2004-2005.

	Monte salari 2003	Budget da destinare all'art. 8 C. 1 CCNL 2002-2005
0,20% monte salari 2003 (art. 9, comma 3, l. b CCNL 7/4/2006, b.e. 2004-2005)	30.613.146,00	**61.226,29**

Indennità di valorizzazione professionale per il personale di profilo CTER - IV livello

Nel corso del 2023 si prevede, inoltre, l'attribuzione dell'indennità di cui al comma 1 dell'articolo 42 del CCNL 7/10/1996, indennità di valorizzazione professionale per il personale appartenente al IV livello del profilo di CTER, mediante selezione del personale interessato, avente esperienza professionale almeno quinquennale nel livello più alto del profilo, sulla base di obiettivi criteri che tengano conto dei titoli ed esperienza professionale, di servizio e dei requisiti culturali, nei limiti del 5% della dotazione organica di profilo.

PROFILO E LIVELLO	PREVISIONE UNITA' IN SERVIZIO AL 1°/1/2022
CTER - IV Livello	102
CTER - V Livello	68
CTER - VI Livello	229
TOTALE CTER	**399**
Art. 5 – CCNL 13/5/2009 b.e. 2006-2007 (5% delle unità nel profilo di CTER al 1°/1/2022)	**19,95**

Numero unità in servizio con attribuzione dell'indennità di valorizzazione professionale ai sensi dell'ex art. 42 CCNL 7/10/1996	**2**

Numero unità a cui attribuire l'indennità di valorizzazione professionale ai sensi dell'ex art. 42 CCNL 7/10/1996 con decorrenza 1°/1/2022	**17**
Costo unitario annuo per 17 unità	**30.600,00 €**

Verifica del rispetto del limite di spesa di personale

Alla luce della pianificazione in tema di personale, delineata nel presente documento, il costo annuo complessivo può essere così riassunto.

ANNO 2023	PREVISIONE SPESE
Previsione costo del personale in servizio nel 2023 comprensivo anche delle spese ed oneri per gli organi istituzionali	**€ 133.191.535,26**
Nuove assunzioni 2023: - n. 7 unità di Ricercatore, livello III dal 1/10/2023 - n. 14 unità di Tecnologo, livello III dal 1/10/2023 - n. 9 unità di Funzionario di amministrazione, livello V - dal 1/9/2023 - n. 14 unità di CTER, livello VI- dal 1/9/2023 - n. 18 unità di CAMM, livello VII - dal 1/9/2023 - n. 3 unità di Operatore di amministrazione, livello VI- dal 1/9/2023 - n. 18 unità di Operatore tecnico, livello VIII - dal 1/9/2023 - n. 1 unità di Dirigente di prima fascia - profilo scientifico - dal 1/03/2023 - n. 1 unità di Dirigente di prima fascia - profilo amministrativo - dal 1/03/2023	**€ 1.438.510,19**
Progressioni di livello per i profili di ricercatore e tecnologo - Art. 15 CCNL 7 aprile 2006	**€ 500.000,00**
Anticipo di fascia stipendiale per i profili di ricercatore e tecnologo - Art. 8 CCNL 7 aprile 2006 e art. 16 CCNL 13 maggio 2009	**€ 61.226,29**
Indennità di valorizzazione professionale per il personale di profilo CTER - IV livello	**€ 30.600,00**
TOTALE	**€ 135.221.871,74**
LIMITE DI SPESA DEL PERSONALE ANNO 2023	**€ 140.694.636,63**

ANNO 2024	PREVISIONE SPESE
Previsione costo del personale in servizio nel 2024 comprensivo anche delle spese ed oneri per gli organi istituzionali	**€ 133.830.076,47**
Assunzioni effettuate nel 2023:	
- n. 7 unità di Ricercatore, livello III - n. 14 unità di Tecnologo, livello III - n. 9 unità di Funzionario di amministrazione, livello V - n. 14 unità di CTER, livello VI - n. 18 unità di CAMM, livello VII - n. 3 unità di Operatore di amministrazione, livello VI - n. 18 unità di Operatore tecnico, livello VIII - n. 1 unità di Dirigente di prima fascia - profilo scientifico - n. 1 unità di Dirigente di prima fascia - profilo amministrativo	**€ 3.870.729,09**
Applicazione istituti contrattuali effettuata nel 2023:	
Progressioni di livello per i profili di ricercatore e tecnologo - Art. 15 CCNL 7 aprile 2006	**€ 500.000,00**
Anticipo di fascia stipendiale per i profili di ricercatore e tecnologo - Art. 8 CCNL 7 aprile 2006 e art. 16 CCNL 13 maggio 2009	**€ 61.226,29**
Indennità di valorizzazione professionale per il personale di profilo CTER - IV livello	**€ 30.600,00**
TOTALE	**€ 138.292.631,85**
LIMITE DI SPESA DEL PERSONALE ANNO 2024	**€ 141.176.915,34**

ANNO 2025	PREVISIONE SPESE
Previsione costo del personale in servizio nel 2025 comprensivo anche delle spese ed oneri per gli organi istituzionali	**€ 129.753.010,41**
Assunzioni effettuate nel 2023:	
- n. 7 unità di Ricercatore, livello III - n. 14 unità di Tecnologo, livello III - n. 9 unità di Funzionario di amministrazione, livello V - n. 14 unità di CTER, livello VI - n. 18 unità di CAMM, livello VII - n. 3 unità di Operatore di amministrazione, livello VI - n. 18 unità di Operatore tecnico, livello VIII - n. 1 unità di Dirigente di prima fascia - profilo scientifico - n. 1 unità di Dirigente di prima fascia - profilo amministrativo	**€ 3.870.729,09**
Applicazione istituti contrattuali effettuata nel 2023:	
Progressioni di livello per i profili di ricercatore e tecnologo - Art. 15 CCNL 7 aprile 2006	**€ 500.000,00**
Anticipo di fascia stipendiale per i profili di ricercatore e tecnologo - Art. 8 CCNL 7 aprile 2006 e art. 16 CCNL 13 maggio 2009	**€ 61.226,29**
Indennità di valorizzazione professionale per il personale di profilo CTER - IV livello	**€ 30.600,00**
TOTALE	**€ 134.215.565,79**
LIMITE DI SPESA DEL PERSONALE ANNO 2025	**€ 139.862.236,45**

La previsione del limite di spesa indicata nel presente documento conferma il rispetto del limite dell'80% di quanto previsto dal D.lgs. 25/11/2016, n. 218.

L'Ente garantirà l'opportuna copertura finanziaria della spesa.

Prevenzione della corruzione e trasparenza

In applicazione della legge n. 190/2012 e s.m.i. recante *Disposizioni per la prevenzione e la repressione della corruzione e dell'illegalità nella pubblica amministrazione*, verranno individuati uno o più obiettivi strategici in tema di trasparenza e anticorruzione volti ad incrementare la formazione e la crescita professionale dei dipendenti, fornendo loro un quadro complessivo e organico delle misure di contrasto alla corruzione.

Particolare attenzione verrà riservata sia alle azioni organizzative necessarie per la reale e operativa adozione della normativa vigente, sia della loro contestualizzazione, attraverso un'analisi della rilevanza e dell'incidenza delle principali misure di contrasto e mitigazione del rischio, individuate dalla legge, dal Piano Nazionale Anticorruzione e dal Piano triennale di prevenzione della corruzione e della trasparenza (PTPCT) dell'Ente.