

Programma di Sviluppo Rurale della Regione Lombardia 2014-2020
MISURA 1 – “Trasferimento di conoscenze e azioni di informazione”
OPERAZIONE 1.2.01 “Progetti dimostrativi e azioni di informazione”

SCHEDA DI SINTESI FINALE

Progetto NIRVANA

Spettroscopia NIR a vantaggio degli allevamenti

Il progetto NIRVanA si è prefisso di divulgare informazioni e conoscenze riguardo i vantaggi e il corretto utilizzo della strumentazione spettroscopica NIR portatile e montata su macchine operatrici nelle aziende zootecniche produttrici di latte orientate verso la PLF (Precision Livestock Farming).

Gli attori

Il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria – **CREA** è stato capofila del progetto con due Centri di Ricerca: il Centro di ricerca Zootecnica e Acquacoltura e il Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari. Sue le competenze nell'applicazione di strumentazione NIR portatile in varie fasi della filiera lattiero casearia, dalla fase di mungitura direttamente in stalla, al monitoraggio del processo di coagulazione fino all'analisi del formaggio si è occupato dell'analisi spettroscopica di prodotti caseari e nello sviluppo di Modelli predittivi.

L'Università di Padova con il Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute (**MAPS**) è stata partner di progetto, fornendo competenze sulla spettroscopia NIR applicata al settore zootecnico, nonché in nutrizione e tecniche di allevamento di ruminanti e monogastrici.

Gli obiettivi

L'utilizzo della strumentazione NIR portatile può garantire consistenti vantaggi economici, con miglioramenti nella gestione delle razioni e del benessere animale con ripercussioni sulla produttività, sulla fertilità e sul benessere delle bovine da latte. Allo stesso modo, nei piccoli caseifici aziendali, che non possono dedicare investimenti economici per i lavoratori aziendali, l'utilizzo di semplici strumentazioni NIR può garantire il controllo at-line di importanti parametri di produzione.

Le attività di informazione e di dimostrazione hanno proposto l'uso corretto di questa tecnologia per gli operatori del settore onde evitare l'errore di ritenere che la semplicità della tecnica NIRS sia di per sé stessa garanzia di analisi predittive accurate. L'uso maldestro della tecnica comporterebbe l'insuccesso dell'analisi. Si

è cercato quindi di aumentare le conoscenze relative a questa tecnologia, facendo comprenderne meglio pregi e limiti, sia da un punto di vista agronomico sia economico.

Il progetto è complementare a precedenti progetti riguardanti i metodi e le tecnologie impiegati nell'ambito di una Agricoltura di precisione che hanno visto coinvolti i partecipanti del gruppo di lavoro di questo progetto. Per citarne alcuni: il progetto **MeNTAL** - Miglioramenti e Nuove Tecnologie nell'Agricoltura Lombarda – Regione Lombardia - PSR 2014 2020 misura 1.2.01: nel progetto sono state utilizzati e valutati sensori NIR montati su distributori a rateo variabile di liquame e su trince per la raccolta del mais. Sono state utilizzate stime NIR per il contenuto di sostanza organica del suolo e per la valutazione della tessitura. Il progetto **ConSensi** – Ottimizzazione della concimazione mediante la sensoristica e metodi dell'agricoltura di precisione – Regione Lombardia- FEASR – Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 operazione 16.1.01 "Gruppi operativi PEI". Dove sono stati utilizzati sensori NIR sui sistemi di distribuzione dei reflui a rateo variabile e sulle trince e mietitrebbie per la raccolta del mais. Il progetto **Latte Digitale** - La produzione del latte in Lombardia verso la zootecnia digitale e di precisione – Regione Lombardia - Bando 2019 - PSR 2014-2020 operazione 16.1.01 "Gruppi operativi PEI" che ha previsto il monitoraggio delle razioni mediante strumentazione NIR portatile e montata su carro unifed presso le aziende del GO. Il progetto **AGRIDIGIT** sottoprogetto **PLF4Milk** - Piano triennale di ricerca straordinario per lo sviluppo di un sistema informatico integrato di trasferimento tecnologico, analisi e monitoraggio delle produzioni agricole attraverso strumenti di sensoristica, diagnostica, meccanica di precisione, biotecnologie e bioinformatica – MIPAAFT - D.M. 36507/7305/2018 del 20/12/2018 – Che ha previsto l'inserimento del monitoraggio delle razioni mediante strumentazione NIR portatile e montata su carro unifed presso l'azienda sperimentale di CREA ZA Cascina Baroncina. Il progetto **Newtec** - New technologies for cheese production, finanziato dal MIPAAF dove è stata fatta la messa a punto e la validazione di uno spettrometro prototipale a basso costo per il monitoraggio della coagulazione del latte nella caseificazione a grana e l'individuazione del momento di presa. Il progetto **Biogas 4.0**, Regione Lombardia Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020 operazione 16.1.01 "Gruppi operativi PEI", dove sono state studiate le caratteristiche e le performances dei sensori NIR montati sui sistemi di distribuzione a rateo variabile dei liquami. Infine, la Cost Action **SensorFINT** - **COST Action** dove è stato creato all'interno dell'UE un gruppo multidisciplinare di esperti, da paesi COST e non COST, coinvolgendo ricercatori e industria, in sensori spettrali non distruttivi, che possano accelerare la sua implementazione all'interno della filiera agroalimentare.

I risultati ottenuti e le nuove conoscenze acquisite

Nell'ambito delle attività previste nel **sottoprogetto di dimostrazione** sono stati condotti diversi studi sull'utilizzo della strumentazione NIR portatile nel settore zootecnico-caseario.

Per il monitoraggio dell'alimentazione animale sono stati creati modelli NIR per il confronto tra 4 strumenti portatili nella predizione di diversi parametri in trinciati di frumento e mais usati come foraggi, andando ad evidenziarne le differenze con uno strumento da banco (NIRFLEX N500, Buchi). Sono stati valutati diversi pretrattamenti e metodi di regressione lineare e non lineare, con innovative tecniche di machine learning. I quattro strumenti NIR portatili testati, AuroraNIR (GraiNit), Polispes (ITPhotonics), MicroNIR OnSite-W (Viavi Solutions) NeoSpectra (Si-WARE), differiscono per aspetti tecnici, che ne influenzano l'acquisizione spettrale, e strutturali che ne determinano la comodità d'uso. I dataset utilizzati in questo studio sono due: un dataset composto da 119 campioni di frumento ed un dataset formato da 175 campioni di mais. I parametri per cui sono stati creati modelli di predizione NIR sono stati scelti tra quelli che normalmente sono più interessanti a

livello di allevamento, ma anche i più variabili per avere una maggiore probabilità di creare modelli robusti. Sono le proteine totali, la fibra acido e neutro detersa, l'amido, gli zuccheri, acidi grassi totali e ceneri. I risultati ottenuti hanno evidenziato le ottime capacità predittive degli strumenti portatili impiegati, quasi comparabili alle prestazioni dello strumento da banco. Anche i modelli preliminari ottenuti da tecniche di Machine Learning per predizione delle proteine totali (%SS) usando dataset composti dall'unione dei campioni di frumento e mais hanno dato risultati simili a quelli sviluppati con PLSR per singolo prodotto.

Per l'analisi delle feci utili al controllo e il monitoraggio dello stato di salute degli animali, è necessario considerare che reflui zootecnici in generale hanno un altissimo contenuto di acqua che riduce la capacità della tecnologia NIR di predire accuratamente il loro contenuto di Azoto. Si è pensato di utilizzare uno strumento il cui intervallo spettrale ricada nel medio infrarosso (MIR): la tecnologia MIR per quanto simile alla NIR, opera in un intervallo spettrale in cui si può escludere l'effetto interferente dell'acqua ed è infatti adottato ufficialmente per le analisi del latte, ma anche di altri liquidi come vino e birra. Nelle prove preliminari è utilizzato un MIR portatile (MIR S8-A, Spectrolytic), con un numero limitato di lunghezze d'onda ($974, 1035, 1120, 1370, 1483, 1613$ e 2110 cm^{-1}) per scansionare 20 digestati di provenienza diversa. I risultati di queste prove preliminari fanno ben sperare di poter applicare questa tecnica anche per lo studio di feci e quindi proporla come alternativa alla spettroscopia NIR, vista la futura disponibilità di strumentazione MIR portatile.

Nell'ambito della applicazione della spettroscopia NIR per l'analisi del latte, del siero e il monitoraggio delle trasformazioni casearie, è stata valutata la capacità di quattro diversi NIR portatili: MicroNIR On site-W (Viavi Solutions), Alba NIT (GraiNit), Polisphec (ITPhotonics) e NeoSpectra (SI-WARE), per quantificare i macronutrienti del latte. Per questo studio sono stati utilizzati 177 campioni di latte, costituiti da 100 campioni di latte crudo individuale e 77 campioni di latte di caldaia destinato alla produzione di Grana Padano. Sono stati sviluppati modelli tramite regressione PLS e gli errori in predizione sono stati confrontati con l'errore massimo ammesso dalla International Committee for Animal Recordings (ICAR) per le misurazioni in-line con strumentazione NIR portatile, pari a 0.25%. Si sono ottenuti risultati soddisfacenti con MicroNIR, Alba NIT e Polisphec nella predizione di grasso, e con MicroNIR, Polisphec e NeoSpectra nella predizione di proteine.

Gli stessi strumenti portatili sono stati utilizzati per la costruzione di modelli predire la concentrazione di grasso di 152 campioni di siero fornito dal consorzio Grana Padano. Per tutti gli strumenti sono stati ottenuti modelli errori di predizione molto bassi; tuttavia, la scarsa variabilità all'interno dei dataset non ha permesso di ottenere buoni coefficienti di correlazione. Sono quindi necessari ulteriori approfondimenti per migliorare l'affidabilità e l'accuratezza delle predizioni misurando campioni con un range di concentrazione di grasso significativamente più ampio rispetto a quello utilizzato.

L'attività di sviluppo di modelli predittivi su cagliate di Grana Padano è stata condotta su campioni a 48 ore dalla produzione. Le forme intere sono state scansionate utilizzando spettrometri XNIR (Dinamica Generale) e MicroNIR 1700 (Viavi Solutions) secondo schemi predefiniti, acquisendo spettri sia sulla superficie che all'interno della pasta. Successivamente, i campioni sono stati grattugiati e analizzati con uno spettrometro IR Milkoscan FT2, utilizzando una metodica interna sviluppata da CREA-ZA, per determinare i seguenti parametri composizionali: sostanza secca, grasso e proteine, da cui calcolare gli indici grasso/SS e proteine/SS. Per lo sviluppo dei modelli predittivi sono stati analizzati 114 campioni, i modelli per valutare gli indici G/SS e P/SS hanno mostrato ottime capacità predittive, con coefficienti di determinazione (R^2) pari rispettivamente a 0.911 e 0.901, mentre i modelli per predire i singoli costituenti grasso, proteine e sostanza secca hanno avuto prestazioni leggermente inferiori, con R^2 predittivi di 0.911 per grasso, 0.794 per proteine e 0.724 per sostanza secca. Questi modelli sono stati poi impiegati per predire la composizione della pasta all'interno della cagliata,

consentendo di tracciare contour plot per visualizzarne la distribuzione dei parametri composizionali. Dalle analisi è emerso che la pasta del formaggio non è omogenea e mostra differenze significative tra le diverse aree. In particolare, è stato evidenziato che il contenuto di sostanza secca al centro della forma è inferiore rispetto agli strati più esterni. Questo fenomeno è attribuibile alla migrazione dell'acqua dal centro verso l'esterno, già evidente nelle prime 48 ore di produzione. Tale osservazione dimostra la validità dell'utilizzo di spettrometri NIR portatili per un monitoraggio tempestivo e preciso della produzione.

È stato utilizzato uno spettrometro portatile per lo studio dell'influenza del contenuto in grasso nel processo di coagulazione del latte. Diversi lavori dimostrano che la tecnica NIR è un valido strumento ausiliario per aiutare l'operatore nella gestione del processo di caseificazione. Questa capacità si basa principalmente sulle variazioni della diffusione della luce indotte dalla formazione del coagulo dopo l'aggiunta del caglio al latte. La diffusione della luce e la linea di base spettrale sono influenzate anche dai globuli di grasso che possono interferire con la portata delle misure: lo scopo di questa attività è stato quello di verificare l'effettiva influenza del contenuto di grasso del latte sulla risposta spettrale, durante il monitoraggio del processo di coagulazione del latte. Lo studio è stato condotto attraverso un disegno sperimentale, in cui sono stati considerati diversi livelli di grasso e quantità di caglio. Valutando il modello lineare calcolato dal disegno sperimentale full factorial per la previsione del tempo di coagulazione, è stato verificato che il contenuto di grasso e l'interazione "grasso x contenuto di caglio di vitello" non erano significativi e quindi, di conseguenza, lo scattering della luce dovuto alla presenza di globuli di grasso non interferisce con l'andamento del segnale del processo di coagulazione, pertanto è stata confermata la validità di questa tecnica NIR nel fornire un valido supporto al processo decisionale del casaro durante la caseificazione.

È stata condotta una attività di monitoraggio dei foraggi presso l'azienda agricola sperimentale Cascina Baroncina di CREA-ZA, un'azienda di circa 40 ettari dedicata alla produzione di alimenti per 50 bovine di razza Frisona in lattazione. Queste bovine producono mediamente 35 kg di latte al giorno per capo, destinato alla caseificazione. L'alimentazione delle bovine è di tipo Unifeed, preparata e distribuita automaticamente da un robot dotato di un sensore di livello che garantisce la distribuzione continua della razione quando necessario. Il monitoraggio è stato eseguito settimanalmente dal luglio 2023 al giugno 2024 utilizzando tre strumenti NIR portatili di cui 2 con modelli di predizione precaricati, sviluppati dalle rispettive aziende produttrici. Sono stati analizzati diversi materiali (fieno, fasciato di loiessa, silomais e Unifeed) in situ. Dopo l'acquisizione degli spettri, i campioni sono stati prelevati, essiccati, macinati e sottoposti ad analisi di riferimento. La valutazione delle prestazioni dei modelli "commerciali" è stata fatta confrontando i dati forniti dagli strumenti con quelli di riferimento. Entrambi gli strumenti portatili utilizzati hanno mostrato buone capacità di monitoraggio delle variazioni nel tempo, ma hanno riportato errori significativi per i parametri ADF e aNDF. Il terzo strumento portatile NIR è stato utilizzato per sviluppare modelli predittivi specifici per i vari parametri dei foraggi. I risultati ottenuti hanno mostrato buone prestazioni predittive per CP, Amido, EE e Ceneri, con valori di R^2 superiori a 0,88, mentre gli errori più significativi sono stati riscontrati per ADF e aNDF. Gli errori rilevati con il terzo strumento sono paragonabili a quelli ottenuti con gli altri due. La disomogeneità delle dimensioni e della composizione delle particelle dei foraggi sembra essere la principale causa di tali errori. Si consiglia, pertanto, di migliorare le procedure di campionamento, miscelando i campioni prima dell'analisi o effettuando un corretto campionamento attraverso carotaggi, specialmente se i foraggi sono stoccati in balle. Qualora il

campione risulti particolarmente disomogeneo, è raccomandabile aumentare il numero di misure per ottenere dati più accurati.

Nell'ambito delle attività previste nel **sottoprogetto di informazione** ci si è avvalsi di diversi strumenti divulgativi come la realizzazione di 6 Webinar su piattaforma Teams, in cui gli argomenti trattati sono stati: la discussione sulle strumentazioni NIR portatili e le loro applicazioni pratiche in campo agricolo e lattiero-caseario; la presentazione di strumenti portatili già presenti sul mercato prodotti da aziende come GraiNit, VIAVI, Dinamica Generale e ITPhotonics; approfondimenti su spettroscopia NIR e XRF, utilizzo di NIR su macchine agricole, monitoraggio del latte e dei foraggi, e non ultimo per importanza, l'applicazione dell'Intelligenza Artificiale nel processo produttivo. Le registrazioni dei webinar sono disponibili sul sito web (<https://nirvanapsr.crea.gov.it/index.php/webinars>) e sul canale YouTube (https://www.youtube.com/@NIRVanA_psr) del progetto.

Sono state realizzate cinque schede informative semplificate distribuite durante eventi tecnici e al convegno finale, disponibili anche in formato PDF sul sito ufficiale del progetto (<https://nirvanapsr.crea.gov.it/index.php/i-documenti>) dai titoli:

- Il progetto NIRVanA
- Monitoraggio non distruttivo dell'alimentazione bovina
- Come analizzare il latte in maniera non distruttiva?
- Come si eseguono misure corrette con gli strumenti NIR portatili?
- Caratteristiche e applicazioni degli strumenti NIR portatili in ambito zootecnico

È stata poi pubblicata una piccola serie di 4 video dimostrativi dei vari impieghi possibili, utilizzando strumenti NIR commerciali che sono stati testati nell'ambito del progetto visibile al seguente link <https://nirvanapsr.crea.gov.it/index.php/i-documenti/video-informativi>.

Il sito ufficiale del progetto (<https://nirvanapsr.crea.gov.it/>) ha raccolto oltre 10.000 visite, che fornisce accesso a report, webinar, documenti e video informativi.

Sono stati aperti profili social (Facebook: <https://www.facebook.com/ProgettoNIRVanA/> e Instagram: <https://www.instagram.com/nirvanapsr/>) utilizzati per aggiornare il pubblico e condividere brevi video esplicativi.

Sono stati pubblicati o sono in corso di pubblicazione, su riviste del settore e su atti di Convegni, i seguenti lavori riguardanti le attività del progetto:

- Claudia Gambale, Viviana Cavallaro, Anastasia Shchegolikhina, Andrea Gasparini, Simone Dante, Laura Marinoni, Stefania Barzagli, Paolo Berzagli, Giovanni Cabassi Confronto delle prestazioni di quattro spettrometri NIR portatili nell'analisi di foraggi. *Informatore Agrario* (in corso di stampa)
- Cavallaro Viviana; Marinoni Laura; Gambale Claudia; Shchegolikhina Anastasia; Gasparini Andrea; Berzagli Paolo; Barzagli Stefania; Cabassi Giovanni GRASSO E PROTEINE nel latte: la precisione dei NIR portatili *Stalle da latte* 6/2024 pp 43-48
- Cattaneo Tiziana Maria Piera; Marinoni Laura; Caramanico Rosita; Cavallaro Viviana; Berzagli Paolo; Cabassi Giovanni; Gambale Claudia; Barzagli Stefania (2024) Strumenti NIR portatili per realizzare il precision feeding *Informatore Zootecnico* 71 (12) - 2 Luglio 2024 p. 83
- Gambale, C.; Cavallaro, V.; Shchegolikhina, A.; Barzagli, S.; Gasparini, A.; Marinoni, L.; Dante, S.; Berzagli, P.; Cabassi, G. (2024) Confronto delle prestazioni di quattro spettrometri NIR portatili

nell'analisi di foraggi X Simposio Nazionale NIR Italia 2024 - Where the invisible matters Book of abstract pp 60-61. Torino, 26-28 giugno 2024 DOI:10.5281/zenodo.12531596

- Cavallaro, V.; Gambale, C.; Shchegolikhina, A.; Gasparini, A.; Barzaghi, S.; Marinoni, L.; Berzaghi, P.; Cabassi, G. (2024) Analisi dei macronutrienti del latte utilizzando diversi NIR portatili X Simposio Nazionale NIR Italia 2024 - Where the invisible matters Book of abstract pp 62-63. Torino, 26-28 giugno 2024 DOI:10.5281/zenodo.12531596
- Marinoni Laura, Caramanico Rosita, Cattaneo Tiziana Maria Piera CREA – Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni Agroalimentari, Milano; Berzaghi Paolo Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute, Legnaro (PD); Cabassi Giovanni, Barzaghi Stefania CREA – Centro di ricerca Zootecnia ed Acquacoltura, Lodi La filiera lattiero-casearia/zootecnica, tecnologia NIR - Il portale dell'industria alimentare (tecnologiefood.com) <https://www.tecnologiefood.com/crea-filiera-lattiero-casearia-agritecnologie-zootecnica-spettroscopia-nir-ricerca-innovazione-strumentazione-spettroscopica-nir-portatile-plf-precision-livestock-farming/>
- Stefania Barzaghi, Nicolò Pricca, Giovanni Cabassi and Laura Marinoni (2023) Influence of Milk fat on milk coagulation process: an Aquaphotomics approach - Poster alla 21° International Conference on Near Infrared Spectroscopy – “ Good Vibrations, Smooth Contours!”. Innsbruck, 20–24 August 2023

La Visita Tecnica in Alpeggio (15 luglio 2024), evento, posticipato a causa delle avverse condizioni meteo, si è svolto in collaborazione con il progetto Pascoli-Amo. La mattinata è stata dedicata a spiegazioni botaniche e pedologiche sui pascoli, mentre nel pomeriggio è stata presentata una dimostrazione pratica dell'uso dei sensori NIR portatili per analizzare latte e foraggi, con il supporto del dott. Jacopo Ferlito di ITPhotonics. L'iniziativa ha visto la partecipazione di 42 persone. La 2ª Visita Tecnica e Seminario (17 ottobre 2024) è stata realizzata presso l'azienda sperimentale Baroncina del CREA-ZA, l'evento è diviso in due parti. Dopo una breve introduzione del progetto e una visita aziendale con illustrazione dei sistemi di sensoristica, sono stati dimostrati in campo quattro differenti strumenti NIR portatili per l'analisi dei foraggi. Successivamente, un seminario tenuto dal prof. Paolo Berzaghi ha illustrato le corrette modalità di lettura dei dati in funzione del materiale analizzato. Durante la fiera agricola 233° Fiera di Codogno (19-20 ottobre 2024) il personale coinvolto nel progetto ha proposto attività informative rivolte ad allevatori e studenti, includendo dimostrazioni pratiche degli strumenti NIR su campioni di foraggio e realizzato un seminario breve per gli studenti ITS Agrorisorse di Lodi. L'iniziativa ha registrato la partecipazione di 27 persone e ha avuto risonanza sulla stampa locale. La 4ª Visita Tecnica (12 dicembre 2024), organizzata presso l'Azienda Agricola ZIPO, è stata patrocinata da “Casa dell'Agricoltura” e “Donne in Campo”, ed ha incluso una visita al sito storico dell'azienda, una presentazione degli obiettivi delle associazioni e del progetto, e un seminario dedicato all'impiego dei NIR portatili nella filiera zootecnica. Diverse relazioni hanno illustrato applicazioni in ambito zootecnico e lattiero-caseario, seguite da prove pratiche sul campo con il supporto del dott. Stefano Marangoni di Dinamica Generale. In sintesi, queste visite guidate hanno offerto un approccio pratico e formativo, promuovendo la diffusione e l'adozione delle tecnologie NIR portatili in diversi ambiti agricoli e zootecnici.

L'attività informativa è proseguita partecipando a convegni organizzati da terzi dove sono stati presentati i risultati e attraverso l'organizzazione del Convegno Finale di Progetto.:

- **NIR Italia 2024 - X Simposio Nazionale di Spettroscopia NIR (Torino, 26-28 giugno 2024)**
La Dott.ssa Claudia Gambale ha presentato lo studio comparativo tra quattro spettrometri NIR portatili e uno strumento da banco (NIRFlex N500). Dott.ssa Viviana Cavallaro: Ha analizzato la capacità di quattro NIR portatili nel predire la concentrazione di grasso e proteine in 127 campioni di latte destinato a Grana Padano, mostrando buoni risultati.
- **Convegno Finale di Progetto (Castello Bolognini, 5 dicembre 2024)**
L'evento è stato suddiviso in due parti:
 - Prima parte: Presentazione dei risultati del progetto, con interventi su: Tecnologie analitiche portatili negli allevamenti (Prof. Paolo Berzaghi); Utilizzo degli strumenti NIR in Alpeggio (Dott.ssa Claudia Gambale). Monitoraggio dei foraggi e confronto di strumenti portatili (Dott.ssa Stefania Barzaghi). Applicazioni di strumenti NIR nel settore lattiero-caseario e sviluppo di modelli predittivi (Dott.ssa Laura Marinoni).
 - Seconda parte: Tavola rotonda con produttori di strumentazione NIR (VIAVI, GraiNit, Dinamica Generale) sulle prospettive future e sul ruolo dell'Intelligenza Artificiale nella spettroscopia NIR.

Gli strumenti NIR portatili rappresentano quindi una soluzione valida per l'analisi rapida di foraggi e latte e che la spettroscopia NIR portatile è adatta ai diversi contesti agricoli, inclusi alpeggi e aziende zootecniche. Inoltre, l'Intelligenza Artificiale ha un ruolo crescente nel migliorare l'accuratezza delle analisi e dei modelli predittivi. Le prospettive future per l'uso della spettroscopia NIR sono promettenti, con possibili integrazioni con le nuove tecnologie avanzate.

Altre informazioni

Spesa totale ammessa progetto	€ 193.214,31
Contributo ammesso progetto	€ 154.571,45
Durata in mesi	27
Focus Area	2A: Miglioramento e innovazioni nella gestione delle coltivazioni e degli allevamenti

Allegati: