

INSTITUT AGRICOLE RÉGIONAL



**RAPPORTO ANNUALE
RICERCA E Sperimentazione
2019**

Indice

Premessa.....	1
Organigramma	3
Relazioni tra agricoltura e ambiente.....	5
Cambiamenti climatici e vulnerabilità dei pascoli alpini: il progetto LIFE PASTORALP	6
Valorizzazione delle risorse del territorio.....	9
Descrizione dei vigneti coltivati presso la Fondazione IAR	10
Omologazione clonale di vitigni autoctoni valdostani	15
Valutazioni economiche della viticoltura alpina	18
HEART VdA - <i>Dairy Product & By-Product</i>	20
Realizzazione di due prototipi di laboratori mobili per il progetto TYPICALP	29
Ricerca e sperimentazione su batteri lattici selezionati in zona di produzione di Valle d'Aosta <i>Fromadzo DOP</i>	30
Pascolo a tempo parziale o a tempo pieno in alpeggio: conseguenze sul comportamento alimentare delle vacche e sugli acidi grassi del latte	31
Interventi di ripristino in aree naturali protette: quali sementi utilizzare per evitare il degrado degli habitat?	33
Il progetto RESERVAQUA: protezione e valorizzazione della risorsa acqua in Valle d'Aosta e nel Vallese	34
Conservazione di biotipi autoctoni di Martin Sec e valutazione dell'affinità con diversi portinesti nanizzanti.....	34
Sostegno alle produzioni agroalimentari e diversificazione del reddito agricolo.....	36
I costi di produzione e la redditività di alcuni contesti produttivi lattiero-caseari valdostani.....	37
Le giustificazioni economiche della misura regionale a favore della monticazione	41
Annata viticola 2019	44
Stagione frutticola 2019.....	47
Studio dell'adattabilità in ambiente montano di alcune varietà di nocciolo	48
Studio dell'adattabilità in ambiente montano di alcune varietà di noce.....	48
Valutazione e valorizzazione di specie frutticole minori a basso input chimico	49
Diversificazione della produzione casearia. I - Produzione di un formaggio con coagulante vegetale	50
Diversificazione della produzione casearia. II - Produzione di un formaggio a pasta cotta, dura e a lunga stagionatura	51
Attività di supporto al settore agroalimentare valdostano.....	52
Innovazione tecnica.....	53
Prova di potatura e diradamento meccanico su melo	54
HEART VdA - <i>Innovation In Agrifood</i>	59
HEART VdA - Analisi d'immagine e potenziale fenolico per monitorare la maturazione dell'uva	66
Scholar-Shepherd – <i>A European training path for shepherds in mountains areas</i>	68
Studio dell'adattabilità dei portainnesti del melo CG11 e M26 alla stanchezza del terreno.....	71
Controllo delle infestanti mediante strategie alternative al diserbo chimico.....	71
Difesa delle colture e lotta ai difetti delle produzioni agroalimentari.....	73
Monitoraggio della malattia dell'esca e valutazione delle possibilità di risanamento	74

Premessa

Presso l’Institut Agricole Régional nel 2019 sono stati condotti 47 progetti di ricerca e sperimentazione, nove dei quali sostenuti da importanti finanziamenti pubblici e privati, realizzati in partenariato con Università e Centri di ricerca italiani e stranieri, Amministrazioni pubbliche, Parchi nazionali, Istituti di insegnamento e di formazione.

Il Bando per la creazione e lo sviluppo di Unità di ricerca 2014-2020 (FESR e FSE) ha cofinanziato il progetto *HEART VdA*, finalizzato a promuovere l’innovazione nel campo agroalimentare, con particolare attenzione ai settori lattiero-caseario, frutticolo e vitivinicolo. Il progetto, giunto ora alle sue fasi finali, ha offerto l’opportunità di operare verso l’innovazione di processo, di prodotto e di metodologia sperimentale, offrendo interessanti prospettive alla diversificazione delle produzioni agroalimentari valdostane, come illustrato con ampiezza in questo Rapporto.

Il Programma LIFE contribuisce al finanziamento del progetto *LIFE PASTORALP*, il cui obiettivo principale è ridurre la vulnerabilità e aumentare la resilienza dell’allevamento in montagna di fronte tanto al cambiamento climatico quanto del contesto socio-economico, analizzando le misure di adattamento e sviluppando strategie di gestione. Nel corso del 2019 sono stati conclusi i rilievi di campo ed è stata completata la mappatura di dettaglio delle vegetazioni pastorali del Parco Nazionale Gran Paradiso, tanto sul versante valdostano quanto in quello piemontese.

Grazie al Programma Interreg Italia-Svizzera 2014-2020 (FESR, Stato e Regione) sono stati finanziati due progetti. Per garantire un utilizzo sostenibile delle acque e tutelare la qualità di questa insostituibile risorsa alpina, il progetto *RESERVAQUA* mira a sviluppare una strategia di gestione integrata dell’acqua tra Vallese e Valle d’Aosta. In ambito lattiero-caseario, il progetto *TYPICALP* punta a rafforzare la competitività delle imprese attive in Valle d’Aosta e nel Vallese, operando su tipicità, tracciabilità, distribuzione e comunicazione, e valorizzando i prodotti caseari di montagna e i loro sottoprodotti.

Anche con il Programma europeo di cooperazione transfrontaliera tra Francia e Italia Interreg ALCOTRA sono finanziati due progetti. *RestHALp* promuove la valorizzazione dei servizi ecosistemici e il ripristino ecologico degli habitat naturali, grazie alla lotta contro le specie esotiche invasive e all’uso di semi locali nelle risemine dei siti degradati. *Vi.A. – Route des Vignobles Alpins – Strada dei Vigneti Alpini*, opera nella valorizzazione del paesaggio viticolo di montagna, anche grazie all’enoturismo, proponendo un’offerta enogastronomica, naturalistica ed esperienziale. I ricercatori dell’Institut, inoltre, hanno approfondito l’analisi economica delle forme tradizionali di conduzione del vigneto, in particolare la pergola alta tipica della Bassa Valle d’Aosta.

Nel corso dell’anno, inoltre, sono stati avviati altri tre progetti cofinanziati da istituzioni diverse.

Il progetto “*Scholar-Shepherd – A European training path for shepherds in mountains areas*”, finanziato dalla Fondazione Compagnia di San Paolo, si pone l’obiettivo di sviluppare filiere agro-pastorali in alpeggi valdostani gestiti da giovani allevatori, favorendo il passaggio delle conoscenze tra generazioni, attraverso attività di consulenza, formazione e animazione.

L’Office Fédéral de l’Agriculture (OFAG) della Confederazione Svizzera nell’ambito del *Plan d’action national pour la conservation et l’utilisation durable des ressources phytogénétiques pour l’alimentation et l’agriculture*, finanzia le attività di caratterizzazione, con rilievi morfo-fisiologici e agronomici, di ecotipi di segale. Di questo cereale, tradizionale coltura delle vallate alpine, i ricercatori dell’IAR sono riusciti a recuperare un cospicuo numero di accessioni valdostane, che sono sottoposte ad osservazioni particolareggiate e messe a confronto con le accessioni tradizionali del Vallese.

Infine, grazie al finanziamento della Fondazione CRT (Cassa di Risparmio di Torino), ha preso avvio il progetto *OpThymus*, che si propone di studiare specie appartenenti al genere *Thymus*, spontaneamente presenti sull’arco alpino occidentale, potenzialmente interessanti da un punto di

vista liquoristico, alimentare, farmaceutico, cosmetico e floro-vivaistico. L'obiettivo finale è di portare innovazione di prodotto (tramite l'utilizzo di specie spontanee locali) e di processo nel settore delle piante officinali, mediante nuovi protocolli di trasformazione, moltiplicazione, coltivazione ed estrazione di oli essenziali e fitocomplessi.

Nell'articolazione del Rapporto, i progetti sono riuniti secondo cinque filoni tematici:

- Relazioni tra agricoltura e ambiente;
- Valorizzazione delle risorse del territorio;
- Sostegno alle produzioni agroalimentari e diversificazione del reddito agricolo;
- Innovazione tecnica;
- Difesa delle colture e lotta ai difetti delle produzioni agroalimentari.

Per ciascuno di essi, si è data maggiore evidenza ad alcuni progetti tra quelli conclusi o in fase di realizzazione più avanzata, mentre altre attività di ricerca in corso sono presentate con brevi note più sintetiche.

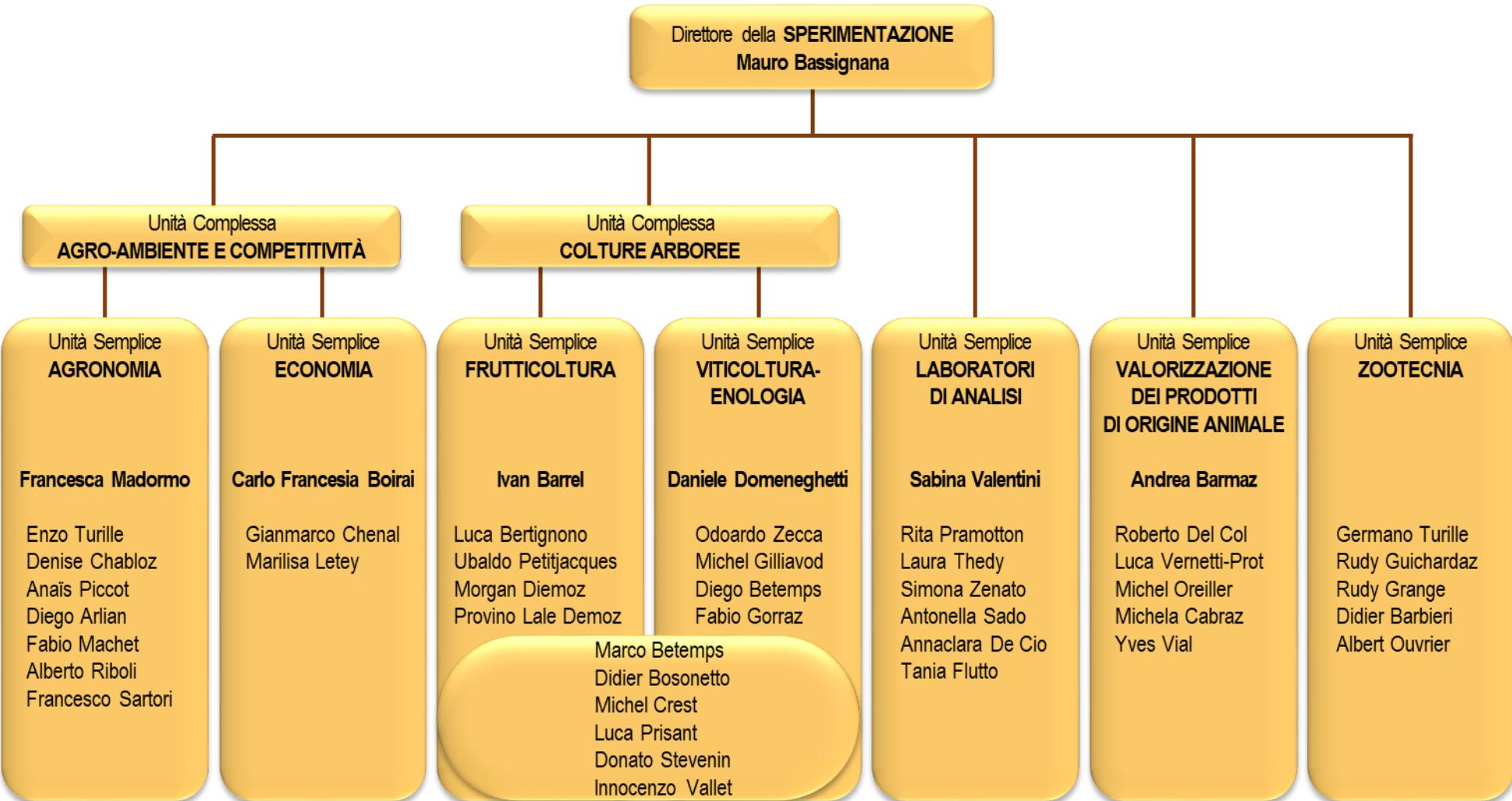
In ciascuna scheda è indicata l'Unità di Ricerca che conduce il progetto. Come si vedrà, in ragione dell'approccio organico messo in atto per approfondire ambiti che per loro natura sono complessi e sfaccettati, numerosi progetti sono frutto della collaborazione tra diverse Unità di Ricerca, in cui gli specialisti dei singoli ambiti di approfondimento hanno operato in interconnessione con i colleghi attivi in altri campi di competenza.

Alla redazione del Rapporto hanno collaborato i Responsabili delle Unità di Ricerca e i tecnici ricercatori, ma i lavori qui esposti non sarebbero stati realizzati senza l'apporto essenziale di tutto il personale operativo. L'elenco aggiornato al giugno 2020 delle persone che operano nella Sperimentazione è riportato di seguito e comprende 46 nomi.

Negli ultimi dodici mesi sono andati in pensione Giancarlo Bagnod, Responsabile dell'Unità di Economia, e Alessandro Neyroz, primo ricercatore dell'Unità di Agronomia, ai quali vanno i nostri migliori auguri per gli anni a venire e i più sinceri ringraziamenti per il contributo che in tutti questi anni hanno dato alle attività dell'Institut, diventando punti di riferimento primari nei rispettivi campi di attività.

Parallelamente, per assicurare la continuazione del processo di graduale avvicendamento e ringiovanimento del personale attivo nella ricerca e nella sperimentazione, nel 2019 sono stati assunti presso l'IAR sei giovani collaboratori: Denise Chabloz, ricercatrice presso l'US Agronomia; Annaclara De Cio, incaricata per la comunicazione del progetto TYPICALP; Michel Gilliavod, ricercatore presso l'US Viticoltura-Enologia; Marilisa Letey, ricercatrice presso l'US Economia; Albert Ouvrier, addetto alla stalla presso l'US Zootecnia e Anaïs Piccot, incaricata di ricerca sul progetto PASTORALP.

Organigramma



Relazioni tra agricoltura e ambiente

Cambiamenti climatici e vulnerabilità dei pascoli alpini: il progetto LIFE PASTORALP

US Agronomia

Origine e obiettivi del progetto

Nelle regioni alpine l'incremento delle temperature è risultato quasi il doppio rispetto alla media globale, unitamente alle variazioni nella distribuzione delle piogge e all'intensificarsi di fenomeni estremi. I cambiamenti climatici previsti potranno avere un forte impatto sulla biodiversità vegetale e animale ad alta quota, aumentando la vulnerabilità degli ecosistemi alpini.

Il progetto PASTORALP, finanziato dal programma LIFE dell'Unione Europea, vuole studiare, testare e proporre degli strumenti per mitigare la vulnerabilità dei pascoli alpini ai cambiamenti climatici in due aree studio nelle Alpi occidentali: il *Parco Nazionale Gran Paradiso* e il *Parc des Écrins*. Al fine di promuovere un sistema montano resiliente verranno individuate le pratiche di gestione ottimali, testate su "alpeggi pilota" tramite il coinvolgimento di due aziende agro-pastorali nel territorio del PNGP.

Inoltre, verrà creata una piattaforma web per facilitare l'adozione delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici nei due Parchi, utilizzabile come modello anche per altri ecosistemi pastorali alpini.

La carta dei pascoli del PNGP

Nel 2018 e nel 2019, IAR e PNGP hanno lavorato alla caratterizzazione e alla cartografia delle tipologie pastorali del Parco, punto di partenza per il monitoraggio delle comunità vegetali e per analizzare le dinamiche evolutive derivanti dai cambiamenti climatici.

La prima analisi delle superfici erbacee è stata eseguita a partire dalla Carta degli habitat del Parco Nazionale Gran Paradiso, realizzata mediante interpretazione di foto aeree e integrazione con altri database cartografici (Carta geologica, Carta dei tipi forestali ...); le superfici classificate come "Praterie (formazioni erbose)" hanno costituito la base di partenza per definire i comprensori pastorali da

indagare: le praterie del Parco sono state suddivise in 23 comprensori, corrispondenti ad una superficie complessiva di 6.870 ha.

Considerata l'ampia estensione del Parco e la breve stagione vegetativa dei pascoli a quote elevate, PNGP e IAR hanno incaricato sei esperti pastoralisti per il riconoscimento dei tipi pastorali e la relativa rappresentazione geografica; l'attività di rilevazione delle cotiche erbose e la restituzione cartografica ha richiesto due anni di lavoro.

Figura 1. Rilievi pastorali nel comprensorio Agnel-Nivolet (Ceresole Reale, TO e Valsavarenche, AO).



In preparazione al lavoro in campo, è stato dapprima elaborato un progetto cartografico: tramite fotointerpretazione e unione delle informazioni estrapolabili dalla Carta degli habitat e delle altre cartografie disponibili, è stato possibile individuare le cotiche erbose omogenee ed effettuare una prima stima delle tare. Per ogni comprensorio, si sono individuate da remoto le superfici nette (effettivamente pascolive) sulla base di tre criteri:

- I. Caratterizzazione e quantificazione delle tare (es. rocce e macereti, corsi d'acqua, manufatti, alberi e arbusti).
- II. Acclività delle superfici: dall'analisi del modello digitale del terreno (DTM) sono state escluse le superfici che, seppur inerbitate, presentano una pendenza che

non consente il pascolo agli erbivori domestici.

- III. Accessibilità da parte degli erbivori domestici: esclusione delle aree inerbite e potenzialmente pascolabili ma irraggiungibili da tale categoria di animali.

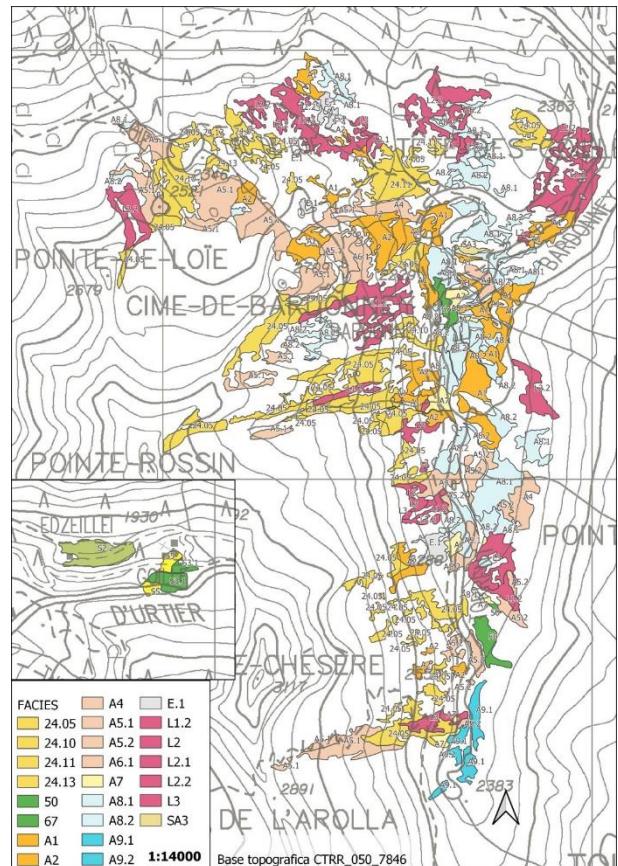
Individuate le aree pascolabili omogenee, si è passati alla validazione in campo: i pastorialisti si sono avvalsi di strumenti supporto digitali (tablet, GPS, telefoni cellulare) e cartacei (cartografie di vario genere e strumenti bibliografici). Ogni professionista ha proceduto con un proprio metodo di lavoro: alcuni annotando i dati su tabelle e cartografie di campo cartacee, digitalizzandoli in un secondo momento, altri inserendo i dati direttamente sul progetto cartografico caricato su tablet.

Per ogni comprensorio indagato sono stati eseguiti uno o più sopralluoghi nell'arco di due stagioni d'alpeggio (2018-2019), valutando di volta in volta le condizioni ottimali del cotico, legate sia allo stadio fenologico, sia all'attività di pascolamento. In campo sono stati validati i dati ottenuti con fotointerpretazione da remoto, come l'effettivo uso del suolo a pascolo, la correttezza della geometria, la tipologia e l'entità delle tare, oltre all'accessibilità ed utilizzabilità da parte degli erbivori domestici. Infine, i sopralluoghi hanno permesso l'individuazione della tipologia di vegetazione presente, avvalendosi della *Tipologia agroecologica delle vegetazioni d'alpeggio in zona intra-alpina nelle Alpi Nord-occidentali* (Bassignana e Bornard, 2001) oppure, in assenza di corrispondenze, utilizzando *I tipi pastorali delle Alpi piemontesi* (Cavallero et al, 2007) o *Les végétations d'alpage de la Vanoise* (Bornard et al, 2006). L'attività di identificazione delle cotiche erbose in campo è avvenuta con metodo di rilevazione visiva delle associazioni vegetali, più speditivo rispetto al classico metodo floristico del rilievo lineare secondo Daget e Poissonet (1971), non applicabile su così ampie superfici e per gli scopi del lavoro.

Dopo aver percorso a piedi i numerosi pascoli d'alpeggio del Parco per due stagioni estive, l'ultimo periodo di lavoro è stato dedicato all'elaborazione dei dati raccolti. Al termine di

queste ricerche per ogni comprensorio di pascolo è stata realizzata una mappa dei tipi pastorali, completa di una tabella attributi con informazioni descrittive della cota erbosa. Le singole mappe sono quindi state armonizzate e unite in un'unica cartografia che costituisce una preziosa banca dati di 4500 ha dei pascoli alpini nel Parco Nazionale Gran Paradiso.

Figura 2. Carta dei tipi pastorali del comprensorio di Bardonne e dell'omonimo alpeggio (Cogne, AO).



Sviluppi futuri

In collaborazione con ARPA Valle d'Aosta e CNRS, i dati vegetazionali rilevati al suolo sono utilizzati per la validazione di quelli satellitari, con l'obiettivo di sviluppare un metodo di rilevamento delle principali categorie pastorali a partire da immagini satellitari.

I dati vegetazionali saranno inoltre impiegati per l'implementazione di modelli che analizzeranno i possibili impatti dei cambiamenti climatici sulla distribuzione e composizione dei pascoli alpini.

L'inventario dei tipi pastorali e la relativa cartografia costituisce una base fondamentale per il monitoraggio delle risorse pastorali del

Parco e per seguirne le dinamiche in funzione dei cambiamenti climatici.

Il progetto LIFE PASTORALP è stato avviato nel 2017 e ha una durata di 5 anni; è coordinato dal Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI) dell'Università di Firenze; i partner del progetto, oltre allo IAR, sono: Agenzia Regionale Protezione Ambiente Valle d'Aosta (ARPA VDA), Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Institut National de Recherche pour l'Agriculture l'Alimentation et l'Environnement (INRAE), Parc National des Écrins (PNE) e Parco Nazionale Gran Paradiso (PNGP).

Riferimenti bibliografici

Bassignana M., Bornard A., 2001. *Tipologia agroecologica delle vegetazioni d'alpeggio in zona intra-alpina nelle Alpi Nord-occidentali*. IAR-Cemagref, Aosta, 134 p

Bornard A., Bassignana M., Bernard-Brunet C., Labonne S., Cozic P., 2006. *Les végétations d'alpage de la Vanoise. Description agro-écologique et gestion pastorale*. Quae éditions.

Cavallero et al., 2007. *I Tipi pastorali delle Alpi piemontesi*. Alberto Perdisa Editore.

Daget P., Poissonet S., 1971. *Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application*. Ann. Agron., 22: 5-41.

Per saperne di più sul progetto PASTORALP: <http://www.pastoralp.eu/home/> oppure seguici su Facebook <https://it-it.facebook.com/pg/life.pastoralp/about/>



Valorizzazione delle risorse del territorio

Descrizione dei vigneti coltivati presso la Fondazione IAR

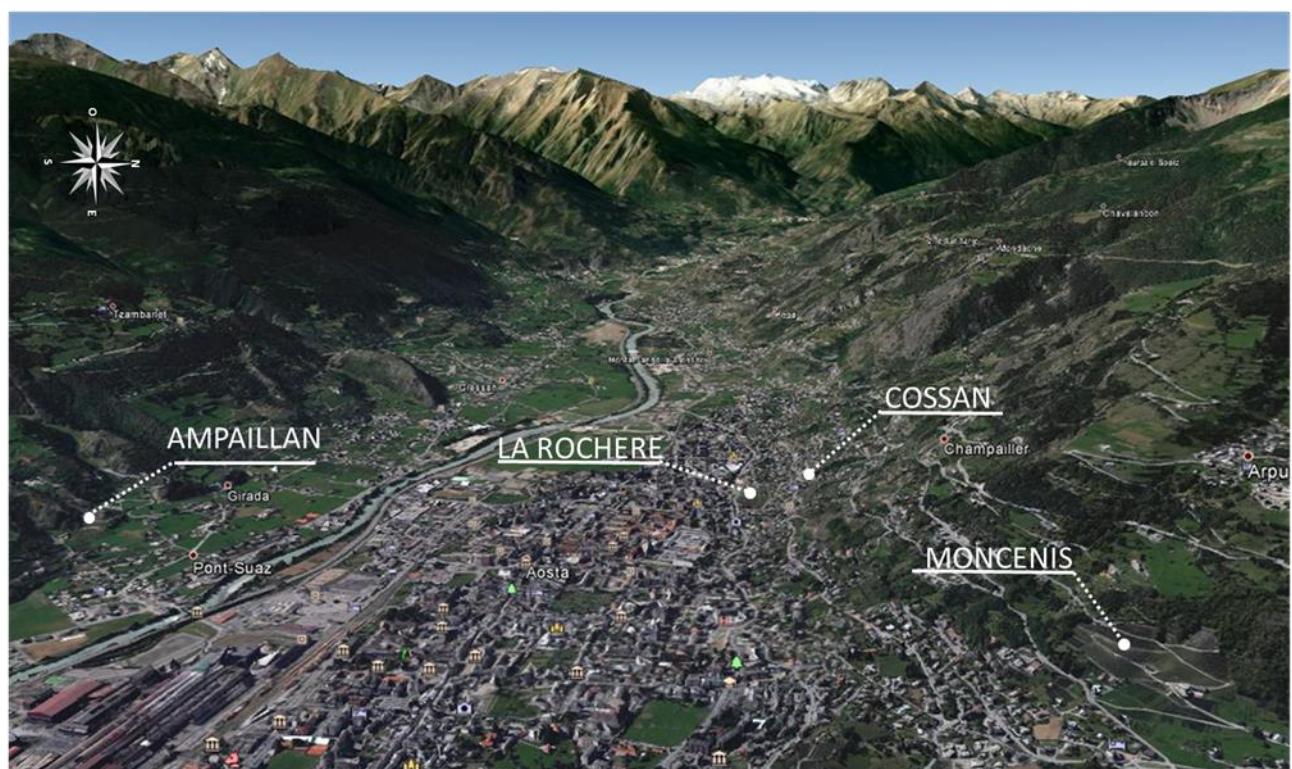
US Viticoltura-Enologia

Localizzazione dei vigneti

L'Unità di Viticoltura-Enologia dell'IAR coltiva, per le attività di ricerca, di produzione e di formazione, diversi vigneti situati a pochi chilometri di distanza dalla cantina di trasformazione, nei comuni di Aosta e di Charvensod. La superficie totale, di 7,2 ettari, è suddivisa in quattro appezzamenti che presentano differenti caratteristiche.

Nel rilievo panoramico della città di Aosta e dei terreni circostanti (**Fig. 1**) è possibile apprezzare la posizione dei vigneti nelle località La Rochère, Cossan e Moncenis, posti sulla sinistra orografica (*adret*), rispetto al vigneto situato sulla destra orografica (*envers*) in Località Ampaillan.

Figura 1. Distribuzione dei vigneti dell'Institut Agricole Régional (Questa immagine, così come le successive, è stata ottenuta con il programma a distribuzione gratuita Google Earth della società Google LLC).



Suddivisione delle aree sperimentali

Le immagini dei vigneti riportate di seguito (**Fig. 2-5**) evidenziano con riquadri di colore diverso le aree destinate alle attività sperimentali.

Come indicato in legenda, nelle aree di colore azzurro sono presenti le accessioni, ossia la discendenza ottenuta da un'unica pianta madre, dei vitigni (sia autoctoni sia a diffusione nazionale o internazionale) che sono stati recuperati in vecchi vigneti della Valle d'Aosta. Attualmente, le accessioni sono conservate in diversi esemplari (solitamente in numero di

circa 5-7 ceppi) al fine di preservare la biodiversità locale. Le accessioni dei vitigni reputati più interessanti sono sottoposte a osservazioni e selezioni, per l'ampliamento e il miglioramento del materiale vivaistico locale.

Le aree di colore arancione si riferiscono alle porzioni di vigneto destinate ai progetti in corso o conclusi di recente (mal dell'esca, erosione e ruscellamento). I riquadri di colore verde identificano i campi madre di prelievo delle marze, ossia le zone da cui viene prelevato il

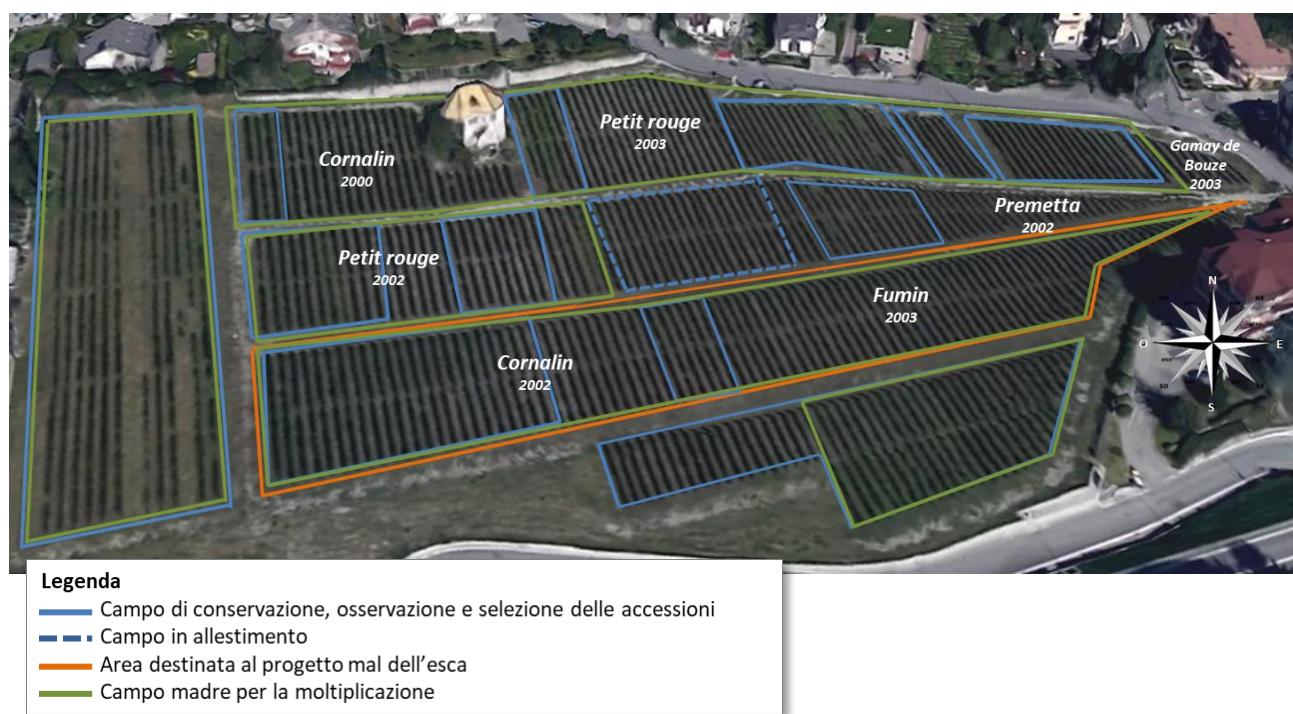
materiale destinato ai vivaisti per la produzione di barbatelle per i nuovi impianti.

In corrispondenza delle diverse porzioni di vigneto sono indicate la varietà presenti con il relativo anno di impianto. Le uve prodotte in queste aree sono destinate, in parte, a prove sperimentali in campo enologico, che sempre più di frequente vengono svolte su volumi di cantina destinati alla vendita (tra le più recenti

si ricordano: le vinificazioni senza conservanti aggiunti, le prove di assemblaggio, la stabilizzazione tartarica dei vini rossi giovani). Per la parte restante, le uve sono impiegate per la produzione di vini commerciali ottenuti con sistemi di vinificazione innovativi o comunque specifici, volti a proporre sul mercato un'ampia e originale gamma di prodotti.

Figura 2. Vigneti in località La Rochère, Aosta.

Altitudine: 580–590 m s.l.m.; Pendenza media: 10 %; Superficie totale: 17.850 m².

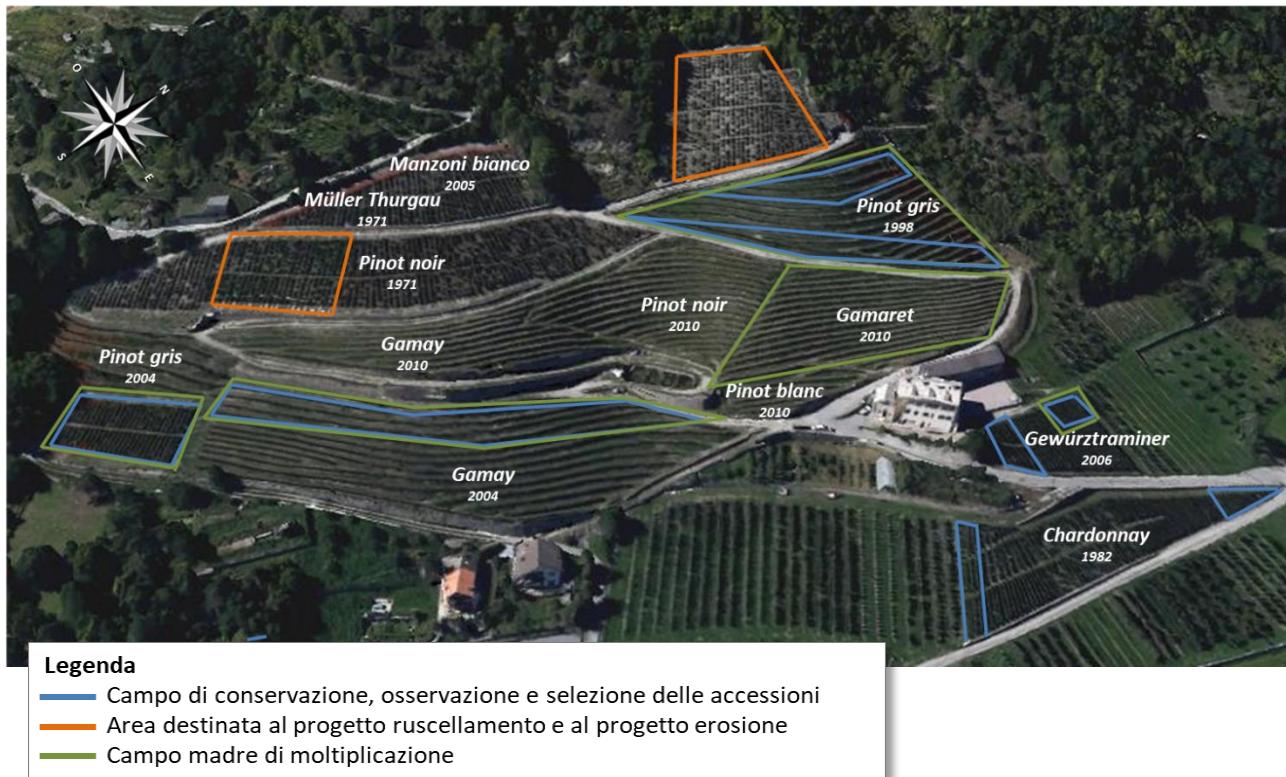


Collezione ampelografica (per ogni vitigno, sono indicate le relative accessioni)

Petit rouge	92	Mayolet	12	Crovassa	2	Luglienga	1
Cornalin	64	Prié blanc	12	Dolcetto	2	Nebbiolo g. rosé	1
Vien de Nus	54	Moscato rosso	11	Erbaluce	2	Neretto duro	1
Petite Arvine	50	Roussin d'Arnad	6	Freisa piciouda	2	"Pugnet"	1
Fumin	40	Ner d'Ala	5	Neretta cuneese	2	Pinot gris	1
Bonda	28	Pinot noir	5	Puppa di feya	2	Rèze*	1
Neyret	27	Roussin de Morgex	4	Ciliegiolo	1	Rouge du Pays*	1
Premetta	15	Blanc commun	3	Chasselas*	1	Altri vitigni	46
Vuillermin	14	Nebbiolo	3	Gouais	1	Totale vitigni	70
Moscato bianco	13	Barbera	2	Gewürztraminer	1	Totale accessioni	529

*vitigni introdotti a scopo comparativo

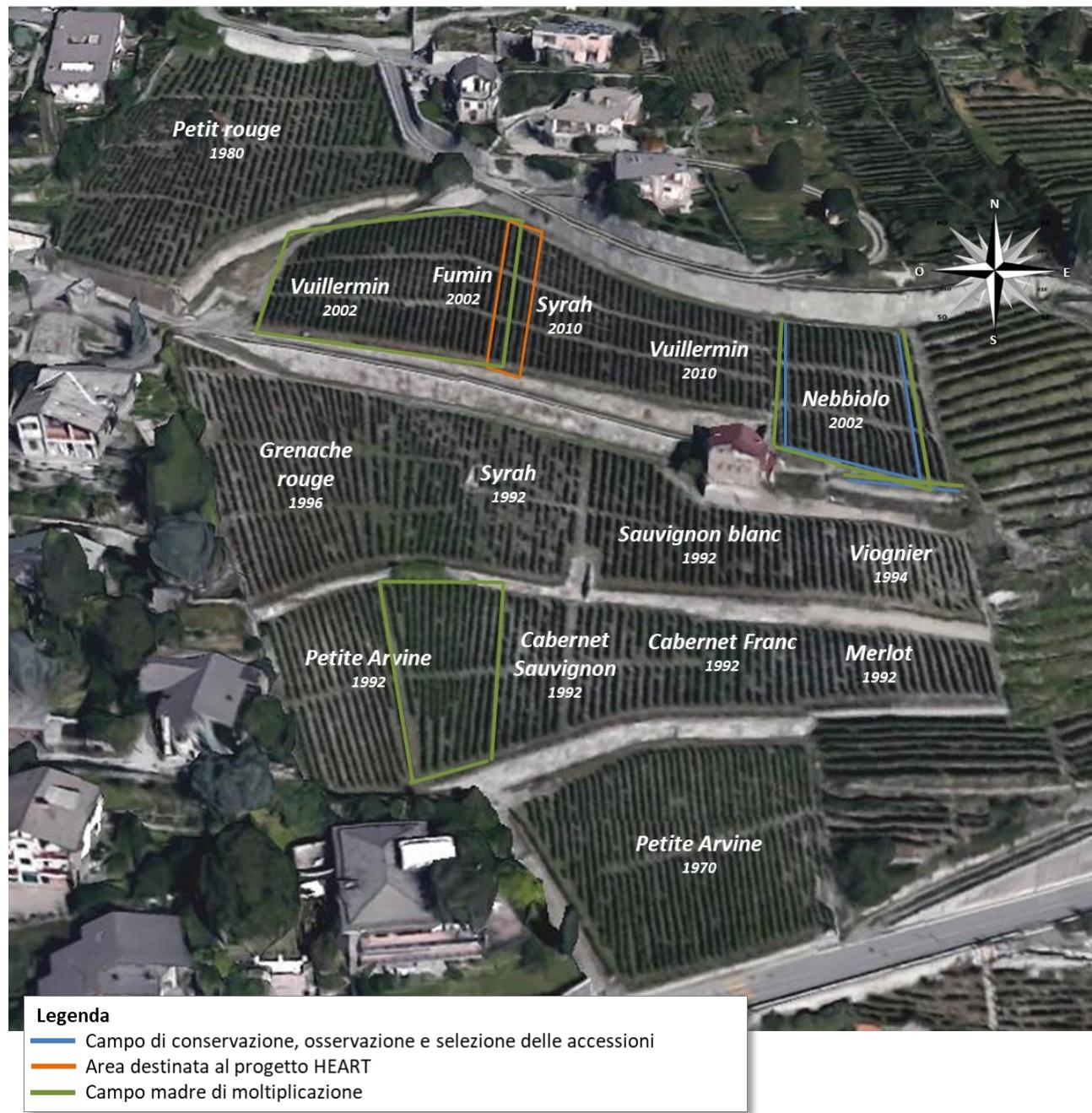
Figura 3. Vigneti in località Moncenis, Aosta.
Altitudine: 720–810 m s.l.m.; Pendenza media: 20–80%; Superficie: 34.600 m².



Bonda	Gamaret	Ner d'Ala
Carminoir	Gamay (clone IAR 4)	Nerano di Spagna
Chardonnay	Gewürztraminer	Pinot blanc
Charmont	Luglienga	Pinot gris (cloni IAR 2/5/6)
Cornalin	Manzoni bianco	Pinot noir
Doral	Mayolet	Premetta
Fumin	Müller Thurgau	Prié blanc
Totale vitigni		21

Figura 4. Vigneti in località Cossan, Aosta.

Altitudine: 610–690 m s.l.m.; Pendenza media: 30–50%; Superficie: 13.100 m²



Albarossa	Nebbiolo
Cabernet Franc	Petit rouge
Cabernet Sauvignon	Petite Arvine
Fumin	Sauvignon blanc
Grenache rouge	Syrah
Humagne blanc	Viognier
Merlot	Vuillermin
Totale vitigni	14

Figura 5. Vigneti in località Ampaillan, Charvensod.

Altitudine: 620–650 m s.l.m.; Pendenza media: 10–50%; Superficie: 6.800 m².



Chardonnay	Gamaret
Pinot noir	Garanoir
Mayolet	Diolinoir
Totale vitigni	6

L'analisi dettagliata del “vigneto IAR” pone in evidenza l'elevata complessità strutturale e la grande ricchezza di vitigni, legate alla costante attività sperimentale in atto. Ci fa piacere sottolineare, infine, che ancora oggi i vigneti sono destinati allo svolgimento della triplice

attività dell'Istituto: produzione a scala reale, ma anche sperimentazione e insegnamento professionale: un progetto lungimirante concepito e realizzato oltre cinquant'anni fa dai canonici del Gran San Bernardo e sostenuto nel tempo dall'Amministrazione regionale.

Omologazione clonale di vitigni autoctoni valdostani

US Viticoltura-Enologia e US Laboratori di Analisi

Origine e obiettivi

Questo progetto è parte di una serie di sperimentazioni messe in atto dall'Institut Agricole Régional nell'ambito di una più ampia attività di recupero e valorizzazione di vitigni autoctoni valdostani. Molte evidenze sperimentali, acquisite nel periodo 2002-2006, sono state successivamente integrate con lo studio delle caratteristiche di bucce e uve sotto il profilo del colore e del contenuto e composizione della componente fenolica.

Negli anni appena successivi alla conclusione del progetto, l'Institut si è orientato verso la distribuzione di materiale standard 'policlonale', prodotto a partire da piante madri controllate dal punto di vista sanitario e conosciute sotto il profilo delle potenzialità produttive ed enologiche, provenienti in gran parte dalle stesse selezioni originali, progressivamente ampliate e modificate in funzione dell'estensione della propria collezione ampelografica. Questa soluzione, più consona ad una realtà viticola estremamente ridotta in termini di superfici impiantate e barbatelle prodotte (di vitigni coltivati esclusivamente nella regione), ha assicurato la conservazione di un'adeguata diversità genetica, oltre che la disponibilità di materiali ragionevolmente adatti alle diverse condizioni pedo-climatiche locali, in un contesto in cui il mantenimento di numerosi cloni omologati, ognuno con specifiche attitudini culturali, è evidentemente improponibile.

Recentemente, sia da parte dei vivaisti che operano nella regione che della comunità di viticoltori locali, è stata auspicata la disponibilità di materiale certificato anche per i vitigni 'minori', da affiancare alle esistenti popolazioni standard. Di conseguenza, nell'ultimo biennio le attività di ricerca sono state riprese e integrate sia con un'approfondita analisi statistica dei dati già acquisiti nel corso degli anni, che con nuovi rilievi relativi alla fertilità e alle caratteristiche distintive dei diversi cloni selezionati, secondo

le specifiche richieste dalle più recenti direttive per la presentazione dei dossier di omologazione. Ovviamente, si è resa necessaria anche la riconferma dello stato sanitario delle piante madri.

L'obiettivo del progetto era l'omologazione di alcune accessioni della collezione ampelografica IAR appartenenti a quattro vitigni autoctoni per cui non era disponibile materiale certificato: Fumin, Mayolet, Prié rouge e Prié blanc. In complesso si sono omologati cinque cloni: due Fumin (IAR-F18 e IAR-F33), un Mayolet (IAR-M25), un Prié rouge (IAR-PMT11) e un Prié blanc (IAR-PRB1).

Fumin IAR-F18

Rispetto alla media della popolazione di candidati cloni, il IAR-F18 si caratterizza per un vigore inferiore e una maggiore produzione, risultando più equilibrato dal punto di vista vegeto-produttivo rispetto al clone IAR-F33. La capacità produttiva superiore alla media può risultare importante in annate di bassa produzione (per ridotto peso medio della bacca e/o scarsa fertilità).



Dal punto di vista qualitativo, il IAR-F18 rappresenta la norma della selezione di accessioni in esame. Il clone IAR-F18 è uno dei più conosciuti, essendo stato largamente distribuito in forma di materiale standard.

Fumin IAR-F33

Dal punto di vista delle caratteristiche vegeto-produttive, il clone IAR-F33 non si discosta in maniera significativa dalla popolazione studiata, eccetto che per un maggiore vigore ed un acino tendenzialmente più piccolo.



Più importanti, ed interessanti, sono le differenze riscontrate nella composizione delle uve e dei mosti. Lo IAR-F33 si è caratterizzato per un contenuto in zuccheri significativamente più elevato, che si traduce in un più elevato grado alcolico; il mosto presenta acidità titolabile più elevata, imputabile a un maggiore contenuto di acido malico, più che di tartarico. In effetti nei vini, una volta svolta la fermentazione malolattica, l'acidità titolabile ed il pH si abbassano a livelli normali ed il quadro acido si armonizza. Più che soddisfacenti anche le caratteristiche polifenoliche e del colore (sebbene, sotto questo profilo, le caratteristiche del vitigno in generale siano talmente elevate che un ulteriore miglioramento non appare di particolare rilievo). Il clone IAR-F33 è uno dei più

conosciuti: è stato largamente distribuito in forma di materiale standard ed ha sempre ricevuto ottimi riscontri. Rispetto alla media del materiale standard attualmente distribuito, può certamente contribuire al miglioramento del prodotto sotto il profilo qualitativo.

Mayolet IAR-M25

Il clone IAR-M25 si caratterizza per la produzione contenuta e più regolare rispetto alla media varietale.



Le caratteristiche del grappolo, che appare meno compatto e significativamente più stretto rispetto alla media della popolazione in esame, lo rendono potenzialmente meno soggetto a problemi di malattie fungine.

Prié rouge IAR-PMT11

Il clone IAR-PMT11 presenta caratteristiche estremamente favorevoli rispetto alla popolazione studiata per quasi tutte le variabili considerate: i livelli di fertilità basale, potenziale e reale sono tendenzialmente superiori, la produzione per pianta e il peso medio del grappolo sono marcatamente più contenuti e

costanti (differenze significative nell'analisi statistica), la composizione dei mosti è decisamente favorevole (anche nell'analisi statistica), così come gli indici di antociani e polifenoli.



Anche l'analisi sensoriale delle microvinificazioni conferma una performance marcatamente superiore rispetto agli altri candidati cloni considerati. Il vigore risulta significativamente superiore alla media.

Prié blanc IAR-PRB1

Sotto il profilo delle caratteristiche vegeto-produttive, lo IAR-PRB1 presenta dimensioni del grappolo inferiori e potenziale produttivo più contenuto rispetto alla media della popolazione.

Sulla base delle evidenze analitiche, il clone IAR-PRB1 appare in grado di fornire vini di qualità significativamente superiore alla media varietale, rispetto alla quale il grado alcolico è più elevato e il quadro acido appare marcatamente più armonico, grazie alla minore acidità totale, al minore contenuto di acido malico e al pH più elevato.



Origine e finalità del progetto

Il progetto Vi.A “Route des Vignobles Alpins - Strada dei Vigneti Alpini” è un'iniziativa transfrontaliera che, nell'ambito del Programma europeo Interreg V-A ALCOTRA 2014-2020 di cooperazione Francia-Italia, sviluppa la tematica “Attrattività del territorio” e, attraverso l'individuazione di itinerari turistici volti a valorizzare i territori alpini e il turismo enologico, punta a:

- rafforzare l'identità dei territori vitati alle pendici delle Alpi;
- qualificare e promuovere il patrimonio paesaggistico, culturale e di biodiversità;
- dare impulso all'economia turistica facendo leva sul paesaggio vitato, sulle produzioni locali di vini e sulle molteplici specificità (culturali, naturalistiche) del territorio.

Proprio nell'ambito di quest'ultimo punto l'Institut Agricole Régional, in collaborazione con l'Università degli Studi di Torino, ha focalizzato l'indagine ponendo l'attenzione sulle condizioni di coltivazione determinate dal difficile ambiente naturale (elevate pendenze, limitata dimensione degli appezzamenti coltivabili, sovente strappati alla roccia, frammentazione e difficile accessibilità) e sul conseguente impatto sui costi di un'attività viticola così impegnativa quale la pergola alta, tipica della bassa Valle d'Aosta.

Le valutazioni tecniche in termini di fabbisogni di materiali e di manodopera sono state discusse e validate con i viticoltori locali (che ringraziamo sentitamente), riuniti nelle Caves Coopératives di Donnas che costituiscono il centro strategico per il mantenimento della viticoltura di questa zona. Il lavoro intende fornire un supporto informativo originale e indispensabile non solo ai viticoltori, ma anche ai decisori politici quali attori dello sviluppo e della conservazione del territorio. Per ultimo, individuiamo anche nei consumatori i destinatari ideali di questo lavoro, qualora essi siano attenti e sensibili alle forme di viticoltura rare e in via di estinzione, non a torto oggi sovente definite eroiche.



I costi di produzione della pergola alta valdostana

L'équipe di ricerca ha lavorato applicando i classici criteri e le metodologie di valutazione dei costi fissi e variabili connessi a questa particolare, se non unica, tipologia di viticoltura.

Tuttavia, la pergola "alta" necessita di strutture di impianto molto complesse a supporto delle viti. È stato calcolato che il fabbisogno orario in sede di allevamento raggiunge le 1600 ore e che l'importo delle strutture di impianto (barbatelle comprese) supera i 70.000 €/ha. Tale valore è talmente elevato che, nella computazione delle quote, si è preferito applicare solo quelle di manutenzione piuttosto che quelle di reintegrazione. Anche la meccanizzazione risulta molto difficoltosa e a tratti impossibile, aumentando il fabbisogno di manodopera o alterando i parametri di uso medio annuo delle macchine.

Tutto ciò premesso, i dati restituiscono un livello di costo di coltivazione superiore del 50% rispetto alle realtà viticole montane (quindi già soggette a importanti handicap naturali) coltivate a Guyot. Ciò determina parimenti un costo di produzione dell'uva superiore ai 4 €/kg, che pone la zona su livelli di assoluta eccezionalità.

La sostenibilità del sistema "pergola alta"

Le considerazioni sui costi di produzione associate all'impegno finanziario iniziale per

l'impianto e alla difficoltà delle condizioni lavorative, tanto più se poste in relazione con l'invecchiamento dei viticoltori della zona considerata, pongono seri dubbi sulla sostenibilità di questo tipo di viticoltura nella bassa Valle d'Aosta.

Lo scoglio iniziale dei costi di impianto rischia di demotivare un giovane che voglia approcciarsi alla coltivazione. Sempre più impellente si rivela essere il sostegno all'entrata di nuovi soggetti, sostegno che deve essere non solo economico, attraverso aiuti all'investimento, ma anche di tipo morale e di condivisione delle difficoltà. In questo la Cooperativa svolge un ruolo egregio.

Tuttavia, un aiuto di tipo economico ci deve essere poiché la pergola non rappresenta solo uno strumento di lavoro ma svolge una significativa funzione paesaggistica ed è ricca di identità territoriale.

La necessità di operare il recupero delle vigne, in una logica territoriale e non solo aziendale, è fondamentale per potere continuare a fruire di un paesaggio vitato curato e a disposizione di tutti. Per ultimo, continuerà ad essere necessario proseguire nell'opera di comunicazione (quasi di "evangelizzazione") che la Cooperativa svolge nel trasmettere il valore e il fascino insito di un vino del tutto unico.

Introduzione e scopo della ricerca

Attualmente, buona parte della ricerca nel settore agroalimentare è indirizzata allo studio delle relazioni tra nutrizione e salute. Gli alimenti funzionali rappresentano, infatti, il futuro dell'industria; il mercato è in continua crescita in quanto c'è una migliore conoscenza del pubblico sugli effetti benefici che la dieta può offrire. L'unità di ricerca **HEART VdA**, grazie ai suoi tre progetti operativi, ha avuto come obiettivo quello di migliorare le conoscenze scientifiche di base in ambito agroalimentare, valorizzare l'aspetto naturalmente nutraceutico dei prodotti agroalimentari del territorio e stimolare l'innovazione, al fine di ottenere un aumento della qualità nella produttività agricola e una maggiore competitività delle micro, piccole e medie imprese.



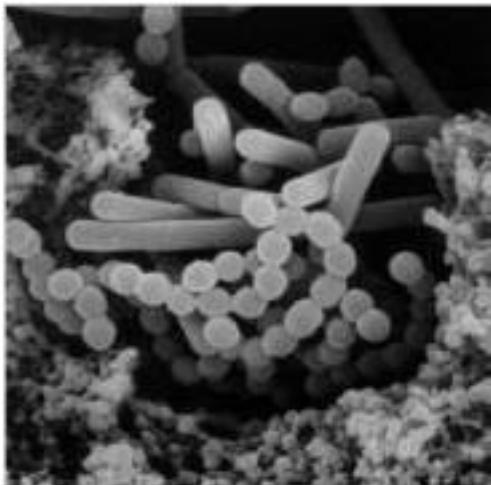
In questo contesto, il progetto **Dairy Product & By-Product** ha cercato di valorizzare gli aspetti naturalmente funzionali e nutraceutici degli alimenti di origine locale, incentivando la diversificazione della produzione aziendale e il relativo collocamento nel mercato agricolo valdostano. Questo è stato possibile attraverso lo sviluppo di nuovi prodotti e processi di trasformazione nell'ambito della filiera lattiero-casearia, partendo dalla materia prima latte e dai principali sottoprodotto di lavorazione. In particolare, l'attività di ricerca ha avuto tra gli obiettivi quello di valutare sotto diversi aspetti tecnologici alcuni ceppi di batteri lattici appartenenti alle specie *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii*,

facenti parte della collezione di fermenti lattici autoctoni dell'Institut Agricole Régional, isolati nel corso degli anni presso alpeggi e piccoli caseifici valdostani che lavorano il latte senza l'utilizzo di fermenti commerciali, da selezionare e impiegare in miscela per la produzione di un latte fermentato di seguito denominato *yogurt*, partendo dallo studio delle caratteristiche tecnologiche dei ceppi in condizioni controllate di laboratorio ma il più possibile vicine a quelle tecnologiche-applicative.

Come specificato dall'attuale legislazione italiana, per yogurt si intende un prodotto caratterizzato da una struttura gelatinosa, risultante dalla coagulazione delle proteine del latte, in seguito alla fermentazione ad opera di una coltura di microrganismi *starter* costituita dai batteri lattici *Streptococcus thermophilus* (ST) e *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (LB). Questi batteri, Gram-positivi termofili ed omofermentanti, devono essere vitali in quantità totale non minore di 10 milioni (10^7 UFC) per grammo di yogurt e ciascuna delle due specie deve essere presente in quantità non inferiore a 1 milione (10^6 UFC) per grammo fino alla scadenza del prodotto.

Il processo di produzione dello yogurt comprende differenti fasi che contribuiscono allo sviluppo delle sue tipiche caratteristiche organolettiche. Il latte viene inizialmente sottoposto ad un trattamento termico ad alte temperature (pastorizzazione), che induce la denaturazione delle sieroproteine e la formazione di ponti disolfuro tra β -lattoglobuline e k-caseine. La conseguente acidificazione ad opera dei fermenti contribuisce alla progressiva formazione della cagliata, un reticolo proteico tridimensionale responsabile della caratteristica *texture* gelatinosa dello yogurt.

Presso il caseificio dello IAR viene attualmente prodotto uno yogurt a partire da latte vaccino valdostano, impiegando una formulazione batterica commerciale (Lyofast Y450B, Sacco).



Grazie al contributo del Laboratorio di biotecnologie del Museo Regionale di Scienze Naturali E. Noussan di La Salle (RAVA), partner del progetto, è stato possibile effettuare una caratterizzazione genetica dei fermenti testati per le loro proprietà tecnologiche-applicative in laboratorio e in caseificio. È stato portato avanti, inoltre, uno studio sulle potenziali proprietà bioattive del prodotto finale, attraverso un approccio proteomico. Infine, i dati ottenuti in questo lavoro hanno condotto alla messa a punto di protocolli di tracciabilità genetica dei fermenti selezionati e della razza bovina valdostana, a conferma dell'unicità degli stessi.

In parallelo, è stata condotta la caratterizzazione del siero della Fontina DOP. Si tratta di un sottoprodotto della lavorazione casearia che conserva le proprietà nutrizionali del latte, ma, allo stesso tempo, è altamente inquinante se rilasciato nell'ambiente. L'unità di ricerca HEART VdA ha lavorato, durante l'intero progetto, ad alternative utili a valorizzarne i componenti. Tra queste, il recupero e la purificazione delle frazioni biologicamente attive costituiscono la base per lo sviluppo di nuove applicazioni. Sono state oggetto di studio, *in primis*, le sieroproteine, per la creazione di un alimento funzionale dalle proprietà antiipertensive. Successivamente, è stato approfondito il meccanismo d'azione a livello cutaneo del permeato sierico fermentato, con lo scopo di poterlo impiegare nella preparazione di un cosmetico innovativo in grado di stimolare la riparazione delle ferite.

Selezione di fermenti lattici per la produzione di uno yogurt interamente valdostano

Attività svolte

Sono stati complessivamente studiati 49 ceppi batterici, di cui 6 ceppi commerciali venduti per la produzione di yogurt e 43 ceppi batterici autoctoni, 31 appartenenti alla specie *Streptococcus thermophilus* e 12 alla specie *Lactobacillus delbrueckii*, tutti facenti parte della collezione di batteri lattici dell'Institut Agricole Régional e selezionati nel corso degli anni presso alpeggi e piccoli caseifici di produttori valdostani che lavorano il latte seguendo l'antica tradizione di famiglia e rigorosamente senza l'utilizzo di fermenti commerciali nella zona di produzione della Fontina DOP. Altri 8 isolati, presenti in ceppoteca, sono stati esclusi da questo tipo di analisi, in quanto la loro specie di appartenenza risultava essere sconosciuta.

Il lavoro di selezione dei ceppi è stato incentrato sullo studio delle caratteristiche tecnologiche dei differenti ceppi attraverso due fasi; una prima fase di caratterizzazione protecologica dei singoli ceppi in funzione del loro potenziale impiego nella preparazione di yogurt attraverso lo studio di importanti caratteristiche tecnologiche quali: capacità di crescita a 42°C, attività proteolitica, capacità e velocità di acidificazione ovvero il potere acidificante, produzione di composti aromatici, capacità addensante attraverso la produzione di esopolisaccaridi (EPS). La seconda fase del lavoro ha interessato, invece, la caratterizzazione tecnologica mediante prove di industrializzazione su scala pilota dei ceppi in miscela che presentavano i caratteri tecnologici più interessanti, al fine di verificare l'effettiva possibilità di produrre industrialmente la coltura da impiegare come *starter* selezionato nella preparazione dello yogurt. A tal fine, sono stati valutati i seguenti parametri tecnologici: capacità acidificante delle miscele, capacità addensante delle miscele, capacità aromatizzante delle miscele. I ceppi che hanno evidenziato interessanti parametri protecologici, quali elevata capacità acidificante, buona o elevata capacità di

produrre EPS e capacità aromatizzante, sono stati impiegati in prove di simulazione del processo industriale per verificarne la possibile industrializzazione, prima su latte in polvere (*skim milk*) e successivamente su latte fresco pasteurizzato proveniente dalla cascina aziendale. Per il completamento del processo di valutazione tecnologica delle miscele e a conferma della stabilità delle performance tecnologiche espresse dai singoli ceppi per ogni miscela testata, sono stati valutati alcuni dei parametri impiegati nella valutazione protecnologica. Per valutare la possibile industrializzazione dei ceppi in miscela sono state simulate, su scala pilota, tutte le fasi previste dal processo a scala industriale, fra cui la trasformazione dei ceppi in coltura liofilizzata in grado di mantenere le *performance* tecnologiche e di assicurare un'elevata carica microbica vitale nelle fasi di fermentazione e nelle successive fasi di conservazione del prodotto.



La fase successiva di caratterizzazione del prodotto finito ha previsto la messa a punto di una metodica in cromatografia liquida accoppiata alla spettrometria di massa (LC-MS) per l'individuazione di peptidi bioattivi presenti nello yogurt. Al fine di agevolare il lavoro di identificazione dei differenti peptidi originati dalla attività enzimatica dei batteri lattici durante la fermentazione, è stato fatto, grazie anche alla collaborazione del partner CINI, un lavoro di predizione *in silico* dei tagli proteolitici attuati dagli enzimi batterici utilizzati in co-coltura. A tale scopo è stato creato un *tool* bioinformatico, denominato *Peptide Hunter*, a partire dai dati di post-sequenziamento. Inoltre, grazie alla messa a punto di una metodica di gascromatografia accoppiata alla spettrometria di massa (GC-MS), è stato possibile ottenere un profilo aromatico e di acidi grassi del prodotto finito.

La caratterizzazione genetica, condotta dal laboratorio di biotecnologie E. Noussan, ha previsto l'analisi di DNA *barcoding* per gli isolati batterici non ancora identificati e l'analisi *Multi Locus Sequence Tagging* (MLST) per la caratterizzazione subspecifica dell'intero gruppo di ceppi.

Risultati e discussione

Nell'ambito dell'indagine sulla valutazione protecnologica dei ceppi microbici, sono stati selezionati i ceppi che hanno evidenziato complessivamente le migliori *performance* tecnologiche, vale a dire quelli che hanno dimostrato capacità di crescita alla temperatura di 42°C e, fra i ceppi di *Streptococcus thermophilus* (ST), quelli con bassa attività proteolitica, essendo emerso che la combinazione di ceppi poco o non proteolitici con ceppi di *Lactobacillus delbrueckii* darebbe migliori prestazioni tecnologiche per quanto riguarda la vitalità dei ceppi e la qualità del prodotto finale, mentre per quanto riguarda la capacità acidificante, sono stati selezionati quelli che hanno effettuato una rapida coagulazione in latte in polvere (*skim milk*), entro 6 ore di fermentazione a 40°C, considerata la temperatura di riferimento per la fermentazione dello yogurt.

I ceppi di *S. thermophilus* sono in grado di produrre solo acido L-lattico e, tra loro, sono stati selezionati quelli che hanno mostrato elevata capacità acidificante durante la fermentazione in latte. Tali ceppi hanno evidenziato alla temperatura di 40°C un valore di pH variabile da 4,05 a 6,4 e una produzione di acido L-lattico variabile da 1,56 a 4,97 g/l, proporzionale con l'andamento delle curve di acidificazione prodotte: a curve di acidificazione rapide sono corrisposte più elevate quantità di acido lattico prodotto, a curve di acidificazione più lente quantità di acido L-lattico minori. Per i ceppi di *Lactobacillus delbrueckii*, avendo tutti evidenziato una capacità acidificante molto lenta e superiore alle sei ore, non è stato possibile quantificare la produzione di acido lattico. I risultati della valutazione protecnologica sono stati messi in relazione con i risultati dell'indagine filogenetica dei ceppi e, alla luce dei dati emersi, sono stati

selezionati i campioni microbici con profilo genetico diverso e con le migliori performance tecnologiche. Una volta individuata la miscela *starter* migliore, le stesse prove sono state effettuate sulle colture liofilizzate ottenendo risultati paragonabili.

Dal sequenziamento degli isolati autoctoni di ST sono stati evidenziati 9 aplotipi, tra i quali sono compresi alcuni ceppi ben differenziabili da un punto di vista genetico rispetto a quelli commerciali, ma, in generale, la sottospecie di appartenenza risulta essere la stessa per tutti gli estratti analizzati. Per quanto riguarda i Lattobacilli, sono stati identificati 2 aplotipi ben differenziabili dai ceppi commerciali, ma filogeneticamente distanti dalla sottospecie *bulgaricus*, benché il protocollo riconosciuto dall'Istituto Superiore di Sanità abbia confermato l'identificazione come tale. I ceppi testati sono evidenziati in **Figura 1**.

Figura 1. Ceppi di *Lactobacillus delbrueckii* sottoposti a test.

ID ceppo	LAB	clpX	dnaA	groEL	murE	pheS	pyrG	recA	rpoB
17QU1MRS	A	A	A	A	A	A	A	A	A
18QU1MRS	A	A	A	A	A	A	A	A	A
19QU1MRS	A	A	A	A	A	A	A	A	A
20QU1MRS	A	A	A	A	A	A	A	A	A
21QU1MRS	A	A	A	A	A	A	A	A	A
22QU2MRSh24	A	A	A	A	A	A	A	A	A
23QU1MRS/14	A	A	A	A	A	A	A	A	A
66QU1MRS/60	A	A	A	A	A	A	A	A	A
67QU1MRS/60	A	A	A	A	A	A	A	A	A
20/7A/24	A	B	B	B	B	A	B	B	B
21/7A/24	A	B	B	B	B	A	B	B	B
6UC	B	C	C	B	C	B		C	
10UC	B	C	C	B	C	B	B	B	C
6 Y450B	B	C	C	B	C	B	B	B	C

Lactobacillus delbrueckii

A

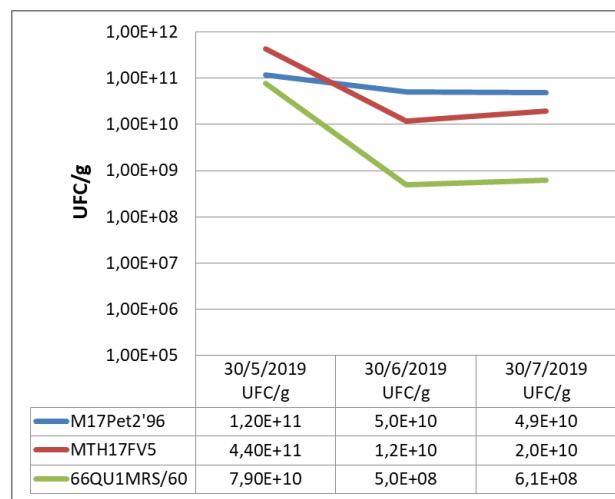
B

Commercial

Prove di degustazione sono state effettuate, durante l'intero progetto, per validare la ripetibilità della capacità *starter* dei fermenti autoctoni e il gradimento del prodotto ottenuto. La valutazione della resa industriale della miscela *starter* si è conclusa in seguito alla liofilizzazione dei fermenti selezionati: due *Streptococcus thermophilus* (M17Pet2'96 e MTH17FV5) ed un *Lactobacillus delbrueckii*

ssp. sconosciuta (66QU1MRS/60) sono stati sottoposti a crioessicazione in rapporto 1:2 tra le specie ed in presenza di 0,4% (p/p) di eccipiente. Sono state infine confermate la *shelf-life* (**Figura 2**) e le *performance* tecnologiche della miscela liofilizzata, utilizzata come lattoinnesto o ad inoculo diretto.

Figura 2. Andamento nel tempo della carica batterica dei ceppi liofilizzati.

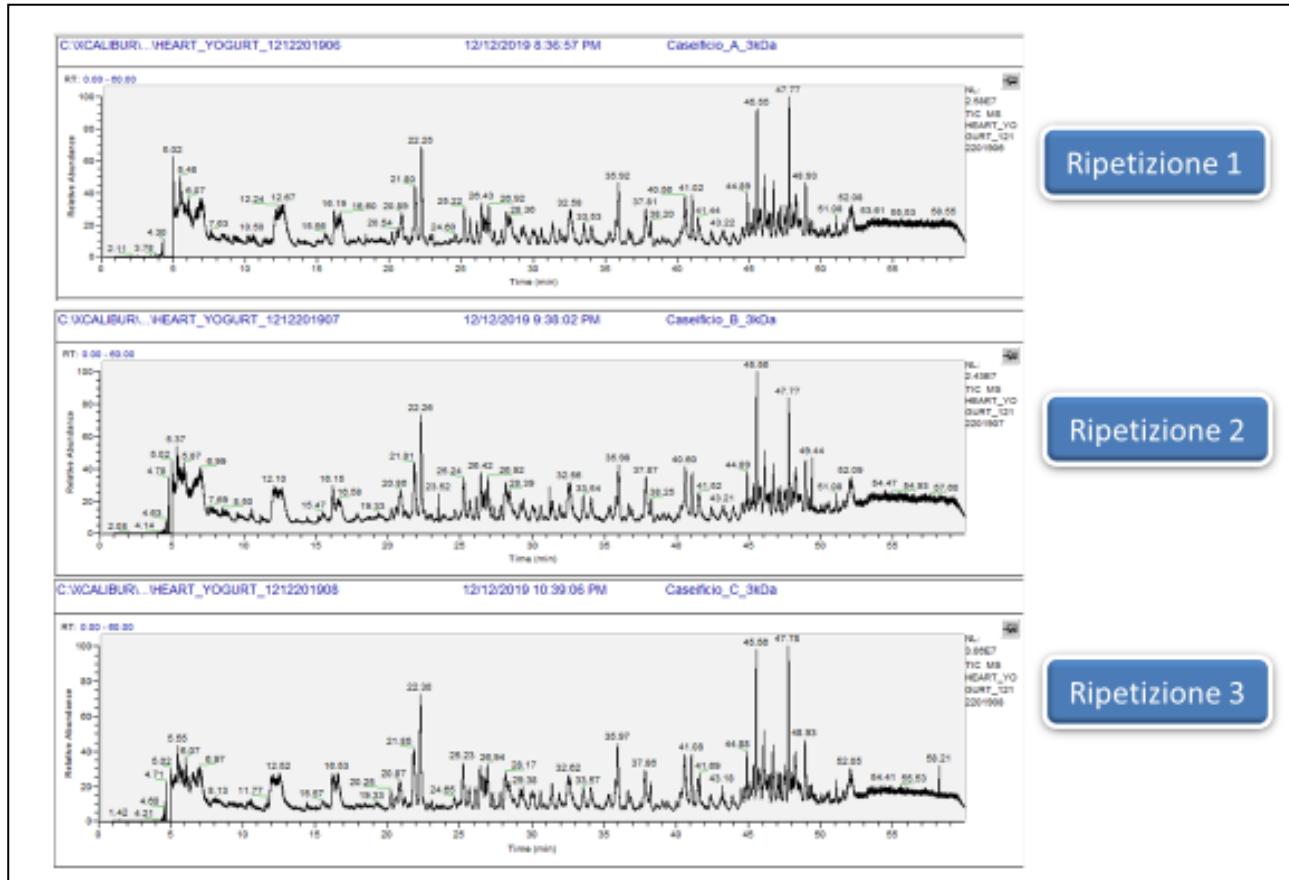


Le proprietà *starter* sono state esaminate anche in presenza di miele e su bevande vegetali. Questo ha permesso di confermare le potenzialità dei ceppi autoctoni, anche per la produzione di alimenti alternativi, ampiamente richiesti dal mercato odierno.

La fase successiva di caratterizzazione del prodotto finito ha previsto l'individuazione dei peptidi bioattivi presenti nello yogurt, per mezzo della tecnologia LC-MS e della predizione dei tagli proteolitici attuati dagli enzimi batterici individuati in co-coltura. A tale scopo, a partire dai dati di post-sequenziamento, è stato creato dal Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica (CINI), partner dell'UdR, un *tool* bioinformatico denominato *Peptide Hunter*.

Dal quadro completo dei peptidi presenti nella frazione di peso molecolare inferiore ai 3 kDa, sono stati individuati i picchi prevalenti, da un punto di vista di intensità di segnale, ed è stata effettuata la ricerca della molecola parentale (**Figura 3**).

Figura 3. Cromatogrammi ottenuti in LC-MS ESI⁺.



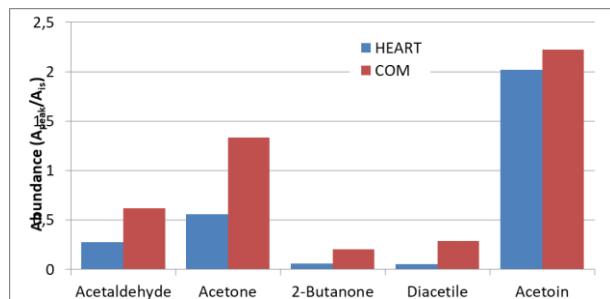
A ogni molecola presente nel campione, individuata da uno specifico rapporto massa su carica (m/z), è stata associata una lista delle possibili sequenze a cui corrispondesse quel valore, con particolare riferimento a quelle originate dalle proteine del latte. In aggiunta ai dati ritrovati in letteratura scientifica con provata evidenza sperimentale, lo studio ha preso in considerazione anche le sequenze suggerite da lavori di predizione *in silico* e quelle derivanti da latte proveniente da razze non bovine (umana, ovina, caprina...). Tuttavia, di queste, è stato necessario confermare la posizione all'interno della sequenza proteica bovina di riferimento depositata in UniProtKB, il più grande database bioinformatico per le sequenze proteiche. Al termine, su un totale di 79 sequenze individuate, che presentavano una lunghezza compresa tra i 2 e i 19 amminoacidi, 58 derivavano dalle caseine e 21 dalle proteine sieriche. Nel complesso, la funzione predominante dei peptidi identificati è risultata essere quella inibitoria dell'enzima che

converte l'angiotensina I (ACE I), il precursore di un potente ormone vasocostrittore responsabile dell'ipertensione. I peptidi che derivano dalla β -lattoglobulina presentavano invece maggiormente attività antiradicalica. Inoltre sono stati ritrovati peptidi dalla funzione antimicrobica e immunomodulante.

Dall'analisi del profilo aromatico e degli acidi grassi, si può affermare che i fermenti hanno lavorato in maniera simile e che, come atteso, in % la quantità di chetoni ed acidi è rilevante rispetto al totale dei composti organici volatili identificati con la metodica SPME_GC/MS scelta.

Se invece analizziamo singolarmente acetaldeide, acetone, 2-butanone, diacetile ed acetoino, ritenuti i composti di maggior impatto nel quadro aromatico generale di uno yogurt, sembrerebbe che questo andamento venga rispettato solo in parte, come si può osservare in **Figura 4**.

Figura 4. Contenuto dei principali composti aromatici nello yogurt prodotto con fermento locale (HEART) e con fermento commerciale (COM).



Dall'analisi statistica dei dati, in effetti, è risultato che acetaldeide, acetone e 2-butanone sono significativamente ($p<0.01$) più abbondanti nello yogurt prodotto con fermento commerciale, mentre le differenze che si sono osservate fra le concentrazioni delle due tesi, per diacetile ed acetoino, sono risultate non significative. Possiamo ipotizzare quindi che, nonostante le due colture *starter* si siano comportate in modo paragonabile, probabilmente l'attività fermentativa non ha seguito la stessa dinamica, a fronte di un identico processo di lavorazione. In effetti, il fermento HEART ha mostrato tempistiche di acidificazione più lente rispetto a quelle osservate per il fermento commerciale, che hanno portato ad un rallentamento di tutte le attività legate alla fermentazione del latte e, quindi, anche ad un minor accumulo di sostanze aromatiche rispetto alla miscela commerciale.

L'analisi qualitativa del profilo degli acidi grassi ha portato all'identificazione di 68 composti differenti. È possibile suddividere in diverse classi l'insieme delle molecole identificate, in base alla lunghezza della catena dell'acido grasso, alla presenza o assenza di insaturazioni, alla presenza o meno di ramificazioni sulla catena, all'isomeria geometrica e posizionale dei doppi legami e al carattere di essenzialità degli acidi grassi. Dall'analisi quantitativa non sono emerse differenze significative fra i due yogurt analizzati. Per quanto riguarda la classe degli Acidi Linoleici Coniugati (CLA), composti non possono essere sintetizzati dal nostro organismo e le cui principali risorse alimentari sono il latte ed i suoi derivati, possiamo confermare che, come previsto, il CLA 9c,11t

rappresenta circa il 90% dei CLA totali per entrambi gli yogurt oggetto di studio. È infatti ritenuto che le specifiche attività biologiche siano da attribuirsi ai singoli isomeri piuttosto che all'intero pool. In particolare, è stato accertato che il CLA 9c,11t possiede attività anticancerogene. Come già sostenuto da diversi autori, quindi, sembrerebbe che la coltura *starter* non influenzi tale parametro.

Per quanto riguarda la caratterizzazione genetica, è stato sviluppato dal Museo E. Noussan il protocollo di tracciabilità dei fermenti selezionati, validato su campioni di liofilizzato e su matrici complesse, come lo yogurt. Sono state poste le basi, inoltre, per la messa a punto di un protocollo di certificazione genetica per la razza bovina valdostana, a partire da prodotti trasformati lattiero-caseari.

Valorizzazione delle componenti bioattive del sottoprodotto siero

Attività svolte

Il siero della Fontina DOP è un sottoprodotto liquido della lavorazione casearia. L'espulsione del siero (sineresi) dalla cagliata avviene a 36 °C, in seguito alla coagulazione enzimatica indotta dall'aggiunta di caglio di vitello. Per mezzo di questo processo, si ottiene un siero dolce, dalla colorazione giallastra. È composto dal 93-94% d'acqua, con una sostanza secca pari a circa il 6-7% i cui costituenti sono sostanzialmente: lattosio (70%), proteine (10%), sali minerali (15%) e grassi.



Sono chiare quindi le proprietà nutrizionali del siero che derivano dal latte, ma allo stesso tempo, è importante notare come si tratti di una sostanza altamente inquinante, con costi di smaltimento elevati. Attualmente, metà della

produzione locale viene scartata come rifiuto, mentre il mercato principale riguarda la produzione di mangimi zootecnici in forma liquida o liofilizzata.

Presso i nostri laboratori sono state ideate alcune alternative utili a valorizzare il siero ed i suoi componenti. In particolare, sono stati sfruttati i progressi tecnologici nella filtrazione a membrana, che permettono il recupero dei costituenti del siero, preservandone lo stato nativo, con l'obiettivo di sviluppare nuove applicazioni di interesse locale. Il protocollo operativo messo a punto prevede un pretrattamento del campione, costituito da chiarificazione per mezzo di una precipitazione termocalcica e da una microfiltrazione, antecedenti al processo di ultrafiltrazione, in grado di frazionare la componente proteica del siero da quella zuccherina.

Le sieroproteine sono state oggetto di studio per la creazione di un eventuale alimento funzionale. In seguito alla catalisi ad opera di enzimi proteolitici, in condizioni *in vitro* che simulano la digestione gastrointestinale, che avviene *in vivo*, si assiste alla formazione di peptidi bioattivi, la cui sequenza è inattiva all'interno del precursore.



Parallelamente, si è deciso di approfondire la caratterizzazione e il successivo utilizzo di zuccheri contenuti nel permeato da ultrafiltrazione, per la realizzazione di un principio attivo potenzialmente utilizzabile nell'ambito cosmetico e/o farmacologico. Il siero contiene galatto-oligosaccaridi (GOS) in parte sintetizzati dalla ghiandola mammaria bovina e in parte prodotti attraverso reazione enzimatica ad opera di microrganismi impiegati nella lavorazione del formaggio. Si tratta di molecole in grado di mimare, in parte, le funzioni di oligosaccaridi presenti nel latte umano ed è nota, inoltre, la loro azione

prebiotica a livello della flora batterica intestinale. I GOS hanno effetti benefici anche sulla pelle, quando assunti oralmente, agendo sull'attenuazione degli stati infiammatori della cute mediante meccanismi che partono dall'intestino. Date queste premesse, i ricercatori dell'U.S. Laboratori di Analisi, in collaborazione con l'azienda locale *Atelier des Idées*, hanno deciso di valutare l'effetto diretto del permeato sierico sui cheratinociti umani, al fine di creare un cosmetico dalla funzione protettiva e condizionante per pelli sensibili. Il permeato pretrattato in laboratorio è stato sottoposto a caratterizzazione biochimica anche mediante SPME-GC/MS. In seguito, grazie alla collaborazione con l'Università di Torino, sono stati valutati la citotossicità e l'effetto biologico del preparato ottenuto, con test *in vitro* e *in vivo*, ponendo particolare attenzione ai meccanismi molecolari alla base della chiusura delle ferite.

Per questa parte di lavoro non verranno presentati i risultati in quanto, essendo un lavoro unico e originale, si sta procedendo al deposito della domanda di brevetto.

Risultati e discussione

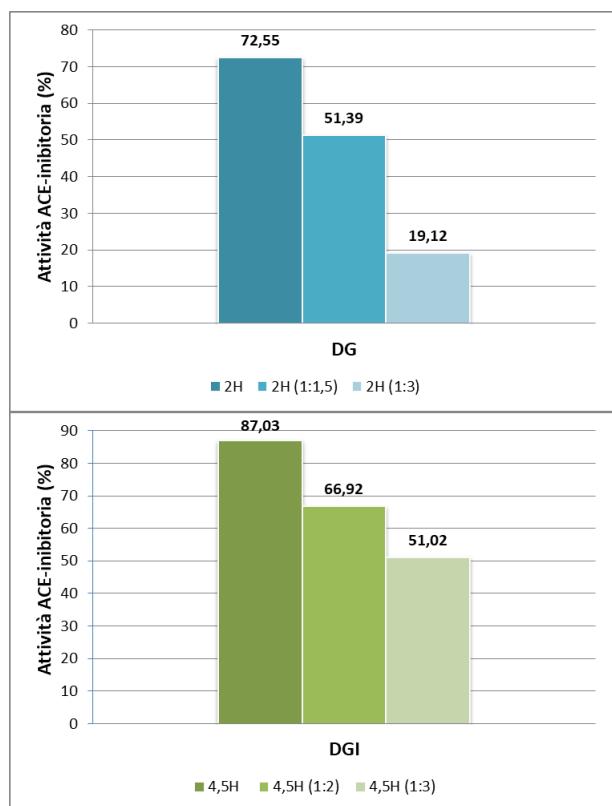
Il processo di ultrafiltrazione ha condotto all'ottenimento di due prodotti: un concentrato proteico o "retentato" ed un permeato ricco in lattosio. È stato possibile ottenere una frazione proteica concentrata con un fattore volumetrico di circa 12. Questo significa che da un siero chiarificato e microfiltrato, contenente proteine alla concentrazione di circa 6,5 mg/ml, è stato ottenuto un campione caratterizzato da circa 80 mg/ml di proteine.

Gli studi *in vitro* di digestione gastro-intestinale (GI) del retentato sierico hanno mostrato come i peptidi liberati ad opera degli enzimi siano potenzialmente in grado di influenzare il sistema cardiovascolare attraverso l'inibizione dell'enzima che converte l'angiotensina I (ACE). L'attività ACE inibitoria del concentrato proteico non digerito e dell'idrolizzato è stata determinata attraverso un saggio *in vitro*, testando differenti diluizioni del campione, per verificare la linearità dell'effetto biologico.

L'inibizione massima in % è risultata essere $72,55 \pm 0,46$ per la digestione gastrica (2 ore)

e $87,03 \pm 0,51$ per la digestione GI completa simulata (4,5 ore) (Figura 5).

Figura 5. Risultato dell'attività ACE inibitoria del retentato sierico dopo digestione gastrica (in blu), e digestione GI (in verde).



Le proteine del siero non digerite non sono state in grado di inibire l'ACE. Infine, il valore dell'IC₅₀ è risultato essere $0,463 \pm 0,005$ mg/ml per il digerito a 2 ore e $0,402 \pm 0,008$ mg/ml per il campione digerito a 4,5 ore.

L'assunzione delle sieroproteine in quanto precursori e l'arricchimento di un alimento con le frazioni digerite, quindi, potrebbero potenzialmente apportare benefici per chi li ingerisce. Inoltre, l'analisi in LC-MS ha mostrato la presenza di peptidi bioattivi derivanti sia dalla digestione gastrica che dall'azione enzimatica avvenuta durante le prime fasi di caseificazione del latte in Fontina. Per quanto riguarda la fase gastrica, su un totale di 101 sequenze peptidiche individuate, 78 derivavano dalle caseine, mentre solo 23 dalle proteine sieriche. Al termine della fase intestinale si è assistito ad un incremento dei peptidi prodotti, 113 in totale, di cui 72 derivano dalle caseine e 41 dalle proteine sieriche. Queste ultime, essendo le uniche proteine ancora presenti nel campione, sono le sole ad

aver potuto contribuire all'incremento osservato. A conferma di quanto osservato negli studi *in vitro*, la maggior parte dei peptidi identificati mostravano attività ACE inibitoria.

Conclusioni

Dalla serie di dati ottenuti, si evince che la miscela *starter* liofilizzata per la produzione di yogurt presenta delle ottime proprietà tecnologiche, che trovano anche un riscontro positivo dal punto di vista delle proprietà organolettiche richieste e soprattutto apprezzate dai possibili consumatori. Tale miscela può essere utilizzata su differenti matrici di fermentazione ed è in grado di dare origine ad un valido prodotto nutraceutico, che può essere promosso sul mercato locale.

Le analisi condotte hanno avuto lo scopo di promuovere la valorizzazione del patrimonio locale, salvaguardando la biodiversità del territorio regionale e di incrementare l'interesse di produttori e consumatori verso un prodotto lattiero-caseario interamente valdostano.

In seguito all'analisi genetica approfondita, è emerso che il ceppo di *Lactobacillus* selezionato non appartiene alla sottospecie *bulgaricus*. Esso presenta elevata omologia con le ssp. *delbrueckii* e *lactis*, tuttavia si differenzia da esse. Di conseguenza va precisato che, secondo le norme vigenti, il prodotto fermentato ottenuto con tale ceppo non può presentare la denominazione "yogurt" in etichetta. Per questo motivo, è stato condotto un sondaggio per individuare un nome originale, in occasione della 1020^a Fiera di Sant'Orso.

Lo yogurt prodotto ha ottenuto un grande riscontro tra il pubblico presente alla Fiera e per questo motivo potrebbe rappresentare un valore aggiunto non solo per l'azienda agricola dello IAR (l'U.S. Valorizzazione dei prodotti animali sta attualmente lavorando alla scelta del *packaging* per la linea di vendita) ma anche per altre aziende locali a cui saranno messi a disposizione i fermenti anche in forma liofilizzata. Inoltre, i protocolli di tracciabilità genetica messi a punto potrebbero essere alla base di un sistema di controllo in grado di tutelare i consumatori e l'origine delle materie prime impiegate.

Dal momento che i risultati ottenuti sul permeato sierico rappresentano una novità in campo scientifico, si sta valutando la possibilità di brevettare il protocollo operativo ideato e messo a punto nei laboratori dello IAR. L'intero studio di valorizzazione del sottoprodotto siero ha condotto ad una valida alternativa agli attuali metodi di impiego. Il principio attivo si presenta come estremamente innovativo e il trasferimento tecnologico dello stesso potrebbe renderlo accessibile ad un'ampia gamma di utenti, i quali potrebbero in futuro sviluppare la tecnologia ideata, ampliandone il contesto d'applicazione.



L'U.S. Laboratori di Analisi e l'U.S. Valorizzazione Prodotti di Origine Animale stanno proseguendo parte dello studio, ponendo particolare attenzione allo sviluppo di nuovi prodotti e processi, nel contesto del progetto Typicalp - *TYpicity, Innovation, Competitiveness in ALpine dairy Products*, progetto che è stato avviato grazie al Programma di Cooperazione Interreg V-A-Italia-Svizzera 2014-2020 e le cui attività hanno avuto inizio a dicembre 2018.

Questo progetto è stato cofinanziato dal FESR e dal FSE attraverso il bando "Creazione e sviluppo di unità di ricerca" programmazione 2014-2020.

Realizzazione di due prototipi di laboratori mobili per il progetto TYPICALP

US Valorizzazione dei Prodotti di Origine Animale e US Laboratori di Analisi

Il progetto TYPICALP intende rafforzare la competitività delle micro, piccole e medie imprese attive nella filiera lattiero-casearia in Valle d'Aosta e nel Valais, attraverso la messa a punto di un modello transfrontaliero sostenibile ed innovativo di comunicazione, tracciabilità e distribuzione, per la valorizzazione dei prodotti di montagna e dei loro sottoprodotti. Il progetto, inoltre, ha l'obiettivo di salvaguardare le tipicità dei prodotti lattiero-caseari della tradizione alpina e la biodiversità insita nei medesimi, attraverso la collaborazione tra centri di ricerca e aziende nell'area della cooperazione transfrontaliera, attuando interventi congiunti per risolvere le criticità comuni, finalizzati all'innovazione di prodotto e di processo, all'innovazione strategica e organizzativa, pur mantenendo il *savoir faire* della tradizione. TYPICALP intende, infine, promuovere sistemi di logistica locale, attraverso tecnologie di telecomunicazione e mezzi a basso impatto ambientale.

Il 2019 è stato l'anno di avvio del progetto, con una serie di azioni legate ai diversi *work package* in cui il medesimo è articolato. In particolare, per le attività relative allo IAR, sono stati effettuati numerosi interventi tecnici presso caseifici e alpeggi individuati come casi pilota del progetto, visite tecniche e incontri con i *partner* svizzeri, analisi di laboratorio su latte e formaggi, sessioni di analisi sensoriale dei prodotti della stagione estiva.



Nel corso del 2019 i ricercatori dello IAR e del partner svizzero HES-SO (*Haute école spécialisée de Suisse occidentale*), in collaborazione con l'azienda SP Solutions, sponsor del progetto per la Svizzera, hanno lavorato alla progettazione e alla realizzazione di due unità mobili di laboratorio: una per la trasformazione del latte e l'altra per effettuare su di esso eventuali trattamenti preliminari quali deodorizzazione, omogeneizzazione e pastorizzazione.



Questi prototipi hanno in sintesi le seguenti caratteristiche:

- mobilità;
- versatilità;
- possibilità di trasformare il latte direttamente presso le aziende per affrontare eventuali criticità e individuare delle soluzioni;
- possibilità di diversificare la produzione e di mettere a punto nuovi prodotti;
- possibilità di fare formazione in campo.

Questi laboratori possono, inoltre, essere un importante strumento di comunicazione e divulgazione delle rispettive filiere lattiero-casearie nei territori della cooperazione: ambedue i moduli presentano infatti ampie superfici vetrate, per permettere di seguire le diverse operazioni dall'esterno, e sono

attrezzati per svolgere qualsiasi tipo di lavorazione, che potrà quindi essere presentato a operatori e tecnici, in occasione di manifestazioni di settore, ma anche ai consumatori in fiere e appuntamenti dedicati al settore agroalimentare, sia a livello nazionale che internazionale.

La realizzazione dei due moduli è terminata nell'autunno scorso e attualmente sono collocati presso la cascina di Montfleury, per poterli collaudare oltre che decorare all'esterno. I collaudi delle attrezzature sono iniziati a dicembre, e, con l'occasione, sono state effettuate delle prove di caseificazione, in collaborazione fra ricercatori e tecnici dello IAR e di HES-SO, effettuando delle lavorazioni pilota per produrre Fontina e Raclette.

Questo progetto è cofinanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR), per la Cooperazione Territoriale Europea - CTE (transfrontaliera, transnazionale e Interregionale) attraverso il Programma di Cooperazione Interreg V-A- Italia-Svizzera 2014-2020.



Ricerca e sperimentazione su batteri lattici selezionati in zona di produzione di Valle d'Aosta *Fromadzo DOP*

US Valorizzazione dei Prodotti di Origine Animale e US Laboratori di Analisi

Negli anni 2017, 2018 e 2019, presso il caseificio sperimentale di Montfleury e altri caseifici valdostani, sono state testate alcune miscele di batteri lattici selezionati per inoculo diretto, sotto forma di liofilizzato, al fine di valutarne le *performance* in termini di competitività con la microflora indigena del latte crudo e le caratteristiche organolettiche di formaggi prodotti secondo quanto previsto dal disciplinare di produzione di Valle d'Aosta *Fromadzo DOP*. A tal fine sono state effettuate lavorazioni comparate dello stesso latte, inoculato con due diverse formulazioni di fermenti, e i formaggi sono stati degustati per rilevare se si evidenziassero differenze qualitative tra le due tesi. Su tutte le forme è stato effettuato il monitoraggio della microflora presente nel latte crudo e dei ceppi inoculati a

diversi step di stagionatura; la colonizzazione dei formaggi da parte di questi ultimi è stata determinata mediante tecnica RAPD-PCR. Parte dei risultati sono stati utilizzati per una tesi magistrale in Scienze e Tecnologie Alimentari, dalla quale è stato anche tratto un lavoro presentato al XII *Meeting on Mountain cheese* tenutosi a Padova nel 2017, in collaborazione con la relatrice della tesi Paola Dolci dell'Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA).

Nell'ambito del lavoro è stata anche effettuata una caratterizzazione tecnologica dei ceppi costituenti le due miscele di fermenti, per alcuni parametri relativi al processo di caseificazione, da cui è emersa un'interessante attività antagonista nei

confronti di batteri eterolattici, la cui attività gasogena può avere conseguenze anticasarie.



Un lavoro parallelo è quindi stato fatto per testare una miscela di tali ceppi in caseificazioni sperimentali a Fontina, aggiungendoli al fermento FT-1 normalmente utilizzato. Anche tale approfondimento è stato oggetto di uno *stage* e della raccolta di dati per una tesi di laurea magistrale in Scienze Biologiche (Università degli Studi di Torino) di una ex allieva dello IAR, intitolata "Studio dei difetti di gonfiore in Fontina DOP attraverso l'utilizzo di una miscela contenente ceppi di *Lactococcus lactis* e *Lactococcus cremoris*"; nell'ambito di tale lavoro sono state effettuate

sulla pasta dei formaggi, nel corso della stagionatura, delle analisi mediante tecnica RAPD-PCR per seguire lo sviluppo dei ceppi inoculati.

Un articolo dal titolo "*Impact of Lactococcus lactis as starter culture on microbiota and metabolome profile of an Italian raw milk cheese*" è stato recentemente presentato per la pubblicazione su una rivista di settore, in collaborazione con il DISAFA. Nell'articolo sono valutate le *performance* delle due miscele di batteri lattici selezionati inoculate nella produzione di Valle d'Aosta Fromadzo DOP, in termini di competitività e capacità di colonizzazione, rispetto alla popolazione microbica indigena (approccio metatassonomico) e di sviluppo del volatiloma (GC-MS e analisi sensoriale). Una delle due miscele ha ottenuto risultati migliori, dato che è stata in grado di colonizzare i formaggi, a spese del microbiota lattico indigeno, raggiungendo colonizzazioni comprese tra 70% e 87% in produzioni sia di fondovalle che di alpeggio; per entrambe queste tipologie di formaggio la stessa miscela ha ottenuto i migliori punteggi in termini di aroma e sapore e il formaggio prodotto in alpeggio ha ottenuto il miglior punteggio per tessitura della pasta.

Pascolo a tempo parziale o a tempo pieno in alpeggio: conseguenze sul comportamento alimentare delle vacche e sugli acidi grassi del latte

US Zootecnia

Nel 2019 è stato pubblicato un articolo che presentava i risultati di una prova in cui venivano studiati gli effetti, sul comportamento alimentare delle bovine e sulle proprietà del latte, di due distinti sistemi di gestione della mandria in alpeggio¹. Alla ricerca, condotta nel

2015, aveva partecipato anche l'IAR, che gestiva all'epoca l'alpeggio dell'Entrelor.

Due gruppi paragonabili di vacche di razza Pezzata Rossa Valdostana, uno di proprietà dell'Institut e l'altro di un allevatore privato che conduce un alpeggio nel vallone di Vertosan, sono stati studiati dall'inizio di aprile fino alla

¹ Manzocchi E, Koczura M, Coppa M, Turille G, Kreuzer M, Berard J., 2019. Grazing on Upland Pastures Part-Time Instead of Full-Time Affects the Feeding Behavior of

Dairy Cows and Has Consequences on Milk Fatty Acid Profiles. *Animals* (Basel) Nov 1;9(11):908. doi: 10.3390/ani9110908.

metà di agosto. Le vacche dell'IAR erano gestite secondo la tecnica del pascolamento integrale, ossia restando a tempo pieno sul pascolo, senza ricovero in stalla. Per la mungitura veniva utilizzata una mungitrice mobile. Il secondo gruppo, invece, veniva gestito secondo la tecnica tradizionalmente diffusa in Valle d'Aosta, con accesso al pascolo per 4 ore dopo la mungitura mattutina e per 2 ore, dopo la mungitura serale.

Sono state osservate differenze notevoli nel comportamento alimentare, poiché le vacche del secondo gruppo hanno mostrato tempi

giornalieri di ingestione più brevi e periodi più lunghi di ingestione e di inattività rispetto alle vacche che erano sul pascolo a tempo pieno. Il latte delle vacche ricoverate in stalla, inoltre, presentava un contenuto inferiore di proteine e di caseina, ma la quantità prodotta e le proprietà di coagulazione non differivano rispetto al latte delle vacche in pascolamento integrale. In conseguenza delle ore passate senza foraggio in stalla, le vacche sintetizzavano meno acidi grassi e mobilitavano le riserve corporee di grasso, come evidenziato dalla maggiore percentuale di acido oleico nel grasso del loro latte.



Interventi di ripristino in aree naturali protette: quali sementi utilizzare per evitare il degrado degli habitat?

US Agronomia

L'estate 2019 ha visto i tecnici-ricercatori dello IAR impegnati nella “spazzolatura” di prati permanenti della Val Ferret, vallata laterale di Courmayeur collocata sul versante italiano del Monte Bianco (**Figura 1**).

Figura 1. Spazzolatrice in azione in Val Ferret.



Per capire di cosa si tratta è necessario fare un passo indietro.

Quando vengono effettuati dei lavori all'interno di un'area naturale protetta, al termine degli interventi è sovente necessario ripristinare la vegetazione preesistente. Per inerbire le aree interessate dai cantieri, non è opportuno utilizzare miscugli di sementi reperibili in commercio, poiché non composti da flora locale e inadatti alla condizioni ambientali del luogo. La miglior soluzione è raccogliere la semente direttamente da prati spontanei con una composizione floristica simile a quella delle aree da rivegetare.

Nella Zona di Protezione Speciale (ZPS) Val Ferret, l'Institut Agricole Régional ha raccolto la semente destinata a ripristinare due diversi habitat di elevato valore naturalistico, uno all'interno della stessa ZPS (gestita dalla RAVA – Struttura biodiversità e aree naturali protette), l'altro in una prateria umida nel Parco Nazionale Gran Paradiso. La semente è stata raccolta con una spazzolatrice, macchina trainata dotata di spazzola che, ruotando su un asse orizzontale, stacca i semi delle piante del prato (**Figura 2**); l'impatto sul cotico erboso è

limitato e pochi giorni dopo la raccolta della semente è possibile lo sfalcio o il pascolamento.

L'utilizzo di questa tecnica di ripristino, però, non è permessa ovunque e in qualsiasi contesto. Il sistema normativo che regolamenta la produzione e la vendita delle sementi prevede che esse siano vendute solo se certificate, iscritte nei cataloghi ufficiali e prodotte da ditte autorizzate. L'UE consente deroghe a queste norme per interventi di preservazione delle risorse fitogenetiche e dell'ambiente naturale e solo in un contesto strettamente locale (Dir. 2010/60/UE, recepita con il D. Igs. 14/08/2012, n. 148). I territori delle aree naturali protette rientrano a pieno titolo negli ambienti da preservare e, in caso di interventi di ripristino della vegetazione erbacea, l'utilizzo di sementi raccolte localmente garantisce che siano adatte all'ambiente in cui sono riseminate, che non vengano introdotte specie vegetali estranee inadatte al luogo e limita il rischio di diffondere eventuali specie invasive che degraderebbero l'habitat.

Figura 2. Materiale vegetale appena raccolto, prima dell'essiccazione e della trebbiatura.



I due interventi di ripristino di aree naturali protette sono stati realizzati nell'ambito del progetto RestHALp – finanziato dal Programma europeo di cooperazione transfrontaliera tra Francia e Italia Interreg ALCOTRA 2014-2020 – di cui lo IAR è capofila.

Il progetto RESERVAQUA: protezione e valorizzazione della risorsa acqua in Valle d'Aosta e nel Vallese

US Agronomia

L'acqua che proviene dalle Alpi, in alcune stagioni dell'anno, fornisce alla pianure europee fino al 90% del loro fabbisogno; l'acqua alpina rappresenta quindi una risorsa strategica per mantenere adeguate condizioni di vita alle popolazioni europee e per le numerose attività e filiere socio-economiche che ne dipendono. Negli ultimi anni, questo prezioso patrimonio è sempre più minacciato dalla siccità e dal deterioramento della qualità in conseguenza degli impatti legati alle diverse attività dell'uomo.

Per contrastare le minacce al patrimonio idrico alpino, alcuni enti svizzeri e italiani, grazie al finanziamento del Programma di cooperazione INTERREG V-A Italia-Svizzera, hanno avviato RESERVAQUA, un progetto che mira a sviluppare una strategia di gestione integrata delle regioni montane e degli spazi rurali, al fine di garantire per il futuro un utilizzo sostenibile ed una tutela qualitativa della risorsa idrica alpina, anche a beneficio delle pianure.

Nell'ambito del progetto, lo IAR si occupa dell'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica nel settore agricolo, attraverso la stima dei fabbisogni irrigui delle colture e la determinazione del costo della risorsa e del costo ambientale. Nel 2019 sono state individuate le aree pilota, una rappresentativa

di un comprensorio zootecnico-foraggiero, l'altra a prevalente indirizzo frutticolo; in ogni area verranno monitorati i prelievi irrigui, attraverso l'installazione di misuratori di portata, e verranno calcolati i fabbisogni idrici delle colture con l'ausilio di misurazioni dirette della copertura vegetale (LAI) e dell'umidità del suolo.

Oltre all'Institut Agricole Régional, i partner coinvolti in RESERVAQUA sono: RAVA (Struttura attività geologiche, capofila italiano, e Struttura Politiche regionali di sviluppo rurale), Canton du Valais (Service Cantonal de l'Environnement, capofila svizzero, e Service Cantonal de l'Agriculture), ARPA Piemonte, ARPA Valle d'Aosta, Centre de recherche sur l'environnement alpin di Sion (CREALP), Fondazione Montagna sicura e Politecnico di Torino.



Conservazione di biotipi autoctoni di Martin Sec e valutazione dell'affinità con diversi portinesti nanizzanti

US Frutticoltura e US Laboratori di Analisi

Il Martin Sec, antica cultivar di pero in passato molto diffusa in Valle d'Aosta, ha subito nel corso degli ultimi decenni un notevole calo produttivo, soprattutto a causa dei problemi di disaffinità nei confronti del cotonero, portinesto nanizzante maggiormente

adottato nel pero. La ricerca è dunque orientata all'individuazione di portainnesti alternativi al franco che permettano di migliorare la produttività e, allo stesso tempo, contenere le dimensioni della chioma, facilitando di conseguenza le operazioni culturali. La

disomogenea affinità dei biotipi di Martin Sec nei confronti dei due portainnesti attualmente in studio (*OHF333* e *Pyrus Dwarf*), ha orientato la ricerca su altri portainnesti semi-nanizzanti; oltre al portainnesto *OHF Farold 40*, innestato a gemma dormiente nel 2017, messo a dimora nel 2019 e attualmente in prova attraverso due forme di allevamento, il Guyot e il doppio asse, nel 2019 è stato eseguito l'innesto, in pieno campo, dei differenti biotipi su *Cotogno BA 29*

con intermediario *Madernassa*, al fine di permettere una buona gestione della chioma, grazie al cotogno, senza però avere il contatto diretto con il Martin Sec, grazie all'intermediario.

Nel 2019, inoltre, i frutti dei 4 biotipi autoctoni di Martin Sec sono stati sottoposti ad analisi chimiche, soprattutto per caratterizzarli dal punto di vista qualitativo, ottenendo i seguenti valori medi dei differenti parametri:

Biotipo	Peso del frutto	Zuccheri	Acidità	Durezza	Amido	Clorofilla
	g	°Brix	g/l ac. malico	kg/cm ²	scala 1-5	I _{DA}
2	88	16,4	4,5	6,5	3,5	1,64
4	76	16,4	3,5	6,0	3,7	1,70
6	87	19,8	3,0	6,6	3,6	1,58
8	96	13,7	3,7	6,7	4,6	1,66

Dai risultati parziali risulta soprattutto che il biotipo 8, rispetto agli altri tre, ha un calibro dei frutti maggiore e, nonostante la degradazione

dell'amido sia più avanzata, a parità di epoca di analisi, presenta un contenuto zuccherino notevolmente inferiore.



***Sostegno alle produzioni agroalimentari
e diversificazione del reddito agricolo***

I costi di produzione e la redditività di alcuni contesti produttivi lattiero-caseari valdostani

US Economia e US Valorizzazione dei Prodotti di Origine Animale

La filosofia della ricerca

Nell'ultimo quinquennio le tensioni sul mercato del latte in generale e su quello della Fontina DOP, entrambi strategici per la nostra Regione, hanno orientato l'attività di ricerca dell'Unità semplice Economia agraria dell'Institut Agricole Régional verso un'analisi approfondita del settore lattiero-caseario e verso l'individuazione di forme di diversificazione dell'offerta valide e percorribili. Sono numerose le aziende zootecniche valdostane che nel corso dell'ultimo decennio hanno modificato il loro orientamento dalla semplice produzione di latte (da conferire ai caseifici sociali oppure da vendere a trasformatori privati) verso forme autonome di utilizzazione del latte prodotto in azienda.

Lo scenario di riferimento

L'agricoltura in zona alpina e nello specifico la zootecnia di montagna in Valle d'Aosta, scontano un gap di produttività che tutti sono in grado di percepire, almeno in modo qualitativo. La quantificazione di questo livello di svantaggio è quindi necessaria e ha meritato l'attenzione di questo studio. Il campo di indagine è caratterizzato ancora di più dalla specificità della zootecnia valdostana, nella quale è dominante la presenza della razza bovina Valdostana, caratterizzata da rusticità rispetto alle condizioni di alimentazione e ottima adattabilità al territorio, a scapito di una ridotta produttività. In termini generali, una bovina valdostana produce la metà di razze adatte all'ambiente alpino (es. la Bruna alpina) e circa il 40% delle razze più produttive (Frisona). Questa constatazione di base concentra l'attenzione sulle performance aziendali, segnatamente sulla compressione dei costi e sullo sviluppo del reddito e della remunerazione del lavoro. In tal senso, è lecito aspettarsi che questo gap iniziale sia compensato da una crescita del valore aggiunto dei prodotti finiti, di cui dovrà fruire l'allevatore stesso e non gli operatori

commerciali della filiera. La presenza di produzioni di qualità e a denominazione di origine, gestite prevalentemente tramite il sistema cooperativo, sebbene abbia consentito di mitigare questo divario, pare che non abbia ancora fornito agli allevatori risposta alle loro aspettative.

L'indagine è stata condotta nel triennio 2017-2019 e ha inteso fornire supporto scientifico alla crescente esigenza degli allevatori di disporre di strumenti di analisi per valorizzare maggiormente la materia prima lattea. La sensazione, condivisa a tutti i livelli, di una progressiva incapacità della fase di produzione primaria di garantire un'adeguata redditività agli imprenditori zootecnici ha costituito lo stimolo principale allo studio. Il lavoro si è posto un ulteriore obiettivo trasversale nel sensibilizzare i decisori politici e l'opinione pubblica riguardo alle specificità e alla preziosità della filiera lattiero-casearia valdostana e al valore dei relativi prodotti, che rappresentano la principale leva per il mantenimento di un'economia rurale vitale.



Nella prima parte della ricerca è stata condotta un'analisi tecnica dettagliata delle voci di costo; su di essa è stato quantificato il costo di produzione del latte crudo e, successivamente, della trasformazione del latte in uno o più prodotti finiti. Fra i fattori produttivi in gioco, il fabbisogno di manodopera qualificata rappresenta con ogni probabilità uno dei punti

critici di maggiore peso, sia in termini di fabbisogni, sia della sua remunerazione appropriata.

La seconda parte della ricerca, partendo dalle medesime condizioni gestionali ipotizzate nella prima sezione, valuta la redditività media annua potenzialmente conseguibile da ogni processo produttivo esaminato.

I costi di produzione del latte crudo - il metodo di indagine

I risultati sono molto significativi, sia sotto il profilo della quantificazione delle entità economiche in gioco, sia per quanto riguarda la metodologia che è stata confermata da altri studi analoghi condotti dal CREA (Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria). La metodologia applicata relativamente allo studio economico è del tutto originale ed è calibrata sulla realtà valdostana. Questo elemento è fondamentale: se è ben noto che i risultati di ogni analisi economica dipendono dai suoi presupposti, il fatto di effettuare un'analisi applicata alla realtà

locale restituisce allo studio un significativo elemento di attendibilità.

Considerato che la strutturazione dei costi fissi e della manodopera influenzano significativamente i risultati, è stata posta una specifica attenzione alla loro valutazione, specialmente riguardo all'impiego degli stessi in relazione alle attività strategiche dell'azienda agricola: la gestione dei prati e della stalla. In particolare, per quanto concerne il capitale agrario è stato assunto che tutto il parco macchine sia utilizzato per la gestione dei prati (fienagione e fertilizzazione) consentendo di semplificare i calcoli, mantenendo al tempo stesso la massima aderenza alla realtà locale. Ciò influisce soprattutto sul calcolo dei reimpieghi, in particolare del fieno autoprodotto, che viene notevolmente semplificato ed è, al tempo stesso, più aderente alla realtà e meno suscettibile alle variazioni di prezzo notoriamente molto volatile. Un secondo punto di criticità è dato dalla manodopera e dalla sua remunerazione.

La remunerazione del lavoro del coltivatore diretto

La valutazione del lavoro apportato dall'imprenditore agricolo è uno dei cardini delle indagini economiche che riguardano la performance delle aziende agricole. Sovrte, la stessa disciplina economica si è interrogata se circoscriverla ad un ambito di costoopportunità oppure se attribuirgli un carattere definito. Accanto a costi esplicativi (connessi alla contabilità: buste paga, fatture) e a costi calcolati (gli ammortamenti su investimenti pluriennali), il bilancio economico/estimativo considera una serie di costi impliciti di difficile quantificazione che hanno un significato particolare e che possono alterare i giudizi di convenienza che scaturiscono dall'analisi economica.

La grandezza economica "lavoro" racchiude significati diversi a seconda dell'ambito in cui la consideriamo. Nella valutazione di un costo di produzione si è soliti attribuire al lavoro familiare lo stesso valore di quello salariato. Ciò è in relazione alla necessità di valutare la performance di una attività aziendale, come ad esempio la produzione del latte. Se, però, dobbiamo valutare la redditività della medesima attività e quindi, in altri termini, capire qual è la remunerazione oraria del lavoro apportato dal coltivatore diretto o dalla sua famiglia, lo scenario cambia: la "paga oraria" diventa un'incognita. In tal senso essa deve essere resa nulla e successivamente rapportata al numero di ore effettivamente lavorate.

Parte prima: costo di produzione del latte crudo

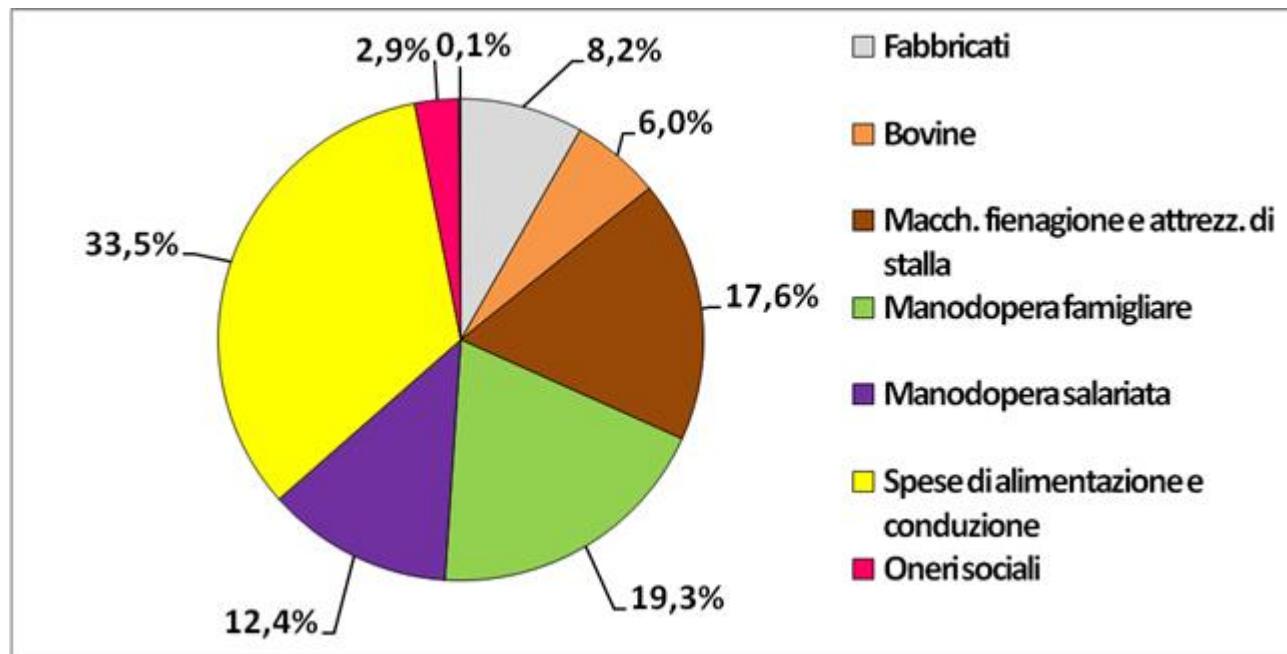
In base alla teoria economica, il costo di produzione risulta dall'insieme dei costi rapportati alla quantità di latte prodotta. L'insieme dei costi, illustrato in **Figura 1**, è

ripartito in costi fissi, per i fattori produttivi che partecipano a più processi produttivi (stalla, fienile, impianti, macchine), e in costi variabili, per quelli che si esauriscono con il processo produttivo (lavoro, carburanti, energia, acqua). Il campo d'indagine considera un'azienda ben

strutturata, con una superficie pratica di 15 ha e 45 vacche di razza valdostana pezzata rossa in lattazione; ciò è in funzione del fatto che

un'azienda siffatta può disporre di una massa critica di latte sufficiente per la susseguente trasformazione casearia.

Figura 1. Incidenza media (%) delle singole voci di costo sul costo totale di produzione del latte (senza aiuti).



Fonte: elaborazioni IAR su dati direttamente rilevati.

In un'azienda di questo tipo il fabbisogno di lavoro ammonta a 5.800 ore, di cui 2.300 salariate (pari a una unità di lavoro annua) e 3.500 apportate dalla famiglia coltivatrice/allevatrice. La particolarità dello studio considera il valore del fieno inglobato nel costo di uso macchine e del lavoro. Infine, l'analisi è stata sviluppata al netto e al lordo dei contributi pubblici (Premio unico e pagamenti del PSR, sia alle superfici, sia come aiuto agli investimenti). I risultati riferiscono di un costo di produzione di 0,87 €/kg (senza considerare alcun aiuto) che scende a 0,80 €/kg (se consideriamo gli aiuti alle superfici) e a **0,70 €/kg (considerando anche gli aiuti agli investimenti)**.

Considerazioni sui risultati del costo di produzione del latte

Verificato che il livello medio dei pagamenti del latte assicurati dai caseifici cooperativi nel biennio 2017-2018 è pari a 0,57 €/kg, verrebbe da chiedersi se le aziende non lavorino in perdita. In realtà non è così.

All'interno dello studio dei Costi di produzione (vedasi box) di regola si considera la remunerazione del lavoro familiare alla stregua di quello pagato ai salariati. Per questo motivo, l'importo totale dei costi include 31.500 € di salari per la famiglia allevatrice (pari a 3500 ore per 9 € all'ora), che in realtà non sono effettivamente distribuiti. L'indice di efficienza della produzione del latte è meglio descritto dalla Redditività, i cui calcoli ci dicono che la reale remunerazione oraria del lavoro apportato direttamente dalla famiglia, nella situazione considerata, ammonta a solo 3,10 €/h, pari a 0,06 €/kg di latte prodotto. È quindi lecito considerare questo dato in senso non positivo. Infatti, pur considerando elementi tecnico/economici quali la presa di rischio, il computo delle quote interessi e il beneficio fondiario, una siffatta remunerazione del lavoro familiare pone in serio dubbio la sostenibilità dell'azienda zootecnica nel breve periodo. Questa considerazione sottintende due aspetti: la necessità di investire (quindi di intervenire con impegno di capitale per ridurre i costi e il fabbisogno di lavoro), oppure di incrementare il

valore della produzione (quindi svolgere la trasformazione del latte). In entrambi i casi presuppone la disponibilità di risorse da investire e la necessità di ampliare il fabbisogno di manodopera

Parte seconda: la trasformazione del latte

Alla luce dei riscontri della fase di produzione primaria, la risposta alla domanda "è possibile aumentare la redditività dell'azienda zootecnica?" consiste nella effettuazione in azienda della trasformazione casearia.

Ipotesi di ricerca - Materiali e metodi

La seconda parte dello studio ha considerato 7 scenari di trasformazione del latte, dai più tradizionali ai più innovativi. In questa sintesi verranno presentate due alternative potenzialmente sviluppati in Valle d'Aosta presso aziende agricole a indirizzo zootecnico prevalente e conduzione diretta. I presupposti operativi riguardano la completa trasformazione del latte in azienda, con i relativi fabbricati e macchinari apportati autonomamente senza aiuti pubblici. Sulla base del latte prodotto in azienda nell'esempio precedente, presentiamo i dati significativi relativi alla trasformazione in prodotti classici (Fontina DOP e formaggi freschi o stagionati) e in prodotti maggiormente differenziati (con la presenza di yoghurt, gelato e latte fresco).

La performance della trasformazione casearia in azienda

Il valore della redditività oraria del lavoro familiare passa dai 3,10 €/h della semplice produzione di latte a 5,30 €/h, per le produzioni classiche, a 8,65 €/h, per le filiere maggiormente differenziate, con picchi superiori ai 12 €/h in quelle con la maggiore diversificazione produttiva. Questi dati sono molto interessanti anche perché non includono eventuali aiuti pubblici agli investimenti in fabbricati e impianti di caseificazione. Il contraltare sta nelle ore di lavoro necessarie alla fase di caseificazione, che nei casi meno complessi richiedono un maggiore apporto di lavoro pari a 3.000 ore (1,5 unità lavorative) fino a 5.000 ore nelle filiere più differenziate (2,5 unità di lavoro).

Conclusioni e spunti per indagini future

In considerazione delle risultanze del presente lavoro, la strada della diversificazione delle produzioni appare essere il mezzo appropriato, e spontaneamente perseguitabile, per consentire un incremento del reddito della famiglia allevatrice. Tuttavia, non si vuole stimolare o promuovere un generico iter di diversificazione; esso andrebbe comunque adattato alle singole realtà aziendali, essendo consci che esso non è attuabile in tutti i contesti produttivi (sia in senso tecnico/organizzativo, sia sotto il profilo economico). Inoltre, una eccessiva frammentazione della produzione casearia e dei suoi derivati costituirebbe, nel medio periodo, sia un fatto di dispersione dell'offerta, sia un serio elemento di conflitto con il sistema cooperativo, che dovrebbe rimanere comunque il veicolo principale per la commercializzazione dei prodotti.



Come ogni analisi scientifica condotta a termine, le risposte generano automaticamente nuove domande e nuove idee di indagine. Così come l'ambito di studio molto circoscritto, come quello presente, richiede approfondimenti su alcuni temi lasciati scoperti. L'attenzione del gruppo di ricerca si sposterà nel prossimo triennio su tre temi: l'analisi di una realtà più piccola con 25 capi in lattazione, pur essendo consci che ciò potrebbe rappresentare il limite fisico ed economico per intraprendere attività di trasformazione casearia, l'analisi di un alpeggio e, infine, l'analisi economica dell'apertura di un punto vendita ivi comprese le relazioni con la teoria di marketing.

Le giustificazioni economiche della misura regionale a favore della monticazione

US Economia

L'Istitut Agricole Régional, fin dalla prima edizione del Programma di Sviluppo Rurale 2000-2006, fornisce all'Assessorato Agricoltura un supporto tecnico/economico per la redazione delle giustificazioni economiche delle misure a premio del PSR. Queste giustificazioni accompagnano l'iter di approvazione di ogni strumento normativo a favore delle imprese agricole, sia esso cofinanziato con fondi europei sia garantito da risorse regionali. Sulla base di questa esperienza ormai ventennale, l'IAR ha risposto nel 2019 alla richiesta di creare un quadro economico valido per supportare il varo di una misura esterna al PSR e inquadrata come "Aiuto di Stato". Essa riguarda la concessione degli aiuti alla monticazione dei capi bovini produttivi negli alpeggi.

La filosofia della ricerca

Le varie misure afferenti il PSR, non prevedono un aiuto per capo di bestiame monticato, ma solo un premio a superficie. Nel corso dell'ultimo quinquennio le tensioni sul mercato del latte, in generale, e della Fontina, in particolare, hanno spinto molti allevatori a mantenere i loro capi in fondovalle durante la stagione estiva. Questa rottura del sistema tradizionale di gestione delle superfici prative del fondovalle e pascolive degli alpeggi provoca conseguenze a vari livelli. Da un lato, essa può potenzialmente modificare significativamente un sistema economico costituito da un equilibrio fondovalle/alpeggio cioè tra caseifici cooperativi e produzione casearia di alpeggio. D'altro canto, essa rischia di determinare influenze ambientali anche gravi sulla biodiversità, sulla conduzione ottimale delle superfici foraggere, sulla gestione delle acque di irrigazione e dei reflui zootecnici connessi al corretto carico animale in fondovalle e in alpeggio. Tra le conseguenze di breve e brevissimo periodo abbiamo già potuto verificare modifiche dei flussi produttivi di Fontina DOP, connesse a una significativa riduzione dei capi produttivi monticati in

alpeggio, ormai ridotti a meno di 12.000 vacche monticate contro le 14-15.000 di non più di 5 anni fa.



Le grandezze economiche in gioco

Per ogni tipo di misura a premio la Commissione europea richiede una quantificazione di svantaggi e vantaggi connessi alla modificazione di un'attività produttiva sottesa alla modifica del quadro normativo. In altri termini, per le attività oggetto di sovvenzione devono essere descritti, sul fronte dei ricavi, le minori o maggiori entrate a cui l'azienda va incontro e, sul fronte dei costi, i maggiori o minori esborsi. In questo caso è normale trovare esempi di minore costo, ad esempio nella riduzione di manodopera in fondovalle necessaria allorché l'azienda ceda le vacche in alpeggio. In definitiva, la logica di questo tipo di premio considera la creazione di esternalità positive connesse all'adozione di pratiche agricole e zootecniche favorevoli all'ambiente e che meritano un impegno pubblico allorché il beneficio si riversa a favore della collettività. Un esempio classico riguarda i pagamenti agro-climatico-ambientali, laddove vengono riconosciute a premio le pratiche rispettose dell'ambiente (riduzione degli input chimici, riduzione del carico animale) a fronte dell'assunzione di una riduzione della produttività aziendale.

I contenuti della misura

Proprio in considerazione di questi aspetti, la delibera regionale 222 del 27/03/2020 fa

riferimento alla conservazione della tradizionale pratica della transumanza, alla tutela e al miglioramento dell'ambiente e al benessere degli animali. Essa prevede la concessione di aiuti a fondo perduto al fine di compensare le aziende dell'allevamento bovino per i maggiori costi e i minori ricavi derivanti dalla monticazione dei capi bovini negli alpeggi. Il premio concerne esclusivamente le vacche di razza Valdostana in fase di lattazione ed è così differenziato: le aziende di fondovalle che cedono il bestiame in alpeggio percepiscono un aiuto di 250 €/vacca, mentre quelle che monticano le proprie vacche ne percepiscono 200. Questa diversificazione del premio è indotta proprio dall'analisi economica che ha prodotto le giustificazioni e che è di seguito descritta.

Le giustificazioni economiche

Il lavoro dell'Unità semplice Economia dell'IAR ha quindi prodotto due modelli (azienda che cede le vacche e azienda che montica le proprie) all'interno dei quali sono stati considerati, sia per ricavi che per i costi, i flussi positivi e quelli negativi.

Premio per l'azienda che cede le vacche in alpeggio

È il caso più semplice, in cui è stato applicato il classico schema mediato dal PSR. I ricavi sono rappresentati da due voci: una negativa e una positiva. La prima consiste ovviamente nella rinuncia della produzione di latte estiva (quantificata in 950 kg, dato medio per la razza Valdostana) moltiplicata per il prezzo medio riconosciuto dai caseifici cooperativi (0,56796 €/kg, nel biennio 2017-18); la seconda nel premio della misura 10.1.1 del PSR a favore delle aziende che cedono le proprie vacche in affida estiva di alpeggio (pari a 36,36 €/UBA). Pure sul fronte dei costi ci sono elementi positivi e negativi; rispettivamente: per il trasferimento delle bovine in alpeggio l'azienda paga mediamente 40 € per ogni capo; di contraltare, è necessario considerare il minore fabbisogno di manodopera per la mungitura e la conduzione e i minori costi di alimentazione

delle vacche, non più presenti in azienda. È stato pertanto necessario calcolare il relativo minore costo. Per la sua quantificazione ci si è riferiti ai dati della Rete Contabile Europea che consente di ricavare, in modo molto semplice, l'incidenza dei costi in rapporto alla PLV. Quindi, fatto 100 il minore introito derivante dalla minore produzione di latte e sapendo che i costi ad essa connessi ammontano al 44,4%², è stato possibile concludere che si hanno:

- a) minori ricavi per minore produzione di latte: $950 \text{ kg} \times 0,56796 \text{ €/kg} = 539,56 \text{ €};$
- b) maggiori ricavi per accesso alla misura 10.1.1 del PSR³: 36,36 €/vacca in produzione;
- c) minori costi (manodopera e alimentazione): $539,56 \times 0,444 = 239,56 \text{ €};$
- d) maggiori costi (trasporto): 40 € a capo (20+20 € per salita e discesa da alpeggio).

Differenziale = (-a+b+c-d) -303,64 €; per cui il premio di 250 €/vacca risulta essere ampiamente giustificato.

Premio per l'azienda che montica direttamente i propri capi

Anche il calcolo della giustificazione economica per i detentori di alpeggio segue lo stesso schema, ma le voci in gioco sono più numerose poiché coinvolgono sia una diversa valorizzazione delle produzioni, sia una cospicua quantità di manodopera salariata.

Sul fronte dei ricavi abbiamo, diversamente dal caso precedente, un valore positivo. Infatti, la valorizzazione del latte prodotto e trasformato in alpeggio è superiore a quella del fondovalle. Il procedimento applicato è il seguente: si calcola la differenza tra il valore del latte trasformato in alpeggio e il valore del latte in fondovalle. Pertanto, i 950 kg di latte valgono in termini di Fontina DOP: $950 \times 0,095$ (resa di caseificazione) $\times 7,45 \text{ €/kg}$ (prezzo medio 2016-18 della Fontina DOP pagata dalla CPLF agli alpeggiatori) = 672,36 €. Il valore di questo latte, se fosse stato venduto in fondovalle, è pari a $950 \times 0,56796 = 539,56 \text{ €}$. Il vantaggio per l'alpeggiatore è quindi pari a $672,36 - 539,56 = 132,80$. Ad esso va aggiunto il premio

² Banca Dati della RICA europea http://ec.europa.eu/agriculture/rica/index_en.cf con particolare riferimento all'indice (SE310+SE330)/SE206.

³ Gestione tradizionale e Agro-climatico-ambientale compatibile della foraggicoltura di fondovalle.

percepibile ai sensi della misura 10.1.1 pari a 36,36 per un totale di incremento dei ricavi di 169,16 €/vacca produttiva.

Sul fronte dei costi sono stati valutati i costi della gestione dell'alpeggio, non nel loro complesso, ma solo in riferimento alla specifica gestione del pascolo che costituisce propriamente la fonte del benessere del bestiame monticato nei mesi estivi. Sono stati quindi considerati come costi specifici e supplementari rispetto all'allevamento ordinariamente gestito nel fondovalle: la guardiania continua cioè la gestione degli animali al pascolo, l'organizzazione del pascolo razionato e turnato nella misura di due volte al giorno mediante la delimitazione delle superfici con il filo elettrico, il ricovero degli animali in stalla due volte al giorno, l'assicurazione del bestiame contro i rischi del pascolo in quota e il trasporto delle vacche dal fondovalle. Non è stato considerato alcun costo fisso.

L'insieme di queste voci di costo in cui la manodopera ha un ruolo determinante è pari a 395,00 €/vacca produttiva.

Concludendo, il differenziale a svantaggio dell'alpegiatore ammonta a $+169,16 - 395,00 = - 225,84$ €/vacca produttiva, giustificando il premio di 200 €/vacca proposto.

Conclusioni

Il presente studio costituisce un passo importante nel consolidamento del ruolo dell'IAR non solo nel contesto della ricerca e in quello scolastico/formativo, ma anche nell'ambito istituzionale. L'iter di approvazione della nuova misura ha impegnato l'Unità semplice, infatti, sia nella fase di predisposizione metodologica, sia nella realizzazione, sia infine nella fase di negoziato sui rilievi posti dagli organi della Direzione Generale Agricoltura e Aiuti di Stato di Bruxelles. I risultati, oltre ad avere già avuto positivo riscontro con l'approvazione della misura, potranno essere proficuamente estesi a nuovi studi e alla formazione professionale.



Annata viticola 2019

US Viticoltura-Enologia e US Laboratori di Analisi

Le piogge autunnali del novembre 2018 hanno lasciato posto a un inverno prevalentemente asciutto e non particolarmente freddo. Nel trimestre dicembre-febbraio, sono state registrate temperature medie giornaliere negative per 30 gg non consecutivi in Valdigne, per 24 gg in media Valle e per soli 7 gg in bassa Valle. Le precipitazioni nello stesso periodo sono state complessivamente di 114 mm a Morgex, di 47 mm a Saint Christophe e di soli 14 mm a Donnas.



La ripresa vegetativa è stata molto lenta, malgrado le miti temperature primaverili, a causa del protrarsi della modesta disponibilità idrica. Fattore quest'ultimo che ha caratterizzato tutta la stagione per il fondovalle da Saint Christophe a Morgex, dove sono caduti da marzo a settembre solo 250 mm di pioggia dei 590 mm e dei 700 mm caduti rispettivamente nelle medesime località in tutto il 2019.

In **alta Valle** il clima caldo e particolarmente asciutto ha favorito il mantenimento di un ottimo stato fitosanitario in fase di accrescimento vegetativo, ma ha determinato anche un notevole anticipo degli stadi fenologici. Sempre più di frequente, le vendemmie iniziano nei primi giorni di settembre con oltre un mese di anticipo rispetto al periodo ideale di vendemmia, che favorirebbe una migliore maturazione tecnologica e aromatica delle uve.

Negli ultimi anni, inoltre, è aumentata sensibilmente l'incidenza del marciume delle uve, talvolta non ancora mature, e si è registrata una maggiore sensibilità agli attacchi di vespe e altri insetti⁴. Questi due eventi sono probabilmente correlati e sono stati osservati da tempo anche nei vigneti dell'Istituto, sempre a carico di vitigni precoci come il Prié blanc e il Roussin.

In **media Valle** la gestione delle principali avversità crittogramiche non ha creato particolari problemi, se non verso la metà del mese di giugno, quando in una decina di giorni sono caduti 80 mm di pioggia in corrispondenza di una rapida crescita della vegetazione. Le infezioni secondarie di oidio su piante non protette si sono manifestate nel periodo successivo, soprattutto sui grappoli in fase di chiusura. I trattamenti curativi a base di zolfo in polvere e di prodotti ad azione sistematica, insieme alle condizioni climatiche favorevoli, hanno favorito il controllo e il contenimento delle infezioni.



⁴ Dati aziendali e comunicazioni personali di viticoltori.

Le condizioni generalmente asciutte di luglio e di agosto hanno inibito fortemente la proliferazione delle specie di *Drosophila*. In

questi due mesi per ben 43 giorni è stata raggiunta la temperatura di 30°C, con punte massime dai 36°C ai 40°C (Fig. 1).

Figura 1. Temperature massime giornaliere registrate a Saint-Christophe da giugno a settembre (2017-2019).

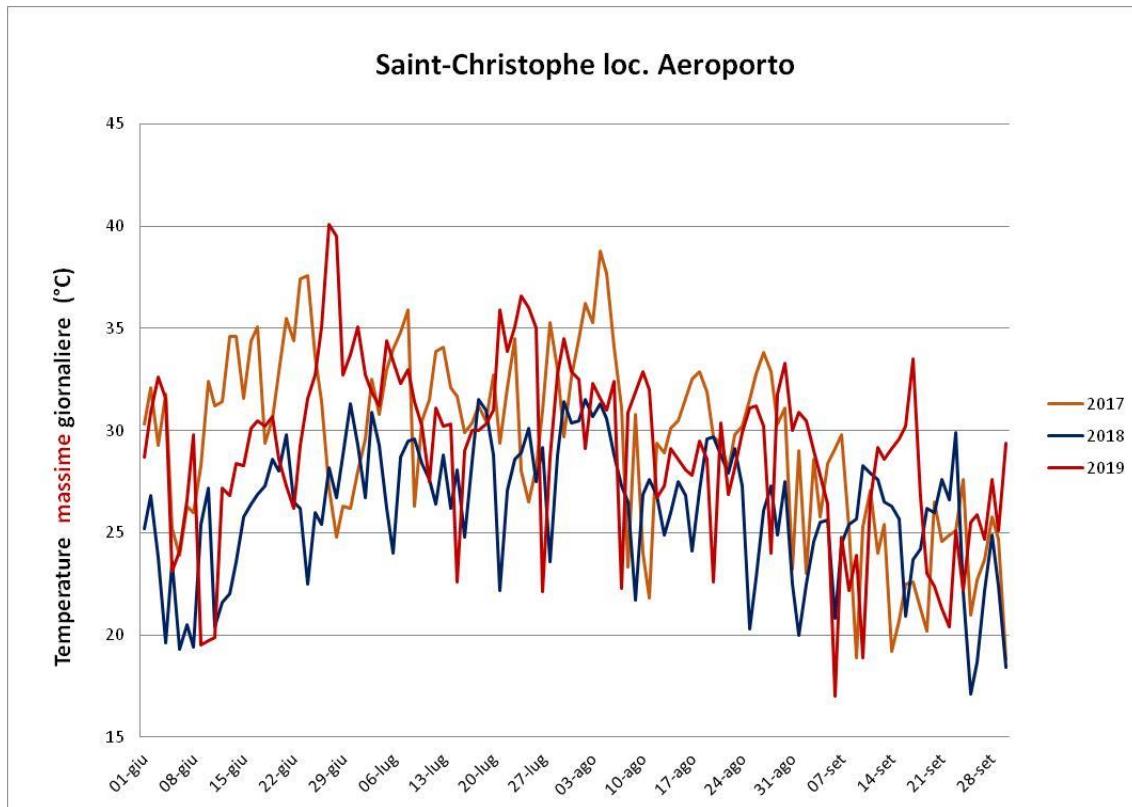
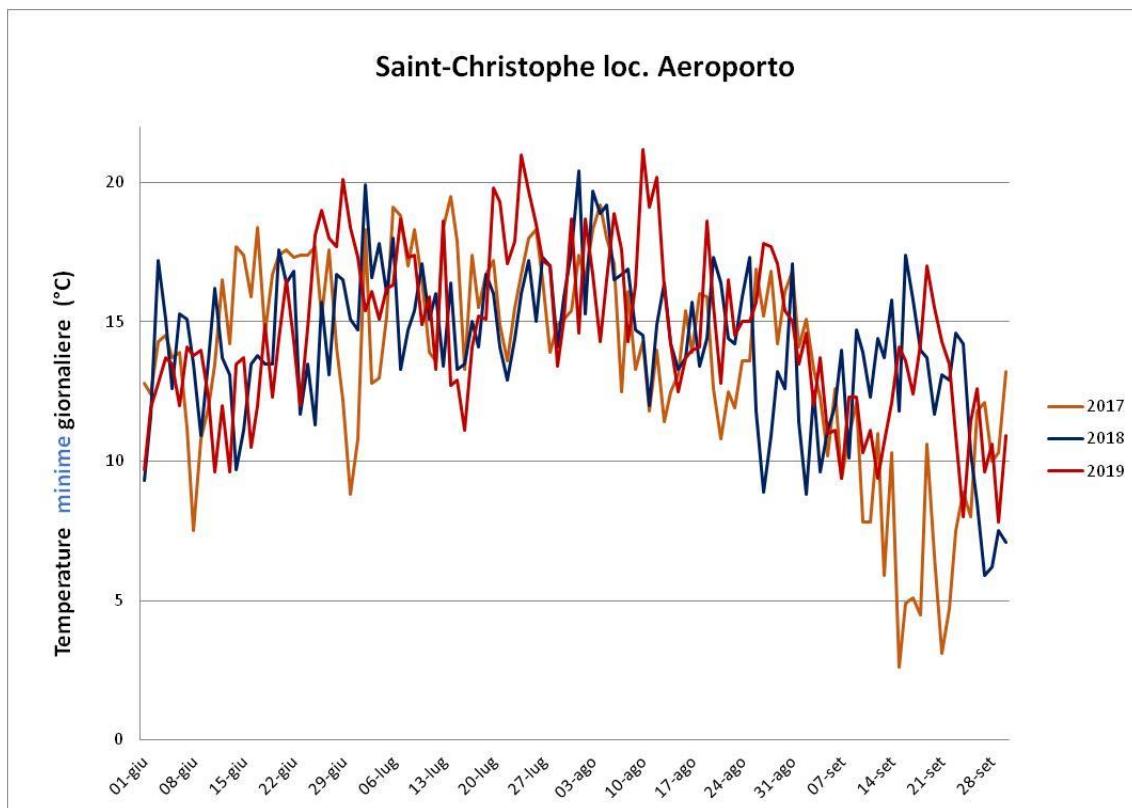
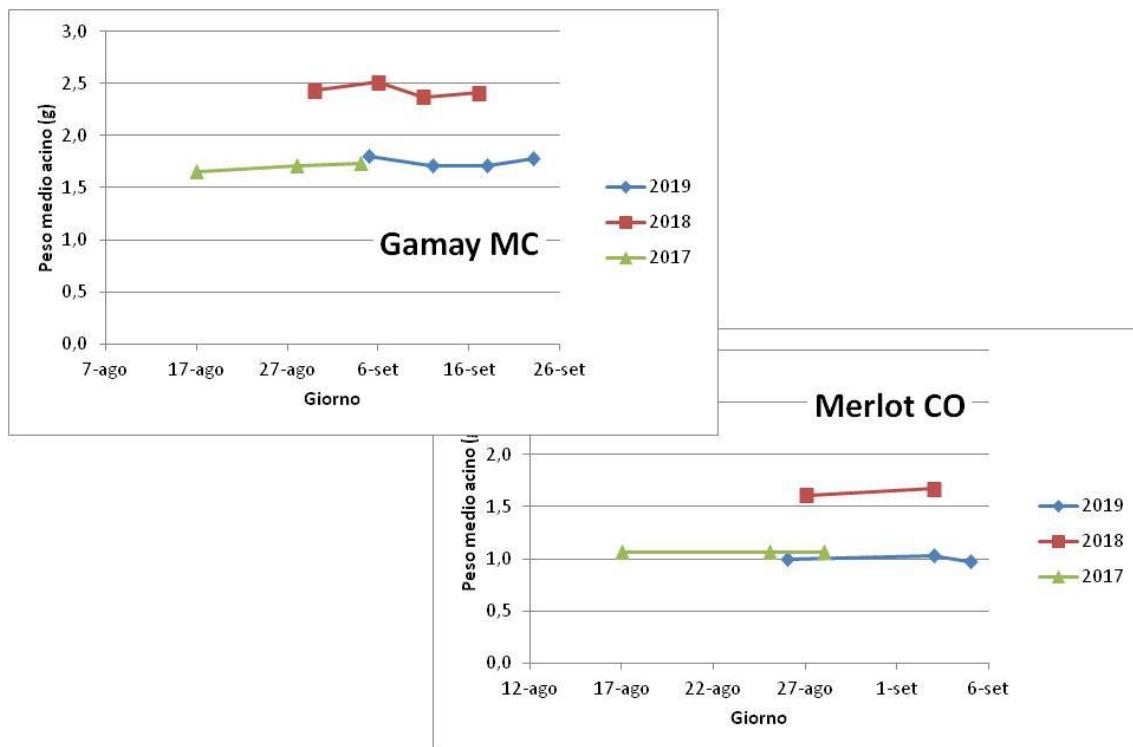


Figura 2. Temperature minime giornaliere registrate a Saint Christophe da giugno a settembre (2017-2019).



Nei vigneti sprovvisti di impianto di irrigazione, lo stress idrico causato dalla scarsa disponibilità di acqua e dalle elevate temperature, non solo diurne, ha influito negativamente sulle produzioni. Come evidente nella **Figura 2**, le temperature minime notturne sono rimaste di frequente intorno ai 20°C.

Figura 3. Pesi medi degli acini per i vitigni Merlot e Gamay (2017-2019).



Come evidenziato per i vigneti dell'Istituto, anche in media Valle sono stati registrati cali di produzione dal 10 al 30% rispetto alla produzione media degli anni precedenti⁵.

In **bassa Valle** le abbondanti piogge del mese di aprile, seguite da un trimestre abbastanza asciutto, hanno favorito il mantenimento di un ottimo stato sanitario, pur soddisfacendo i fabbisogni idrici della vite dalla fioritura alla

Nella **Figura 3**, a titolo di esempio, sono presentati i pesi medi degli acini di Merlot e di Gamay in due vigneti non irrigati dell'Institut Agricole Régional, nel triennio 2017-2019. Nel 2017 e nel 2019, annate molto calde e asciutte, si sono registrati pesi inferiori di quasi il 40%, per il Merlot, e di circa il 30%, per il Gamay rispetto al 2018, annata in cui la vite è stata sottoposta a un minore stress idrico.

maturazione. Il mese di agosto è stato il più piovoso della stagione, con 150 mm di pioggia caduti con cadenza settimanale in forma di eventi temporaleschi. La disponibilità idrica ha favorito l'ingrossamento degli acini senza però danneggiarne l'integrità. Le vendemmie, effettuate prima della metà del mese di ottobre, hanno consentito di raccogliere uve di ottima qualità.

⁵ Comunicazioni personali di viticoltori.

Stagione frutticola 2019

US Frutticoltura e US Laboratori di Analisi

A livello fenologico, le condizioni climatiche del mese di febbraio, caratterizzate dall'assenza di piogge e temperature oltre la media, hanno favorito l'avanzamento della stagione vegetativa, con un anticipo di circa una decina di giorni. Gli abbassamenti termici nel mese di marzo e tra la fine di aprile e l'inizio di maggio hanno rallentato lo sviluppo delle piante, con qualche rischio di danno ai frutticini in fase di crescita; soprattutto durante la notte tra il 6 e il 7 maggio, la temperatura è scesa sotto lo zero per alcune ore, con ripercussioni negative per quanto riguarda le cinghiature da freddo sulle mele. L'epoca di maturazione dei frutti è risultata comunque nella media.



La qualità generale delle mele è stata in parte penalizzata dalle temperature particolarmente elevate di alcuni giorni del mese di giugno, che hanno provocato danni da scottature sui frutti che, nella maggior parte dei casi, sono evolute in spaccature e cascole anticipate.

Le temperature alte sono state spesso associate a eventi temporaleschi, in qualche caso grandine (14 giugno), provocando delle suberificazioni superficiali e il conseguente deprezzamento dei frutti. Inoltre, la scarsità delle precipitazioni durante la stagione ha penalizzato la pezzatura delle mele nei casi in cui l'irrigazione non sia stata gestita correttamente. Questa situazione è risultata accentuata anche dal fatto che la scarsità di precipitazioni nevose durante l'inverno ha determinato una scarsa riserva idrica nel suolo, indispensabile nelle prime fasi di sviluppo. Le escursioni termiche giornaliere antecedenti il periodo di raccolta hanno comunque favorito, per quella parte della produzione priva di danni da scottature e grandine, una corretta maturazione, attraverso il raggiungimento di una buona qualità organolettica e di un colore ottimale della buccia.

Dal punto di vista fitosanitario, la scarsità delle piogge durante la stagione vegetativa ha sfavorito l'insorgenza di malattie fungine come la ticchiolatura. In compenso, le temperature e il tasso di umidità particolarmente elevati hanno favorito soprattutto l'oidio, tra le malattie fungine, e gli afidi, tra i fitofagi. Inoltre, nel 2019 è avvenuto il volo degli adulti di maggiolino, e di conseguenza era strettamente indicato il posizionamento delle reti al fine di evitare l'ovideposizione, soprattutto nelle zone maggiormente infestate da questo parassita.

La produzione di mele nel 2019 è risultata scarsa (inferiore al 50% rispetto al 2018) per il fatto che la brinata del 2017 ha provocato un'alternanza di produzione che si è ripercossa negativamente negli anni; la produzione abbondante del 2018, infatti, nonostante gli interventi di diradamento al fine di regolare la produzione, ha sfavorito la differenziazione a fiore per la produzione del 2019.

Studio dell'adattabilità in ambiente montano di alcune varietà di nocciolo

US Frutticoltura

Il nocciolo continua a mostrare una buona adattabilità alle condizioni pedo-climatiche della Valle d'Aosta, nonostante le diverse fasi fenologiche siano molto precoci rispetto alla stagione e l'altitudine della parcella sperimentale (750 m s.l.m.) sia al limite a livello di coltivazione. Nel 2019, però, dopo 12 anni dall'impianto del nocciolo, si è manifestato il primo anno di completa alternanza, probabilmente causata dalla forte produzione dell'anno precedente (nel 2018 alcune varietà avevano sfiorato i 40 q/ha), soprattutto a causa della sensibile perdita registrata nel 2017 dovuta alla gelata primaverile.

Per il fatto che anche nella specie nocciolo la pratica della potatura incide notevolmente sui costi di produzione, nel 2019 un filare è stato sottoposto a potatura meccanica alla ripresa vegetativa.



A parte la produzione scarsissima dovuta all'alternanza di produzione, le piante hanno risposto in maniera vigorosa al taglio, attraverso un ricacco vegetazionale energico; sarà quindi da valutare il passaggio della barra falciante dopo la raccolta, per limitarne la reazione di vegetazione.

Studio dell'adattabilità in ambiente montano di alcune varietà di noce

US Frutticoltura

Il noce continua a risultare una coltura alternativa interessante, grazie alle proprietà nutrizionali e dietetiche dei suoi frutti e alle basse esigenze culturali che permettono di recuperare e valorizzare, attraverso questa specie, anche le zone marginali e, spesso, abbandonate della Valle d'Aosta.

La produzione nocicola del 2019 è risultata abbondante e, tra le diverse varietà in prova, la Lara è ancora risultata la più produttiva. La Chandler invece, unica varietà californiana in studio presso la parcella sperimentale di Moncenis, per la maggiore sensibilità nei confronti del freddo invernale, delle brinate primaverili (confermata in occasione

dell'evento gelivo nella primavera 2017) e della batteriosi, nonché per le maggiori esigenze dal punto di vista della fertilità del terreno, è stata estirpata. La porzione di parcella oggetto di estirpo è stata destinata all'impianto di Lara, allevata a piramide (e non a vaso libero) e con un sesto d'impianto più intensivo (4,5 m tra una pianta e l'altra sulla fila, rispetto ai 6 m della parcella preesistente), al fine di sfruttare maggiormente la superficie a disposizione e, di conseguenza, aumentare la produttività.

Dal punto di vista fitosanitario, soprattutto le piante più giovani, negli anni, sono state interessate occasionalmente dall'attacco del rodilegno giallo (*Zeuzera pyrina*) a livello del

fusto principale o delle branchette laterali, compromettendo un regolare flusso linfatico all'interno della pianta.

Nel 2019, per limitare i danni di questo parassita sono state inserite, sia nel noceto che nel meleto, delle trappole a feromone (indicata con un cerchio rosso nella fotografia a fianco).



Valutazione e valorizzazione di specie frutticole minori a basso input chimico

US Frutticoltura e US Laboratori di Analisi

Il panorama frutticolo è costituito da numerose specie di un certo interesse produttivo, commerciale e salutistico. L'individuazione di una o più specie che possono dare buoni risultati produttivi in ambiente alpino, riducendo, se possibile, l'input chimico nei confronti dei problemi fitosanitari, costituisce un'opportunità di diversificazione della produzione nell'azienda e di distinzione sul mercato frutticolo, anche a livello di trasformazione del prodotto per sopperire alla scarsa conservabilità di alcuni frutti.



Tra le diverse specie frutticole in esame, l'aronia nera (*Aronia melanocarpa*) suscita particolare interesse per la trasformazione. A

tal proposito, nel 2019 il suo succo è stato utilizzato, a diverse percentuali (2, 5 e 10%), come taglio per birra Pilsener e sidro (fermo e spumantizzato) di Golden Delicious, al fine di valorizzare questo frutto di interesse salutistico e, allo stesso tempo, caratterizzare questi prodotti trasformati, legandoli al territorio.

La produzione di aronia, allevata a cespuglio con un sesto 4x1,5 m, sfiora i 2 kg/pianta, la resa media alla spremitura è pari al 46%, mentre i valori analitici dei differenti parametri qualitativi del succo sono i seguenti:

- zuccheri: 19 °Brix;
- acidità: 9,7 g/l;
- pH: 3,63;
- acido ascorbico: 13,41 mg/100 g;
- catechina: 749 mg/l (3713 mg/100 g s.s.).

Tutte le tesi di birra e di sidro, con i diversi tagli a diverse percentuali (aronia, ma anche altri frutti: mela Golden e Renetta, pera William's e Martin Sec, ciliegia, kiwi, zucca, vite Moscato e Fumin – mosto e vinaccia), verranno prossimamente sottoposte a degustazioni, al fine di potersi meglio indirizzare su una determinata tipologia di trasformazione.

Diversificazione della produzione casearia. I - Produzione di un formaggio con coagulante vegetale

US Valorizzazione dei Prodotti di Origine Animale

Nell'ottica della diversificazione e dell'innovazione di prodotto, presso i caseifici sperimentali dell'UdR Valorizzazione Produzioni Animali dell'Institut Agricole Régional, è stato testato l'utilizzo di un coagulante vegetale per la produzione di formaggio.

La richiesta di prodotti per consumatori vegetariani è in costante aumento e da qui è giunto lo spunto di effettuare un prova sperimentale per la messa a punto di un formaggio e valutare la risposta della clientela nella filiera corta realizzata dallo IAR presso il proprio punto vendita aziendale.

Le prime lavorazioni sono iniziate nel 2015 con la realizzazione di una toma, utilizzando un enzima coagulante commerciale estratto da cardo selvatico (*Cynara cardunculus*).

La tecnologia di produzione è la stessa della Toma Montfleury: si tratta infatti di un formaggio semigrasso, a pasta semicotta di media/lunga stagionatura. L'impronta del caglio vegetale emerge durante la stagionatura, dato che l'azione enzimatica del

coagulante conferisce particolare morbidezza alla pasta. Questa caratteristica è stata apprezzata oltre che dai clienti vegetariani, che erano il *target* cui si rivolgeva il prodotto, anche da quei consumatori che ricercano un formaggio stagionato ma morbido e senza eccesso di proteolisi e pertanto più dolce e delicato.

Lo sviluppo del progetto, come previsto fin dall'inizio, prevedeva anche la possibilità di preparare un coagulante vegetale utilizzando piante del territorio valdostano. Nel 2016 uno studente di HESSO (*Haute école spécialisée de Suisse occidentale*) ha presentato un *Travail de Diplôme* intitolato “*Fabrication de fromages à partir de présure végétale*”, cui ha collaborato anche lo IAR. Oltre ad avere posto le basi per studiare la messa a punto di un coagulante vegetale condividendo competenze e conoscenze sui due versanti, ciò ha portato al partenariato che ha permesso di presentare il progetto transfrontaliero Typicalp nell'ambito del programma di cooperazione Interreg Italia-Svizzera.



Diversificazione della produzione casearia. II - Produzione di un formaggio a pasta cotta, dura e a lunga stagionatura

US Valorizzazione dei Prodotti di Origine Animale

Al fine di aumentare la diversificazione della produzione casearia a beneficio sia dell'attività formativa che della gamma di formaggi proposti alla clientela del punto vendita aziendale, nella primavera 2019 è stata sperimentata una nuova ricetta per produrre un formaggio a pasta dura, a medio/lunga stagionatura.

Si è partiti da latte intero, proveniente da una sola mungitura, di cui in media sono stati lavorati circa 400 litri per lotto di produzione, con cadenza mensile. Sono stati aggiunti al latte crudo intero dei fermenti lattici selezionati termofili, previa pre-maturazione in latte tiepido per circa mezz'ora; con l'aggiunta di caglio in polvere di origine animale, la coagulazione a 34 °C è durata circa mezz'ora; la rottura del coagulo è stata spinta fino ad ottenere grani molto fini, inferiori alla dimensione di un chicco di riso; con la spinatura la temperatura di cottura ha raggiunto 52 °C in circa 30 minuti; la lavorazione in caldaia è terminata dopo una breve spinatura fuori fuoco, cui è seguita una giacenza di circa 10 minuti.

Attraverso questa tecnologia si è voluto favorire al massimo lo spуро del siero in caldaia, cercando di limitarne l'acidificazione. I fagotti di cagliata sono stati messi in forma

manualmente e la pressatura è durata circa 18 ore, con numerosi e costanti rivoltamenti; in questa fase il siero residuo fuoriesce e avviene un sensibile abbassamento di pH. Le forme, del peso medio di circa 9 kg, sono state immerse in salamoia per 24 ore. La stagionatura minima di 6 mesi può protrarsi anche fino a 2 anni; le cure alle forme sono minime, e consistono in pochissime spazzolature superficiali e rivoltamenti.

In questa tipologia di formaggio la tecnica di trasformazione e la lunga stagionatura determinano una umidità contenuta della pasta, in cui si sviluppano caratteristiche organolettiche interessanti: spiccano infatti aromi franchi e intensi di frutta secca; la pasta si presenta sostenuta e compatta di colore giallo paglierino con scarsa occhiatura; nelle forme ottenute dalle prime prove sono emersi alcuni distacchi longitudinali (sfoglia) imputabili verosimilmente a un leggero eccesso di acidificazione e/o a problemi di pressatura dovuti alle fascere utilizzate; la crosta è relativamente spessa, di colore marrone scuro, con leggera formazione di unghia che può evidenziarsi maggiormente con il protrarsi della stagionatura.



Attività di supporto al settore agroalimentare valdostano

US Laboratori di Analisi

Nel corso del 2019 i laboratori dell'Institut Agricole Régional hanno continuato la loro attività di supporto tecnico-scientifico alle aziende del settore agroalimentare valdostano che ne hanno fatto richiesta.

Per quanto riguarda il laboratorio microbiologico, le analisi hanno riguardato principalmente il settore lattiero-caseario; in particolare sono state fatte indagini microbiologiche e genetiche su alimenti per un totale complessivo di circa 1900 analisi.

Nel settore lattiero-caseario, seguendo un protocollo concordato con gli organismi coinvolti nel progetto Fontina qualità (IAR, RAVA, CTF, CPLF, AREV), a supporto del settore sono stati effettuati complessivamente 14 interventi e un totale di 124 determinazioni analitiche (ricerca di batteri filo-caseari, anticaseari e patogeni) su latte e su formaggio, allo scopo di risolvere problematiche legate alla tecnologia lattiero-casearia attraverso il monitoraggio della lavorazione casearia e nel corso della stagionatura del formaggio a diversi step di maturazione.

Sono state condotte circa 320 analisi genetiche di PCR su formaggio nel corso della stagionatura, per valutare la presenza del fermento o per valutarne la capacità di colonizzazione.

Nell'ambito del settore enologico, a supporto dei viticoltori valdostani sono stati preparati e distribuiti 6 mosti *pied de cuve* con inoculo microbiologico di ceppi di lievito isolati e selezionati sul territorio valdostano per la vinificazione. I progetti di ricerca hanno invece riguardato 1576 indagini, di cui 1256 analisi microbiologiche e 320 determinazioni fenotipiche, biochimiche e di analisi biomolecolare.

Infine, il laboratorio microbiologico ha assicurato il tutoraggio tecnico-scientifico ad

una tesista universitaria per l'elaborazione di una tesi di laurea magistrale.



Il laboratorio chimico ha, come ogni anno, collaborato, nell'ambito della frutticoltura, con enti pubblici e con aziende private del settore, come l'Assessorato Agricoltura e la Cofruits, analizzando la qualità dei frutti di diverse varietà di melo e i prodotti trasformati, in particolare il sidro, per un totale di 1500 determinazioni analitiche (amido, durezza, acidità totale, zuccheri, pH, clorofilla).

In ambito vitivinicolo, il laboratorio chimico ha collaborato al monitoraggio della maturità enologica delle uve aziendali e di quelle di aziende private del settore, facendo analisi di maturità fenolica e tecnologica su diversi vitigni autoctoni ed internazionali (analisi tecnologiche: acidità totale, pH, °BRIX, densità; analisi fenoliche: macerazione, indice di polifenoli, antociani totali), e sui loro trasformati, mosti – vini, (acidità totale, pH, °BRIX, densità), per un totale di circa 4000 determinazioni analitiche.

Nel corso del 2019 è stato effettuato un tutoraggio tecnico-scientifico a livello universitario nell'ambito della caratterizzazione biochimica degli alimenti.

Innovazione tecnica

Prova di potatura e diradamento meccanico su melo

US Frutticoltura e US Laboratori di Analisi

L'aumento dei costi di gestione del frutteto, la restrizione all'utilizzo di determinati principi attivi, nonché l'attenzione sempre più alta nei confronti di prodotti salubri a ridotto residuo chimico, incentivano la meccanizzazione di diverse pratiche culturali per una conduzione eco-sostenibile del frutteto, potatura e diradamento in particolare. La potatura meccanica del melo, infatti, è indubbiamente un sistema che, nonostante uno scetticismo iniziale, sta suscitando un certo interesse anche presso i frutticoltori valdostani in quanto, oltre ad essere di facile esecuzione e gestione, consente di ridurre considerevolmente i costi di produzione delle mele.



La prova eseguita nel triennio 2012-2014, i cui risultati sono stati pubblicati nel 2016⁶, ha messo in evidenza diversi aspetti positivi della gestione meccanica della potatura legati alla produttività e alla qualità commerciale della frutta prodotta, con una sensibile riduzione dei tempi di lavoro necessari per la formazione e

l'allevamento delle piante, il diradamento dei frutti e la raccolta.

Inoltre, con la progressiva riduzione della parete fruttifera, è possibile meccanizzare alcune operazioni culturali come diradamento e diserbo, nonché ridurre i volumi di distribuzione e i fenomeni di deriva degli antiparassitari, con evidenti vantaggi economici e di sostenibilità ambientale.

A fronte di questi primi risultati, le prove di potatura meccanica sono proseguite nei frutteti sperimentali dell'IAR e presso alcune aziende private interessate ad adottare questa tecnica innovativa.

Per quanto riguarda l'impostazione sperimentale, la prova, eseguita tra le annate agrarie 2013 e 2019, mette a confronto due metodologie di potatura: manuale aziendale e meccanica. Le parcelle interessate riguardano, invece, un frutteto di Jérémie situato nel comune di Aosta, dell'Institut Agricole Régional, e due frutteti di Golden Delicious situati nel comune di Gressan, di un'azienda privata; entrambe le varietà sono innestate su portainnesto M9.

Il frutteto di Jérémie, piantato nel 2010, ha un sesto di 4,0x1,2 m, per una densità di 1.875 piante/ha.

La prova è stata effettuata su 2 filari, uno allevato a Fussetto e potato meccanicamente, l'altro allevato a Solaxe con il metodo della "Conduite Centrifuge". Per ogni tesi sono stati individuati tre blocchi, ognuno formato da 5 piante. Ogni blocco costituisce una ripetizione sulla quale sono stati effettuati i rilievi sulla produttività (kg/pianta e q/ha), sulla pezzatura (suddivisione in classi di pezzatura 90+, 85/90, 75/85, 65/75, 65- mm) e sulle qualità organolettiche dei frutti (durezza della polpa, grado zuccherino, acidità).

Per la Golden Delicious, il primo frutteto, piantato nel 2007, ha un sesto di 3,6x1,1 m, per

⁶ Diemoz M., Barrel I., Bertignono L., Petitjacques U., 2016. Potatura meccanica del melo: risultati incoraggianti. L'Informatore Agrario, 31: 44-46.

una densità di 2.273 piante/ha; il secondo frutteto, piantato nel 2010, ha un sesto di 3,5x0,9 m, per una densità di 2.857 piante/ha.

In entrambi i frutteti, allevati a Fusetto, sono stati messi a confronto la potatura meccanica con la potatura adottata dall'azienda.

Nel primo frutteto di Golden (individuato come frutteto Golden D1), la prova è stata effettuata su 2 filari all'interno dei quali sono stati individuati due blocchi per tesi, ognuno formato da 6 piante. Ogni blocco costituisce una ripetizione sulla quale sono stati effettuati i rilievi precedentemente elencati sulla produttività e sulla pezzatura dei frutti.

Nel secondo frutteto di Golden (individuato come frutteto Golden D2), invece, la prova è stata effettuata su 2 filari all'interno dei quali è stato individuato un blocco per tesi, ognuno formato da 9 piante. Ogni pianta costituisce una ripetizione sulla quale sono stati effettuati i citati rilievi sulla produttività e sulla pezzatura dei frutti.

Per quanto riguarda le operazioni di potatura meccanica, il protocollo sperimentale è rimasto invariato rispetto alle prove precedenti, lavorando su un frutteto bidimensionale costituito da una parete fruttifera sottile e compatta.

Il primo intervento con la barra è stato effettuato a inizio stagione (aprile 2013) su entrambi i lati dei filari, ad una distanza di 20 cm rispetto all'asse centrale, per creare i supporti delle future ramificazioni fruttifere, e all'apice dell'asse, troncandolo ad un'altezza di 3,5 m.

Lo stesso anno e per tutte le annate successive, il taglio meccanico è stato eseguito al raggiungimento delle 10-12 foglie complete sui germogli dell'anno (6-7 settimane dopo la fioritura), sia lateralmente (*hedging*) che sulla cima (*topping*), per un tempo medio di applicazione pari a 4 ore/ha (considerando un frutteto tipico valdostano, caratterizzato da una lunghezza dei filari ridotta e da una superficie spesso orograficamente irregolare); il taglio eseguito in questa fase fisiologica provoca uno stress vegetativo alle piante, inducendo un'azione brachizzante sullo sviluppo della nuova vegetazione, con effetti positivi sulla

colorazione dei frutti e sul ritorno a fiore. Al fine di migliorare la ricezione luminosa, soprattutto delle parti basse e interne della siepe fruttifera, la barra è stata inclinata per conferire alle piante una forma trapezoidale, con uno spessore laterale di 60 cm sulla cima e di 80 cm alla base.

Ogni anno, durante il periodo invernale, è stato necessario effettuare una potatura di completamento manuale per intervenire sulle parti della pianta non raggiunte dalla barra; in particolare, tale intervento ha lo scopo di raccorciare le branche troppo lunghe e pendenti situate all'interno del filare, eliminare le branche troppo vigorose e concorrenti all'asse centrale per mantenere la dominanza apicale dell'albero, ed eliminare le parti non potate dalla barra per conservare una forma a siepe omogenea. L'impegno richiesto per eseguire l'intervento manuale è stato mediamente di 31 ore/ha.

Per la regolazione del carico in frutti, invece, la strategia di diradamento chimico aziendale è stata adottata su tutte le tesi dei frutteti interessati dalle prove, fatta eccezione per le annate 2014, 2015 e 2018, nel frutteto di Jérôme, e per le annate 2014 e 2015, nel frutteto Golden D2, dove l'intervento chimico fiorale è stato sostituito dal diradamento meccanico in piena fioritura, attraverso l'utilizzo della macchina operatrice Darwin (4 h/ha).



La velocità di avanzamento della trattrice è stata di 6 km/h, mentre la velocità di rotazione del mandrino è stata impostata a 250 giri/minuto. Nelle prove, data la limitata dimensione delle parcelle e l'impossibilità di raggiungere la velocità di esercizio consigliata, la Darwin è stata modificata riducendo il numero di flagelli per diminuire l'intensità diradante.

Al fine di raggiungere gli obiettivi di produzione prefissati, in tutte le annate è stato effettuato un diradamento manuale di rifinitura per ottimizzare la carica produttiva; in particolare, nelle tesi sottoposte a potatura meccanica, sono stati conservati 20-25 frutti/m² per parete, distanziati tra loro di circa 20 cm.

Per il fatto che le annate 2016 e, soprattutto, 2017 sono state caratterizzate da forti gelate primaverili, con danni importanti sulla produttività, non sono stati effettuati dei diradi chimici. Solamente per i frutteti di Golden Delicious è risultato necessario intervenire con

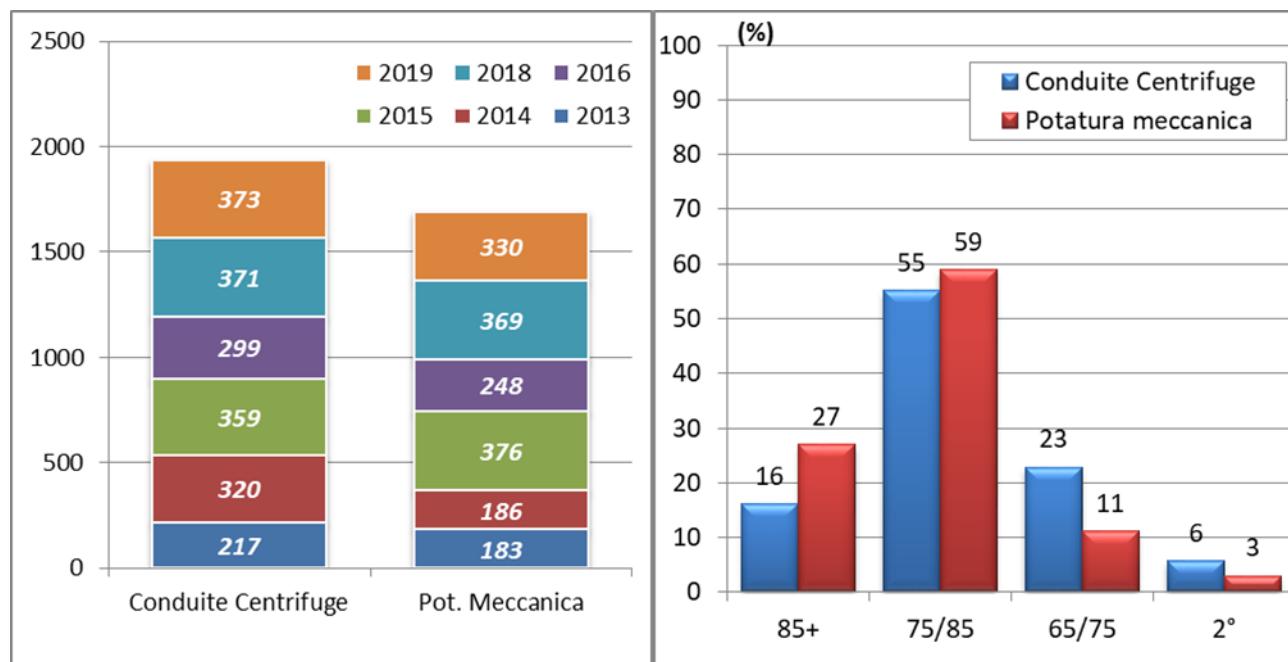
un diradamento manuale, grazie alla difesa antibrina che ha permesso di salvare buona parte dei fiori.

Ogni anno la raccolta è stata eseguita in due stacchi sulla base dei risultati dei test di maturazione, mentre la calibratura e la pesatura dei frutti sono state effettuate separando le produzioni delle singole ripetizioni.

I risultati ottenuti nelle prove hanno confermato la validità della gestione del frutteto bidimensionale con la potatura meccanica. In tutte le tesi, la produttività ha raggiunto dei livelli più che soddisfacenti, sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo.

I seguenti grafici, infatti, evidenziano che la potatura meccanica ha mantenuto, nel corso degli anni, una regolarità di produzione paragonabile e, in alcuni casi, superiore alle tesi di potatura manuale.

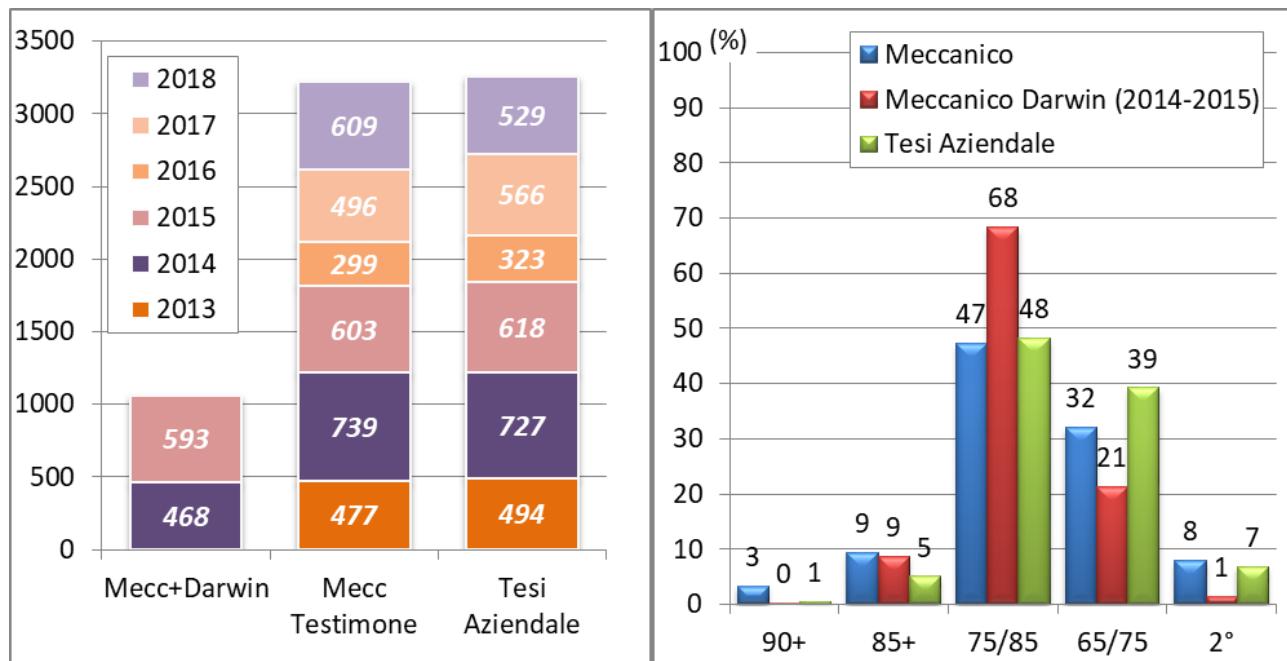
Figura 1: Frutteto Jérôme: produzione cumulata (q/ha) e suddivisa per classi di pezzatura dei frutti in mm.



La bassa produttività nei primi anni di Jérôme è giustificata dal fatto che il frutteto, piantato nel 2010, era ancora in fase di sviluppo, e nella potatura meccanica il primo passaggio

invernale della barra, necessario per formare i futuri supporti fruttiferi, ha ulteriormente ridotto il volume vegeto-produttivo delle piante.

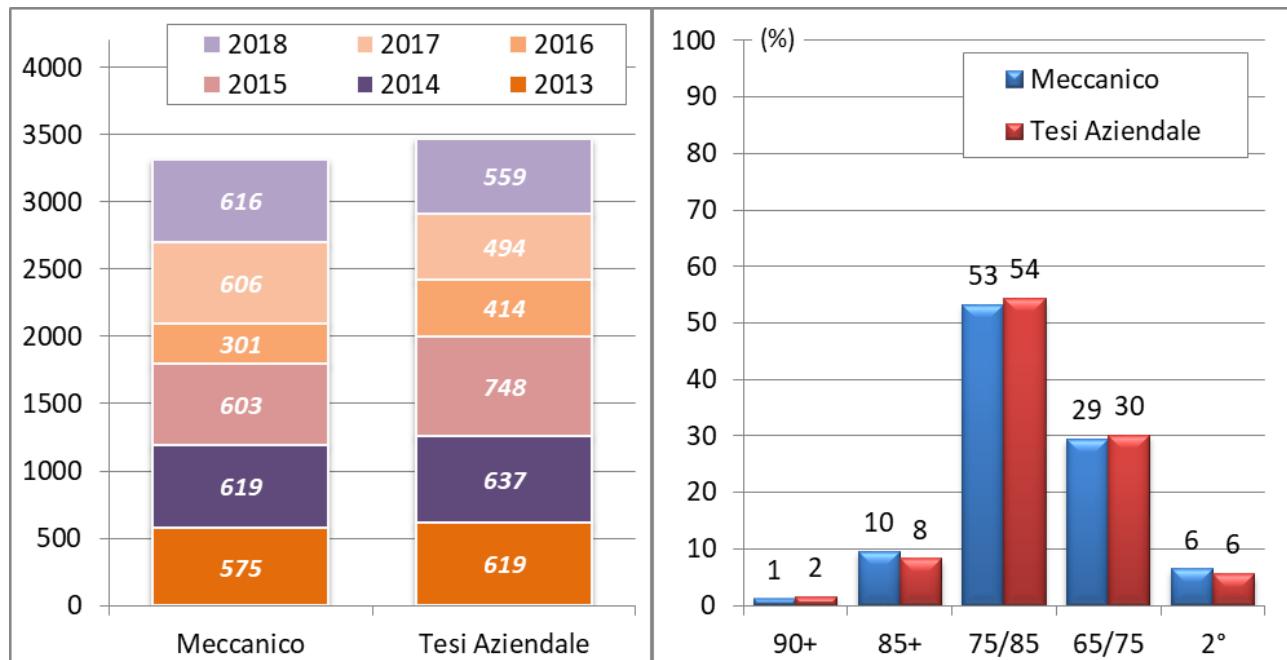
Figura 2: Frutteto Golden D1: produzione cumulata (q/ha) e suddivisa per classi di pezzatura dei frutti in mm.



In generale, nella suddivisione delle classi di pezzatura non si evidenziano differenze significative. In media, per tutte le tesi prese in esame, più del 60% della produzione è

costituita da frutti con una pezzatura superiore a 75mm, quindi commercialmente più interessanti.

Figura 3: Frutteto Golden D2: produzione cumulata (q/ha) e suddivisa per classi di pezzatura dei frutti in mm.



I risultati ottenuti nelle prove prese in esame hanno messo in evidenza diversi vantaggi legati alla meccanizzazione della potatura e del diradamento.

- Vantaggi economici: notevole risparmio di manodopera.
- Vantaggi gestionali: razionalizzazione degli interventi (accessibilità e sicurezza), con possibilità di meccanizzare diverse operazioni

culturali (gestione malerbe, raccolta), grazie alla creazione di una siepe fruttifera stretta; miglioramento dell'efficacia dei trattamenti, riducendo la deriva dei fitofarmaci; predisposizione del frutteto all'utilizzo delle reti multifunzionali, per il controllo di alcuni parassiti come la carpocapsa oltre ad altri molteplici vantaggi (effetto brachizzante, effetto diradante, riduzione dell'incidenza della butteratura amara, protezione da grandine, uccelli, bruciatore da sole, ecc.); indipendenza, per il diradamento meccanico, dalle condizioni climatiche e dalla cultivar.

- **Vantaggi agronomici:** miglior esposizione alla luce e qualità omogenea dei frutti; contenimento del vigore grazie al passaggio estivo della barra.
- **Vantaggi ambientali:** riduzione degli input chimici, attraverso la sostituzione del diradamento chimico fiorale con il diradamento meccanico, e contenimento dell'effetto deriva.

Per quanto riguarda il diradamento meccanico, nonostante le modifiche apportate alla Darwin, rimangono alcune perplessità sull'epoca d'intervento, corrispondente ad una fase

fenologica molto sensibile alle gelate, e allo shock subito dalle piante, che induce una maggiore cascola dei frutticini; l'insieme di questi elementi condiziona di molto l'utilizzo della macchina e giustifica il fatto che sia stata utilizzata solo in alcuni anni.

Per concludere, a conferma dei risultati ottenuti nelle prove precedenti, il frutteto bidimensionale si rivela una buona alternativa alla tradizionale gestione dei meleti, in quanto si riducono in modo significativo i tempi e i costi di gestione, mantenendo alta la qualità delle produzioni.

Certamente, per le piccole realtà frutticole della nostra Regione, l'acquisto della barra falciante e della Darwin rappresenta un investimento molto importante, ma, dato l'utilizzo limitato durante la stagione vegetativa, si potrebbe valutare un acquisto comunitario tra più produttori.

Attualmente, sono in fase di valutazione forme di allevamento multiasse che permettono di ridurre ulteriormente lo spessore della parete fruttifera, predisponendo ancora più le piante ad una gestione di tipo meccanico.

Figura 4: Piante di Golden Delicious, potate meccanicamente, in prossimità della raccolta.



Introduzione e scopo della ricerca

La ricerca in campo agroalimentare è oggi molto incentrata sull'identificazione dei componenti alimentari biologicamente attivi, potenzialmente in grado di ottimizzare il benessere fisico e mentale e di ridurre anche il rischio di contrarre malattie. Si è scoperto che molti prodotti alimentari tradizionali, tra cui frutta, verdura, soia, cereali integrali e latte, contengono componenti potenzialmente benefici per la salute. Oltre a questi, si stanno sviluppando nuovi alimenti, denominati "alimenti funzionali", che rafforzano o incorporano tali benefici componenti, utili per i loro effetti positivi sulla salute o per i favorevoli effetti fisiologici.

L'unità di ricerca **HEART VdA**, grazie ai suoi tre progetti operativi, ha avuto come obiettivo quello di migliorare le conoscenze scientifiche di base in ambito agroalimentare, valorizzare l'aspetto naturalmente nutraceutico dei prodotti agroalimentari del territorio e stimolare l'innovazione al fine di ottenere un aumento della qualità nella produttività agricola e una maggiore competitività delle micro, piccole e medie imprese.

In particolare, il progetto operativo **Innovation in Agrifood** ha dedicato più di tre anni di lavoro sperimentale alla caratterizzazione biochimica e nutraceutica, già iniziata dall'UdR NUTRALP VdA, di varietà di mele e di uve tipicamente coltivate in Valle d'Aosta, in particolare nei frutteti e nei vigneti dell'Institut Agricole Régional, frutti che si sono dimostrati naturalmente ricchi in composti benefici per la salute e con qualità organolettiche superiori, proprio grazie alle particolari caratteristiche del microclima del territorio dove vengono coltivati. Allo scopo di offrire un'opportunità di diversificazione alle aziende del settore, sono stati condotti studi di innovazione tecnologica che hanno portato, grazie anche alla collaborazione dell'azienda *Atelier des Idées*, alla messa a punto di un enolito, un vino

medicinale ripreso dalla tradizione farmaceutica antica. Infine, grazie alla collaborazione in qualità di partner del laboratorio di biotecnologie E. Noussan di La Salle, è stato possibile mettere a punto un protocollo di tracciabilità genetica per rispondere ad un'altra esigenza di mercato particolarmente sentita per le produzioni agroalimentari tipiche e di qualità, ovvero la necessità di avere informazioni certificate sulla loro origine e provenienza. Queste informazioni infatti, oltre a tutelare il produttore ed il consumatore da possibili frodi alimentari, permettono di valorizzare e distinguere i prodotti agro-alimentari con determinate caratteristiche di tipicità e di qualità. In tale contesto, l'analisi di un marchio invisibile ma quasi indelebile, come il DNA, rappresenta un importante strumento di certificazione e tracciabilità di prodotti agroalimentari, potenzialmente applicabile in tutte le fasi della filiera di produzione. Un marchio di certificazione genetica associato ai prodotti sviluppati in questo progetto, oltre a rappresentare un elemento di garanzia qualitativa, costituisce uno strumento di forte innovazione a supporto della tutela e della valorizzazione di materie prime valdostane.



Attività svolte

Il lavoro di ricerca è stato condotto su 4 varietà di mele, di cui 3 coltivate nel frutteto

sperimentale sito in Loc. Moncenis (Aosta, 779 m s.l.m.), Renetta del Canada, Golden Delicious e Fuji, e una varietà autoctona, la *Ravèntse*, raccolta in Loc. Seissogne (1070 m s.l.m., comune di Saint-Marcel). Sono stati inoltre studiati 2 vitigni, di cui uno autoctono, il Fumin, e uno internazionale, il Syrah, entrambi situati nel vigneto sperimentale sito in Loc. Cossan (Aosta, 670 m s.l.m.), nelle medesime condizioni colturali. È stato effettuato un monitoraggio in campo per l'intera durata del progetto, al fine di controllare lo stato vegetoproduttivo e lo stato fitosanitario dei meli e dei vigneti individuati per lo studio.

Nel frutteto sperimentale sono state eseguite le normali pratiche di potatura, diradamento (chimico e manuale), concimazione, irrigazione, difesa fitosanitaria e gestione del terreno. Tutte le pratiche sono state eseguite per tutti gli anni del progetto, dal 2016 (in periodo antecedente all'avvio del progetto HEART) sino al 2019 compreso. Le varietà di mela oggetto di studio sono state studiate anche in relazione a due diversi metodi di potatura della pianta: tradizionale e meccanico, per capire l'influenza del metodo di potatura sulla qualità dei frutti. A partire dall'annata 2017 sono stati anche effettuati i prelievi di mele *Ravèntse*, varietà autoctona anticamente coltivata nel territorio regionale. Per questa varietà di mela non sono stati previsti monitoraggi, poiché le piante non ricevono nessuna pratica culturale.

Il vigneto sperimentale è costituito da quattro filari per vitigno, suddivisi in tre differenti parcelle di campionamento e raccolta (una bassa P1, una media P2 e una alta P3, considerata la pendenza del terreno sul quale sono localizzate le piante). Nel vigneto sperimentale, sono state eseguite le normali pratiche di gestione della pianta e della chioma (potatura invernale e verde - spollonatura, scacchiatura, sfemminellatura, palizzatura, cimatura), la difesa fitosanitaria contro oidio, peronospora e botrite e la gestione del suolo mediante diserbo della superficie. Tutte le pratiche sono state eseguite per tutti gli anni del progetto, sino al 2019 compreso. Nell'annata 2016, a causa del tardivo avvio del progetto, non è stato possibile effettuare campionamenti dei frutti antecedenti a quello

corrispondente alla vera e propria vendemmia. Per monitorare l'andamento dei principali parametri di maturazione e del contenuto in polifenoli totali e molecole bioattive, tutti gli anni sono stati fatti diversi campionamenti dei frutti (mele e uve), durante la maturazione e fino alla raccolta, per le mele, e oltre la vendemmia, per le uve: sono stati campionati, infatti, anche alcuni grappoli lasciati sulla pianta per verificare l'andamento della concentrazione dei polifenoli e di altri parametri anche dopo l'epoca vendemmiale.



Per quanto riguarda la caratterizzazione biochimica, sono state prese in considerazione due diverse parti dei frutti, buccia e polpa per le mele, buccia e vinaccioli per le uve; entrambe le parti sono state essiccate in stufa e polverizzate al fine di favorire la fase successiva di estrazione dei metaboliti secondari in esse presenti. La fase di estrazione è stata effettuata mettendo a punto una metodica che ha previsto l'uso di una tecnologia innovativa, l'*Accelerated Solvent Extraction* (ASE); questa tecnologia ha consentito di utilizzare solventi non tossici (etanolo e acqua) e ottenere risultati paragonabili ad estrazioni classiche fatte tramite macerazione in metanolo, solvente molto efficiente nell'estrazione di molecole fenoliche.

Sui campioni di mele e di uve sono stati analizzati tutti i parametri necessari per determinare la qualità e l'indice di maturità dei frutti: peso, contenuto in amido mediante test di Lugol, °Brix (zuccheri) mediante rifrattometro, pH mediante pHmetro, acidità

mediante titolazione acido-base, densità mediante densimetro.

Sugli estratti ottenuti, invece, sono state eseguite analisi biochimiche al fine di evidenziare il contenuto in metaboliti secondari con attività nutraceutica: polifenoli totali, mediante metodica del Folin-Ciocalteu leggermente modificata, profilo fenolico mediante HPLC accoppiato ad uno spettrometro di massa (LC-MS). L'analisi qual-quantitativa in LC-MS è stata eseguita in triplo per ogni estratto. La metodica di analisi, messa a punto per questo progetto, consente attualmente l'analisi di 34 molecole negli estratti di mela e 66 in quelli di uva, appartenenti a sei diverse classi di molecole antiossidanti: diidrocalconi, flavonoli, flavanoli, acidi idrossibenzoici, acidi idrossicinnamici e antocianine. Il database iniziale di molecole analizzate è stato preparato mediante l'uso di standard e approfondimento bibliografico per associare ogni molecola al suo corretto rapporto massa/carica (m/z).

Sui dati LC-MS, grazie alla collaborazione del CINI, in qualità di partner, e di RESIS srl, in qualità di consulente, è stato possibile effettuare un lavoro di bioinformatica atto a valutare le interazioni molecolari con diversi target biologici al fine di valutare l'attività biologica dei differenti metaboliti identificati.

Lo stesso studio è stato effettuato sul prodotto innovativo, Enolito, messo a punto a partire da microvinificazioni di Petit Rouge, ottenute nel corso del progetto NUTRALP VdA, con l'aggiunta di piante officinali, in parte locali.



Per l'estrazione dei principi attivi delle piante, è stato utilizzato un Naviglio Estrattore®, strumento che applica una tecnologia estrattiva, di tipo solido-liquido, innovativa e dinamica, che consente di lavorare a temperatura ambiente (evitando eventuali stress termici nei confronti di sostanze termolabili) sfruttando esclusivamente un aumento di pressione del liquido estraente sulla matrice solida da estrarre.

Si ottiene così un estratto standardizzato di elevata qualità, che mantiene intatte, nel prodotto finito, le caratteristiche organolettiche delle materie prime di partenza. Le piante officinali utilizzate sono state: corteccia di *Cinchona calisaya*, rizoma di *Zingiber officinale* e radice di *Gentiana lutea*, scelte per conferire al prodotto la loro notoria azione digestiva.

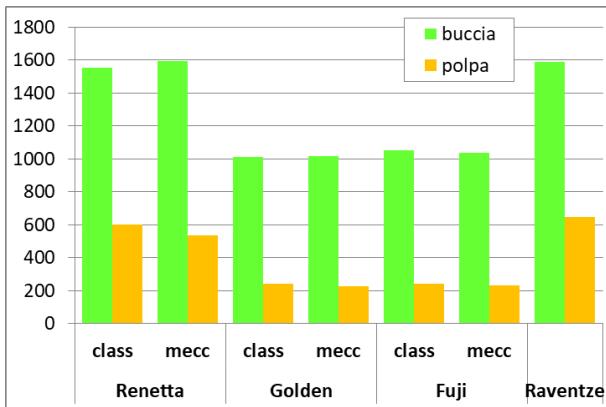
Su tutti i dati raccolti è stata effettuata l'analisi della varianza, mediante software SPSS. Alla presenza di differenze significative ($p<0,05$) sono stati effettuati i test *post-hoc* (Tukey) per classificare le medie.

Risultati e discussione

Nei diversi campi sperimentali, nel corso dei 3 anni di sperimentazione si sono osservate condizioni agro-ambientali molto differenti tra loro. Nel complesso non si sono evidenziate grosse problematiche di tipo fitosanitario né nel frutteto né nel vigneto e i frutti raccolti durante i campionamenti, soprattutto alla raccolta, presentavano sempre indici di qualità (indice di Thiault, per le mele) elevati.

Per quanto riguarda il contenuto in polifenoli totali, nelle mele si è osservata una forte variabilità dovuta alla varietà, all'annata, e alle parti del frutto considerate. In particolare, si è osservata una significativa maggiore concentrazione di polifenoli totali nella varietà Renetta del Canada e nella varietà autoctona Ravèntse rispetto alle altre varietà studiate, in entrambe le parti del frutto analizzate (**Figura 1**).

Figura 1. Contenuto in polifenoli totali (mg/100 g s.s.) alla raccolta, nelle 4 varietà studiate (medie di 3 anni).

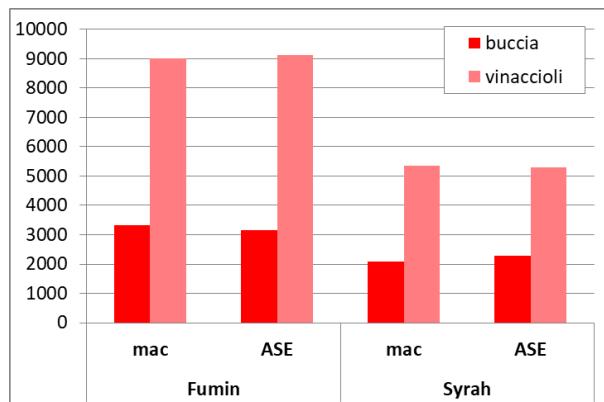


Le differenze significative osservate nel corso delle annate, in tutte le varietà studiate, suggeriscono che la concentrazione di polifenoli sia fortemente dipendente dalle condizioni ambientali nelle quali si sviluppa il frutto, oltre che dalle condizioni meteorologiche che accompagnano la stagione vegetativa. In linea generale e in maniera statisticamente significativa, si è osservata una concentrazione di polifenoli nettamente inferiore nelle polpe rispetto alle bucce, come già ampiamente noto in letteratura. Si tratta, infatti, di composti che la pianta produce come difesa dagli stress provenienti dall'ambiente esterno, sia di tipo biotico che abiotico, motivo per cui i polifenoli vengono prodotti e si localizzano maggiormente laddove la pianta ne ha più bisogno, ovvero a livello di buccia.

Infine, non sono state osservate differenze significative nel contenuto di polifenoli totali tra le due tipologie di potatura, classica e meccanica.

Anche nelle uve il contenuto in polifenoli totali risulta, come già osservato per le mele, nettamente dipendente dal vitigno, dall'annata, dalle parti del frutto studiate e dalla posizione delle piante all'interno del vigneto. Dei due vitigni studiati, l'autoctono Fumin risulta avere un contenuto in polifenoli significativamente maggiore rispetto all'internazionale Syrah, sia per quanto riguarda le bucce che i vinaccioli (**Figura 2**).

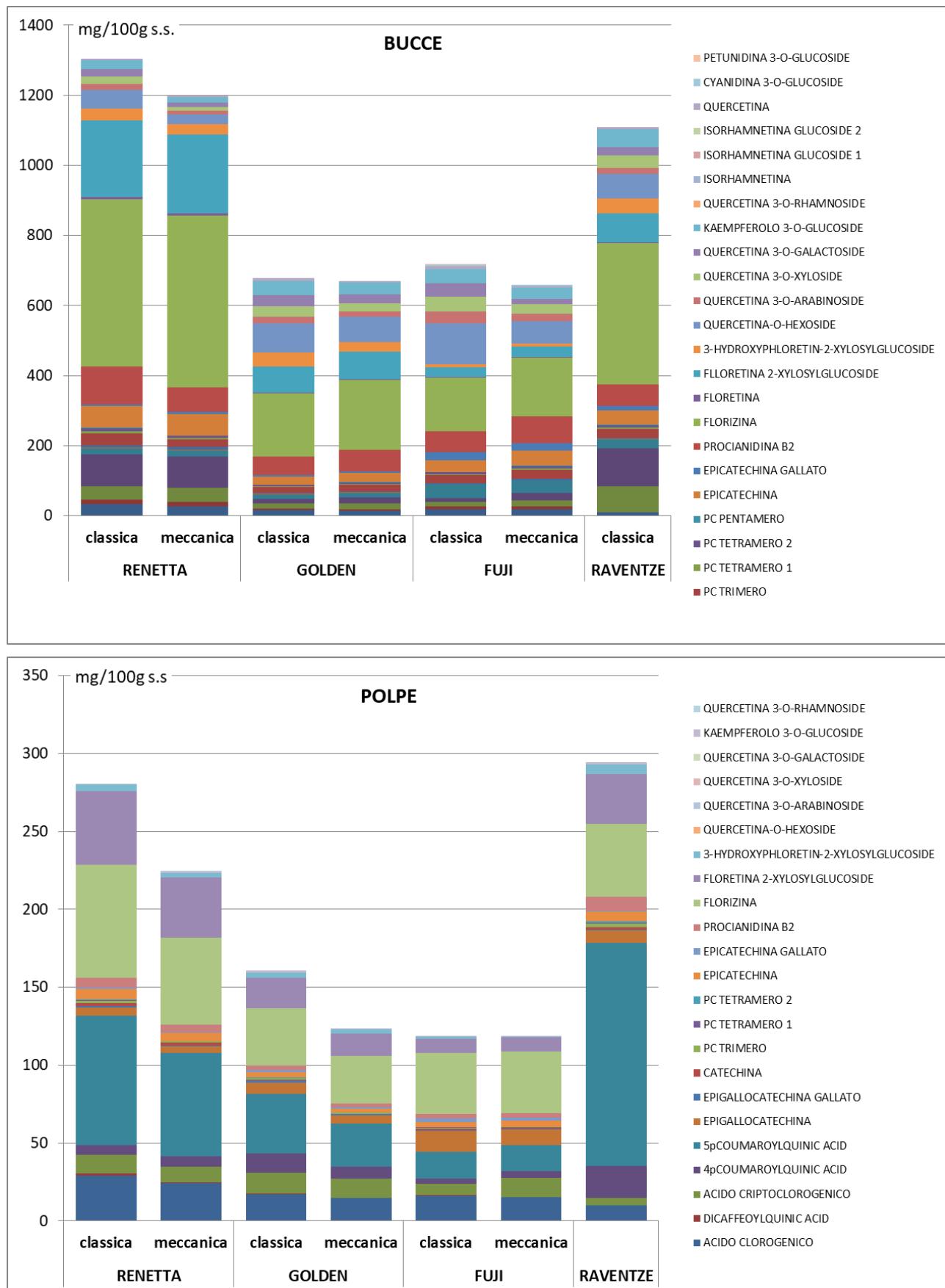
Figura 2. Contenuto medio di polifenoli totali negli estratti di uve ottenuti per macerazione e mediante la tecnologia ASE, alla vendemmia (mg/100 g s.s.).



Questo risultato conferma che varietà autoctone hanno caratteristiche peculiari che le rendono maggiormente adattabili all'ambiente in cui crescono. Come già osservato per le mele, è forte l'influenza dell'annata sul contenuto in polifenoli totale di entrambi i vitigni studiati, a sottolineare ancora una volta la forte influenza dell'ambiente esterno sulla presenza e sull'accumulo dei metaboliti secondari che la pianta sintetizza per autoprotezione. Un'altra prova del fatto che l'ambiente possa influenzare pesantemente il contenuto dei polifenoli totali è data anche dalle differenze significative osservate nelle diverse parcelle del vigneto, prese in considerazione nello studio.

Lo studio del profilo fenolico effettuato con la tecnica LC-MS ESI⁻, ha portato all'identificazione di circa una sessantina di metaboliti secondari, di cui circa 30 per le mele e 49 per le uve, tutti appartenenti alla grande classe dei polifenoli. Tra questi, la Florizina, la Floretina-2-xilosilglucoside, gli acidi 4p e 5p-Cumaroilquinico e l'acido Clorogenico sono stati riscontrati a concentrazioni elevate sia nella buccia che nella polpa delle mele, mentre la Procianidina B2 e le Quercetine glicosilate sono state trovate a concentrazioni più elevate nelle bucce delle mele (**Figura 3**).

Figura 3. Profilo fenolico medio delle bucce e delle polpe delle mele analizzate.

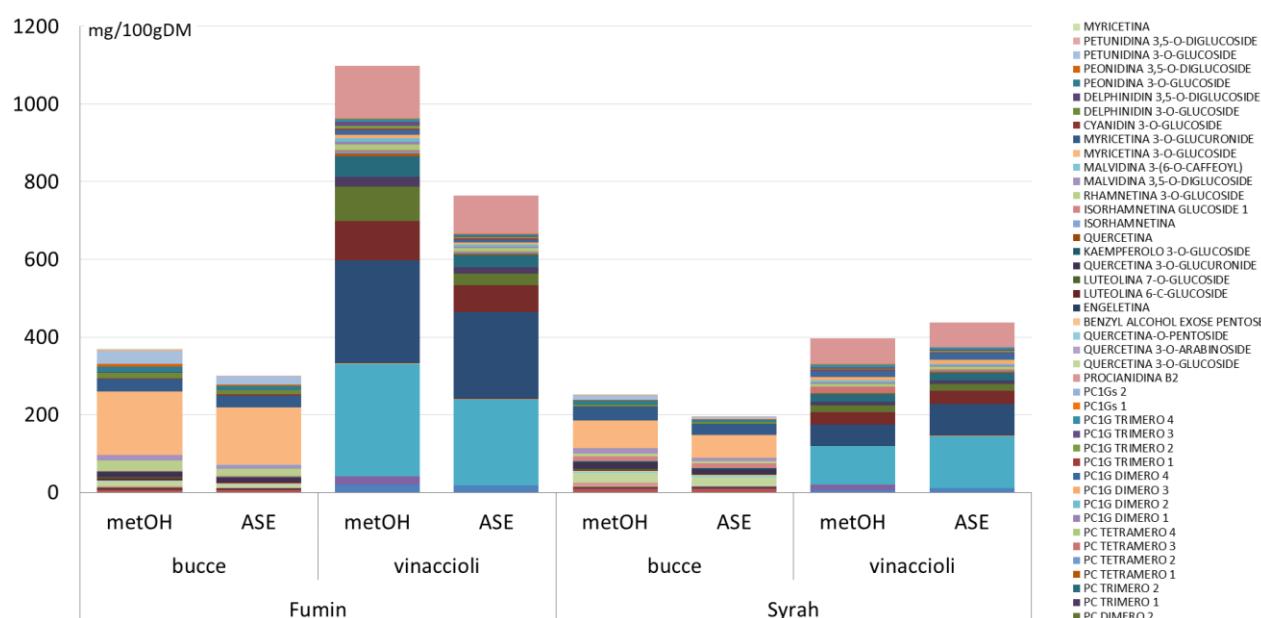


L'acido 4p-Cumaroilquinico, presente ad una concentrazione molto elevata nella buccia della varietà autoctona *Ravèntse*, sembra essere correlato ad una maggiore resistenza da parte della pianta all'afide grigio, principale causa di danno a foglie e germogli. Questo suggerirebbe un possibile utilizzo degli estratti come componenti attivi di un fitofarmaco o biostimolante naturale. Infine, uno dei composti riscontrati solo nella varietà *Ravèntse* è l'Isoramnetina, un polifenolo afferente alla sottoclasse dei Flavonoli, mentre la Cianidina 3-O glucoside, un'Antocianina, è stata identificata solo nella buccia della varietà Fuji. Il confronto tra le due tecniche di potatura ha mostrato differenze significative a livello di alcune molecole quali l'acido Clorogenico, l'acido 5p-Cumaroilquinico, la Procianidina B2, la Floretina e la Florizina. È stato eseguito uno studio di *clustering* sui dati del profilo fenolico delle mele, in particolare delle polpe, in quanto quest'ultime poco influenzati dall'ambiente esterno in cui sono coltivate le piante. Lo studio ha evidenziato come i polifenoli identificati risultino essere predittori varietali molto accurati, nonostante l'alta variabilità dei singoli composti nelle diverse varietà da una stagione all'altra.

Dei 30 metaboliti identificati, 7 sono risultati avere una concentrazione micro molare sufficiente, in buccia o polpa o in entrambe per regolare, mediante *up-regulation* o *down-regulation*, fino a 18 target (ALOX5, ALOX15, AVPR2, BCL2, CA9, CYP1, CYP19A1, CYP2, CYP3A4, DRD1, ESR1, F2, MAO, MMP3, MMP9, NFKB1, NOS3, PTGS1) coinvolti in diverse vie patologiche, in particolare patologie cardiovascolari e tumori. Tra i polifenoli con potenziale bioattività, ci sono la Quercetina, la Florizina, l'Epicatechina, l'Epicatechina Gallato, l'Epigallocatechina Gallato, la Catechina, e l'Isoramnetina.

Per quanto riguarda le uve, le Antocianine, in particolare la Mircetina-3-o-glucoside, la Mircetina-3-o-glucuronide, la Delfnidina, e la Petunidina sono quelle più abbondanti nelle bucce di entrambi i vitigni, così come le Quercetine glicosilate. La Procianidina B2 con i suoi dimeri e trimeri, la Catechina, l'Epicatechina, e l'acido Gallico risultano essere maggiormente concentrati nei vinaccioli o addirittura essere presenti solo in questa parte del frutto, come l'acido Gallico (**Figura 4**).

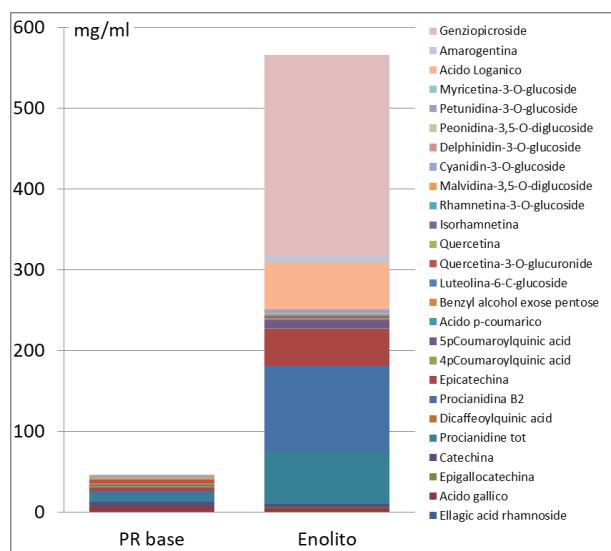
Figura 4. Profilo fenolico medio alla vendemmia delle uve studiate, confronto tra l'estrazione per macerazione (metOH) e la tecnologia ASE.



Dei 49 metaboliti identificati, 6 sono risultati avere una concentrazione sufficiente, in buccia o vinaccioli o in entrambi, per regolare, mediante *up-regulation* o *down-regulation*, fino a 13 target (ALDH1, BCL2, CA9, CDK5, CYP1, CP19A1, F2, HPGD, NOS3, PTGS1, RACGAP1, SELP, TP53) coinvolti in diverse vie metaboliche implicate nell'insorgenza o nella prevenzione di differenti patologie, tra cui patologie cardiovascolari e tumori.

Il profilo biochimico del prodotto innovativo Enolito non ha mostrato particolari differenze qualitative rispetto a quello del vino base utilizzato per produrlo. Infatti, conserva tutte le molecole che sono tipiche del vino base, ma presenta un sostanziale arricchimento quantitativo a livello di alcuni flavanoli, specialmente Procianidine e di composti caratteristici delle piante officinali utilizzate per produrlo, come l'acido Loganico, il Genziopicroside e l'Amarogentina (**Figura 5**).

Figura 5. Profilo fenolico del vino base Petit Rouge e dell'Enolito.



Questo risultato sta a dimostrare come la tecnologia di trasformazione innovativa non modifichi in maniera sostanziale le caratteristiche chimiche del prodotto, ma ne favorisca un arricchimento in sostanze bioattive, utili a dare funzionalità al prodotto finito. Nel corso della caratterizzazione biochimica mediante spettrometria di massa sono stati identificati 43 metaboliti secondari e, di questi, 5 sono risultati avere un'attività biologica potenziale su 12 dei target studiati

(ALDH1A1, ALOX5, ALOX15, CA9, CYP1, CYP2, CYP3, MMP9, NOS3, PTGS1, SELP, TP53), dando potenzialmente una protezione verso le patologie cardiovascolari e una potenziale effetto preventivo verso i tumori.

Per quanto riguarda lo studio genetico, è stato possibile individuare dei marcatori molecolari specifici per la varietà autoctona *Ravèntse* e per i vitigni autoctoni Fumin e Petit Rouge; questo ha permesso di mettere a punto un protocollo di certificazione/tracciabilità genetica affidabile, in grado di controllare la presenza delle materie prime del territorio almeno fino al mosto, per quanto riguarda la mela *Ravèntse*, e fino al prodotto finito, per quanto riguarda i vini Fumin e Petit Rouge.

Conclusioni

I risultati ottenuti in questo studio hanno dimostrato che i frutti di varietà autoctone, come la *Ravèntse* e il Fumin, o di varietà anticamente coltivate nel territorio alpino, come la Renetta del Canada, e i prodotti di trasformazione derivati sono naturalmente ricchi in sostanze benefiche per la salute. Questo risultato consentirà in futuro di promuovere i prodotti tipici non solo attraverso le immagini del territorio di produzione, ma anche per il loro naturale aspetto nutraceutico, oramai sempre più ricercato dal consumatore. Inoltre, la messa a punto di un metodo di estrazione innovativo e senza uso di solventi tossici potrà consentire in futuro di utilizzare gli estratti di questi frutti, ricchi in composti bioattivi, nella preparazione di prodotti funzionali in ambito alimentare, cosmetico e fitosanitario, offrendo in questo modo alle aziende locali la possibilità di diversificare la loro produzione e fare innovazione di prodotto, elementi essenziali per aumentare la competitività nei mercati locali, nazionali e internazionali. Infine, la messa a punto di un protocollo di certificazione genetica associato ai prodotti del territorio, oltre a rappresentare un elemento di garanzia qualitativa dei prodotti stessi, costituisce uno strumento di forte innovazione a supporto della tutela e della valorizzazione di materie prime valdostane.

Questo progetto è stato cofinanziato dal FESR e dal FSE attraverso il bando "Creazione e sviluppo di unità di ricerca" programmazione 2014-2020.

HEART VdA - Analisi d'immagine e potenziale fenolico per monitorare la maturazione dell'uva

US Laboratori di Analisi e US Viticoltura-Enologia

Introduzione e scopo del lavoro

Nell'uva, dall'invaiatura alla maturazione tecnologica, definita in base al rapporto zuccheri/acidità totale (Z/AT), gli estratti della buccia si arricchiscono di composti fenolici. Gli antociani, che compaiono all'invaiatura, si accumulano durante tutta la maturazione e passano per un massimo che si colloca intorno alla maturità tecnologica, per essere poi degradati nel corso della sovramaturazione. Il livello di accumulo degli antociani e la posizione del massimo, però, possono variare anche molto in funzione dell'andamento climatico e dell'annata. L'evoluzione dell'accumulo degli antociani si è rivelata essere uno strumento interessante per la determinazione della maturità delle uve rosse. Si è osservato che si raggiunge un livello di maturità soddisfacente quando si registra una caduta significativa del tenore in antociani delle uve. Esistono numerosi metodi analitici per la determinazione qualitativa e quantitativa del potenziale fenolico; tutti questi metodi, però, sono distruttivi e richiedono tempo per il campionamento e l'analisi delle uve.



Scopo di questo lavoro è stato quello di valutare la possibilità di utilizzo di una fenocamera digitale per monitorare la maturità fenolica delle uve Fumin, cercando di mettere in correlazione il dato analitico con l'indice di

colore, estratto dal valore di RGB delle immagini digitali acquisite.

Attività svolte

Sono stati effettuati diversi campionamenti nel corso della maturazione (dall'invaiatura alla vendemmia) in una zona del vigneto ripresa dalla fenocamera, lasciando alcuni grappoli, nella stessa zona, su cui fare l'analisi d'immagine.



La buccia di ciascuno dei 50 acini campionati è stata separata, essiccata in stufa e polverizzata. La polvere è stata quindi sottoposta ad estrazione con metanolo 100%, con l'ausilio di un bagno ad ultrasuoni per aumentare il potere estraente del solvente. La soluzione limpida è stata utilizzata per determinare, mediante una metodica spettrofotometrica, la concentrazione di antociani totali presenti.

Parallelamente, mediante l'uso di una fenocamera digitale, sono state acquisite diverse immagini giornaliere nel corso della maturazione. Da ciascuna di queste sono state estratte le immagini dei grappoli, dalle quali sono stati estratti i dati di RGB leggendo i valori delle 3 bande cromatiche di cui sono costituite le immagini jpeg. Si sono misurati così, per ogni pixel, un valore di rosso (R), uno di verde (G) e uno di blu (B) ed è stata ottenuta una

media del grappolo. I singoli indici sono stati calcolati come percentuali del totale del colore. Infine, sulla base di numerose osservazioni, è stato calcolato un dato medio giornaliero.

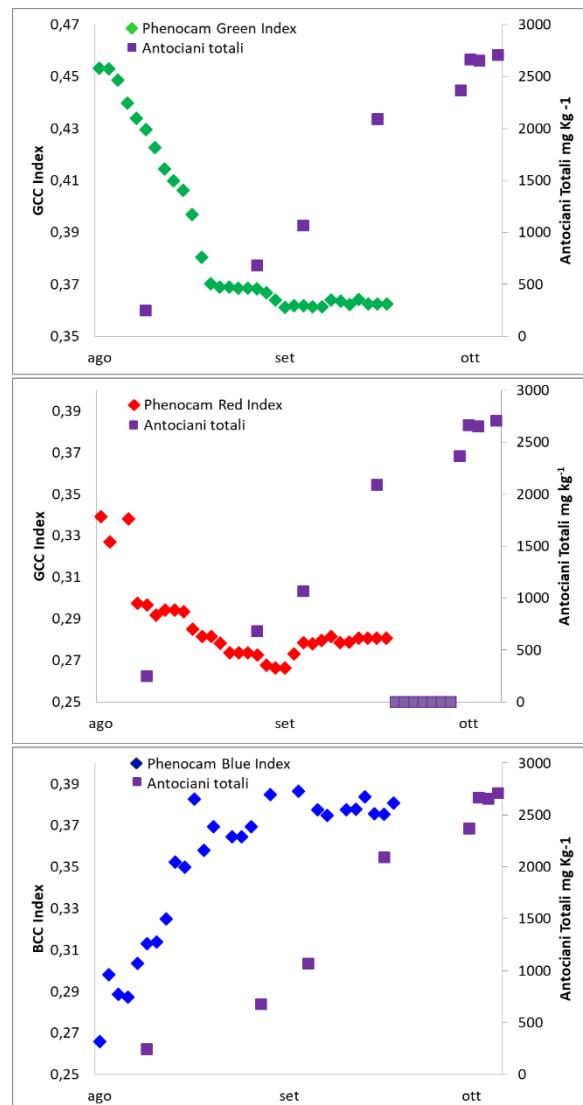
Risultati e conclusioni

Dai risultati fino ad oggi ottenuti si è potuto osservare che i valori dell'indice di verde subiscono un deciso decremento nel corso della maturazione dei grappoli, mentre si è osservato un forte incremento della concentrazione di antociani totali, lo stesso si è potuto osservare per l'indice di rosso, mentre l'indice di blu sembrerebbe crescere in modo simile a quanto osservato per gli antociani totali.

I dati raccolti in un solo anno non ci consentono, per il momento, di dimostrare l'equivalenza dei due metodi nel determinare la maturità fenolica delle uve, ma il confronto tra il valore RGB, ottenuto con la fenocamera, e il contenuto di antociani, misurato in laboratorio, ci suggerisce, da un lato, una potenziale correlazione inversa tra il contenuto di antociani e l'indice di verde e rosso, dall'altro una potenziale correlazione diretta tra gli antociani e l'indice di blu.

Questo studio rappresenta un primo approccio scientifico per validare l'uso di tecnologie digitali, strumenti rapidi e non invasivi, per il controllo della maturazione fenolica delle uve.

Questo lavoro è stato cofinanziato dal FESR e FSE attraverso il bando "Creazione e sviluppo di Unità di Ricerca" programmazione 2014-2020.



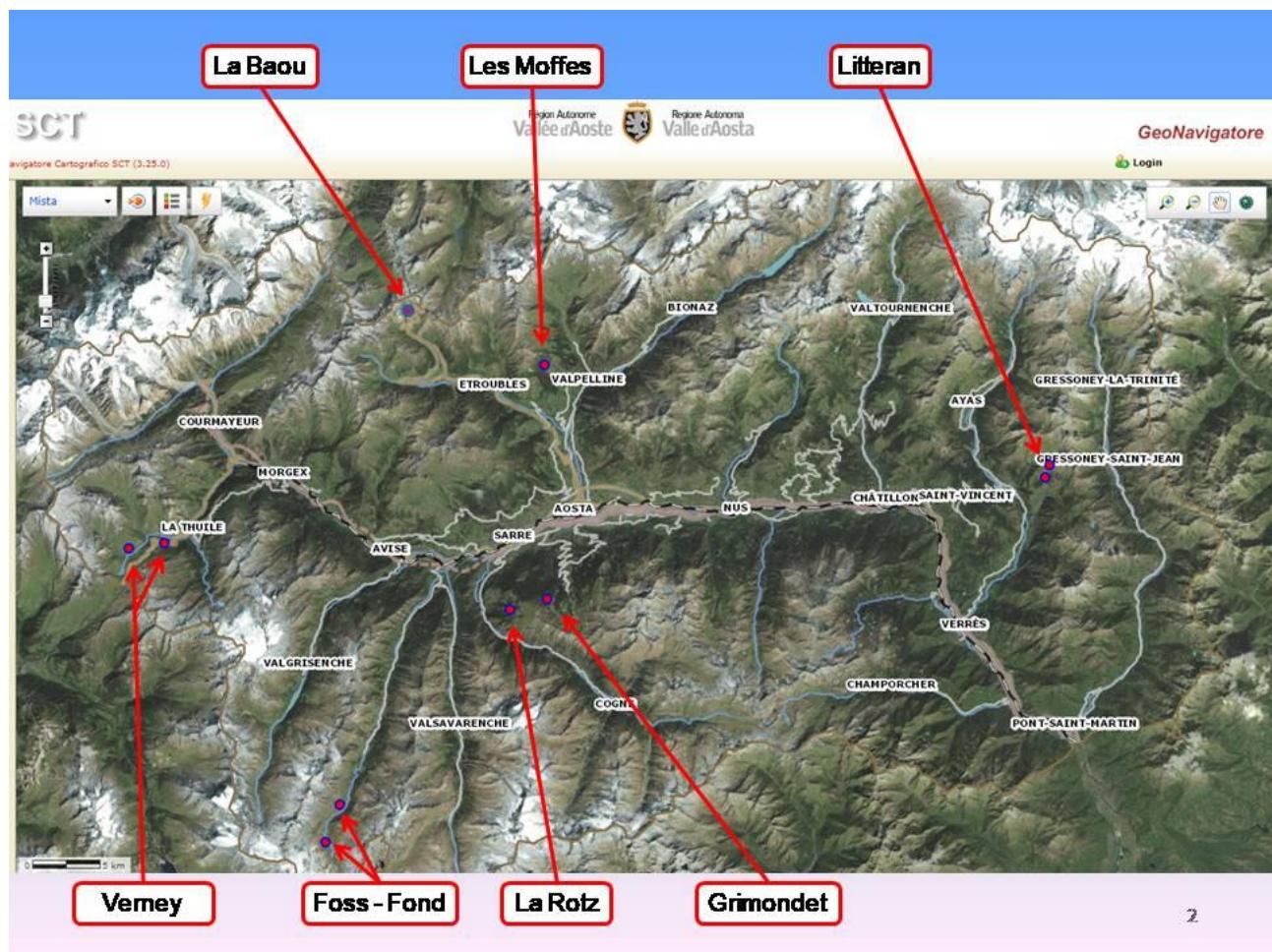
Scholar-Shepherd – A European training path for shepherds in mountains areas

US Valorizzazione dei Prodotti di Origine Animale e US Laboratori di Analisi

Il progetto “Scholar-Shepherd – A European training path for shepherds in mountains areas: sviluppo di filiere agro-pastorali in alpeggi valdostani gestiti da giovani nel passaggio delle conoscenze tra generazioni attraverso attività di consulenza, formazione e animazione”, finanziato per il 2019 dalla Fondazione Compagnia di San Paolo, si è posto l’obiettivo di promuovere lo sviluppo locale delle filiere agro-pastorali di montagna accompagnando, nel passaggio delle conoscenze tra generazioni e nell’innovazione, aziende di alpeggio condotte da giovani.

Oltre a sostenere le produzioni lattiero-casearie esistenti, Fontina *in primis*, si è voluto proporre nuove linee produttive (coltivare innovazione) fornendo ai giovani conduttori attività di consulenza, formazione e animazione.

Il progetto ha coinvolto ricercatori e tecnici dell’Unità di Valorizzazione dei Prodotti Animali e dei Laboratori dello IAR; hanno collaborato anche il Laboratorio Analisi Latte dell’Assessorato Agricoltura Valle d’Aosta, il Consorzio di Tutela della Fontina e la Cooperativa Produttori Latte e Fontina; l’attuazione di Scholar-Shepherd è avvenuta in tempi piuttosto brevi giacché dalla presentazione della proposta all’inizio delle attività sono trascorsi solo pochi mesi; ciò è stato possibile grazie al favore raccolto sia da parte dell’Unità di Ricerca che dei giovani conduttori di alpeggio coinvolti: le sette realtà con le quali è stato portato avanti il lavoro rappresentavano un gruppo in cui ognuno in qualche modo aveva già maturato esperienze scolastiche o formative presso l’Institut Agricole Régional.



Le aziende selezionate dovevano innanzitutto rispondere al prerequisito del passaggio generazionale tra genitori e figli per cui nel novero dei circa 130 alpeggi che producono Fontina, la scelta è ricaduta su di esse onde avviare il progetto in tempi brevissimi.

Il progetto *Scholar-Shepherd* è stato innanzitutto un importante banco di prova per appurare quanto siano necessarie attività di consulenza, formazione e animazione in alpeggio; interventi simili non sarebbero meno utili presso altri alpeggi, calibrandoli su modelli gestionali molto più diffusi nella regione che prevedono l'impiego di manodopera salariata, sovente straniera.

Gli alpeggi presi in esame, salvo un caso, vedono i genitori ancora molto presenti nella gestione e questo è un punto molto importante rispetto al travaso del *savoir faire* tra generazioni: i ragazzi possono infatti contare, oltre che sul proprio bagaglio di conoscenze e competenze, anche sulla rassicurante esperienza messa a disposizione dai familiari.

Il tecnico dello IAR che ha svolto in maggior parte le attività in alpeggio, lui pure ex allievo, appartiene alla stessa generazione dei giovani alpighiani e conduce esso stesso con la propria famiglia una piccola azienda zootecnico/casearia in un paese di montagna; per più di un motivo ciò ha facilitato il suo lavoro e gli ha permesso di entrare agevolmente in sintonia con tutti.



Gli ottimi rapporti con gli alpighiani sono stati quindi uno dei punti forti del progetto e questo non è davvero scontato, dovendosi relazionare con chi opera in condizioni di elevati carichi di lavoro, in ambiente di alta montagna, senza le comodità che sono abituali presso le aziende

di fondovalle che garantiscono una qualità della vita migliore.

Sono state svolte più visite presso gli alpeggi che innanzitutto lo hanno richiesto, ma anche laddove sono emerse esigenze nel corso dell'estate; in un caso, visto il buon andamento della produzione fin dall'inizio e considerato che la giovane conduttrice/casara - oltre che mamma - aveva già collaborato con lo IAR in altri contesti, le visite sono state ridotte al minimo, tra l'altro con buon esito.



Tenuto conto che uno degli obiettivi prioritari del progetto era il perseguitamento della elevata qualità dei prodotti di alpeggio (*in primis* la Fontina), sono state in generale rilevate buone condizioni degli ambienti di lavoro (casere), una buona qualità del latte, una più che discreta gestione delle pratiche di trasformazione (comunque migliorabili), mentre qualche problema è stato invece rilevato nelle attività in stalla (somministrazione dei concentrati) e in cantina (cure ai formaggi non sempre adeguate, parametri ambientali critici nella fase di stoccaggio e logistica nella movimentazione dei formaggi migliorabile).

I risultati in termini di qualità organolettica sono stati mediamente buoni, con qualche problema derivante dal fatto che le forme bianche nelle prime importantissime fasi post caseificazione non sono sempre trattate come si dovrebbe.

Il servizio fornito dallo IAR ha potuto contare sulle analisi effettuate dal laboratorio interno oltre che da quello Regionale, sulla collaborazione della Cooperativa Latte e Fontina per la stagionatura e per le sedute di degustazione dei formaggi, sui controlli effettuati dal Consorzio di Tutela della Fontina

e sui consigli dei Servizi Veterinari in ordine all'igiene delle produzioni casearie.



Alla luce del buon successo conseguito nell'estate 2019 dal progetto *Scholar-Shepherd*, lo IAR ha inserito nel proprio Piano di Attività per l'anno in corso la prosecuzione di

tale iniziativa, offrendo i propri servizi di consulenza, formazione e accompagnamento ad altri alpeggi oltre che a quelli seguiti l'anno scorso; questi ultimi costituiscono un'ottima base con cui continuare il lavoro iniziato calibrando con ulteriore attenzione le attività.

La conduzione familiare pone senza dubbio le migliori condizioni per collaborare, ma come già accennato, il modello più diffuso in Valle d'Aosta si basa sull'impiego di manodopera stagionale, il più delle volte straniera e con elevato *turn over*; in tal caso per i tecnici entrare negli alpeggi sarebbe, per vari motivi, meno agevole ma è evidente che in tali contesti la necessità di consulenza e formazione potrebbe essere anche più importante.

Studio dell'adattabilità dei portainnesti del melo CG11 e M26 alla stanchezza del terreno

US Frutticoltura

Con il susseguirsi della stessa coltura negli anni, spesso si favorisce il fenomeno detto "stanchezza del terreno", che consiste in una difficoltà a rinnovare nel tempo la coltura sullo stesso appezzamento in monosuccessione, ed è sintomo di degrado della fertilità. La stanchezza del terreno è data dalla combinazione di due componenti: 1) presenza di metaboliti tossici nel suolo, derivanti da residui vegetali e dalla loro degradazione microbica; 2) perdita di humus e riduzione del processo di umificazione che determinano una minor disponibilità dei nutrienti, favorendo i processi di mineralizzazione (degradazione rapida dei residui) a scapito della loro stabilizzazione.

In una parcella sperimentale di Moncenis, coltivata per decenni con melo e destinata al reimpianto con la medesima specie, sono state adottate le seguenti strategie agronomiche al fine di contrastare tale fenomeno negativo:

- all'espianto, sono state rimosse il più possibile le radici e i residui vegetali della coltura precedente;
- dopo l'espianto, è stato arieggiato il suolo, in modo da forzare la mineralizzazione e favorire la massima diversificazione, anche attraverso l'apporto di una notevole quantità di compost;
- nella scelta del materiale vegetale, sono stati utilizzati portainnesti differenti geneticamente e leggermente più vigorosi rispetto al precedente portainnesto M9.



A partire dal 2016, quindi, è stata impostata una prova di confronto su Golden Delicious fra l'M9 T337 (sesto: 4x1,2 m) e due portainnesti alternativi: CG11 (sesto: 4x1,2 m) e M26 (sesto: 4x1,5 m). Per il portainnesto M26, caratterizzato da un vigore leggermente maggiore, nel 2019 gli astoni sono stati impostati a multiasse (3 assi), per permettere una ripartizione migliore del vigore e favorire la formazione di una parete fruttifera più stretta e meccanizzabile.

Controllo delle infestanti mediante strategie alternative al diserbo chimico

US Frutticoltura

L'applicazione del pirodiserbo e lo sfalcio del sottofila, come mezzi fisici e meccanici per il controllo delle infestanti, costituiscono una valida alternativa all'utilizzo dei diserbanti

chimici. L'assenza di residui nocivi e un impatto ambientale del tutto trascurabile si inseriscono perfettamente in un contesto di frutticoltura ecosostenibile.



A tal proposito, negli anni sono state valutate queste due strategie alternative al diserbo chimico, soprattutto dal punto di vista dell'efficacia, dei tempi di applicazione e dei costi, al fine di verificare la fattibilità tecnica ed economica.

Al momento, le considerazioni sul pirodiserbo sono le seguenti:

- sistema ecocompatibile (nessun residuo e nessun danno alle radici);
- durata più limitata nel tempo, con necessità di frequenti passaggi;
- costi maggiori (consumi di GPL), compensati in parte dai contributi percepiti per l'adozione delle misure previste dalla lotta integrata facoltativa;
- poco adattabile nel caso di frutteti di piccole dimensioni, con filari corti, per il maggiore consumo di GPL durante le fasi di inversione di marcia;
- bassa velocità operativa;
- efficacia influenzata dallo stadio delle maledette, che non dovrebbe essere troppo avanzato;
- efficacia influenzata dal microclima, soprattutto per quanto riguarda l'umidità e il vento;

- rischio d'incendio;
- rischio di danno dei frutti situati nelle parti basse della chioma;
- costo della macchina operatrice.

Le considerazioni sulla lavorazione meccanica, attraverso una macchina operatrice dotata di flagelli (spazzolatrice) e abbinata alla trincia interfila, sono le seguenti:

- ecocompatibile (nessun residuo e nessun danno alle radici);
- durata più limitata nel tempo, con necessità di frequenti passaggi;
- contrasta l'erosione del suolo;
- arricchisce il suolo di sostanza organica;
- evita la lisciviazione di alcuni elementi nutritivi;
- rischio di danno dei frutti situati nelle parti basse della chioma;
- costo della macchina operatrice.



***Difesa delle colture e lotta ai difetti
delle produzioni agroalimentari***

Monitoraggio della malattia dell'esca e valutazione delle possibilità di risanamento

US Viticoltura-Enologia

In Valle d'Aosta, come del resto in buona parte del continente, si va inesorabilmente estendendo il problema delle malattie di deperimento del legno, in particolare dell'esca. Ormai, le percentuali di infezione sono talmente elevate che è divenuto necessario esplorare soluzioni alternative alla vecchia consuetudine di eliminare completamente i ceppi sintomatici. Negli ultimi anni, presso il vigneto Hospice, si stanno esplorando due tecniche: il sovrinnesto al di sotto del punto

d'innesto originale e l'eliminazione della parte di pianta colpita, mediante potatura severa o, nei casi più gravi, capitozzatura della pianta. Nel corso della stagione vegetativa vengono registrati i nuovi casi di infezione, e gli esiti dell'applicazione delle due tecniche: morte della pianta, persistenza dei sintomi, sopravvivenza e apparente risanamento.

Figura. 1. Ceppi di vite sintomatici: i diversi colori dei nastri rappresentano le stagioni in cui si sono osservati i sintomi di esca. Si noti la totale assenza di sintomi su tutte le piante (i primi sintomi compariranno dopo l'inizio dell'estate)



INSTITUT AGRICOLE RÉGIONAL



Rég. La Rochère 1/A
11100 Aosta

www.iaraosta.it
iar@iaraosta.it