

**GESTIONE SOSTENIBILE DELLE AZIENDE
ZOOTECNICHE
CHE PRODUCONO E TRASFORMANO
IN “FILIERA CORTA”**



Autori: dott.ssa Valentina Cecchini, Simona Rainis-*PhD*

Agenzia Regionale per lo sviluppo rurale-Ersa

luglio 2026

Immagine di copertina:

Concept grafico: Valentina Cecchini

Elaborazione visuale: Microsoft Copilot (AI generativa)

Il Progetto sperimentale per un sistema integrato di gestione delle aziende zootecniche da latte, di cui tratta questa pubblicazione, è stato finanziato nell'ambito della programmazione per un Sistema Integrato dei Servizi di Sviluppo Agricolo e Rurale SISSAR (L.r. n. 5/2006, DGR n. 343).

Indice

1. Introduzione e descrizione del contesto operativo	1
1.1 Il ruolo delle aziende zootecniche di piccola scala	2
2. Impostazione del progetto	3
2.1. Le aziende coinvolte	4
3. L'esperienza compiuta con le azioni sperimentali	7
3.1. Tecnologie per la gestione degli animali al pascolo e delle superfici pascolate (Azione 1)..	7
3.2. Un approccio integrato alla sostenibilità delle aziende da latte (Azione 2)	12
3.3. Dal latte al formaggio (Azione 3)	16
4. Il valore di un approccio di filiera	19
5. Ringraziamenti	21
6. Bibliografia	22
7. Articoli scientifici e divulgativi prodotti con le azioni sperimentali	24

1. Introduzione e descrizione del contesto operativo

I dati presentati sono stati raccolti grazie alle attività previste dall'iniziativa sperimentale nell'ambito del SISSAR Ricerca e Sviluppo, intitolata "Progetto sperimentale per un sistema integrato di gestione delle aziende zootecniche da latte" e rivolto alle piccole realtà zootecniche operanti in Friuli Venezia Giulia. Il progetto, durato 3 anni (2022-2025), è stato pensato con l'obiettivo di supportare lo sviluppo delle aziende lattiero-casearie presenti in regione che lavorano in "filiera corta", ovvero che impiegano risorse di provenienza locale nel processo produttivo e che trasformano il latte in azienda o in caseifici di prossimità. L'approccio proposto è stato di tipo integrato e orientato a valorizzare le risorse territoriali, migliorare la sostenibilità dei sistemi produttivi e favorire l'adozione di innovazioni tecnologiche e organizzative coerenti con i principi della transizione ecologica.

Per descrivere le condizioni presenti a livello regionale che hanno motivato l'ideazione di questo progetto di seguito viene fornita una descrizione del comparto zootecnico friulano.

Dai dati presenti sul sito della Regione FVG emerge una prima differenza tra la pianura e la montagna. In pianura le aziende hanno dimensioni medio-grandi e il latte prodotto viene destinato al consumo diretto o alla caseificazione industriale, mentre in montagna sono presenti delle aziende di piccole dimensioni e la materia prima latte viene destinata quasi esclusivamente alla trasformazione in formaggi locali. Le aziende montane integrano il reddito derivato dalla zootecnia con attività diverse dall'allevamento (ristorazione, ospitalità, agriturismo, eventi tematici), ma ad esso collegate. Anche se le piccole aziende sono capaci di fornire prodotti d'eccellenza (Montasio DOP e 15 prodotti tradizionali - L.r. n. 238/16), presentano spesso dei punti di debolezza, come il coordinamento assente o limitato con altre realtà che operano nello stesso territorio e la scarsa comunicazione funzionale alla conoscenza e valorizzazione delle produzioni realizzate.

Considerando le informazioni ottenibili dalle banche dati, quali il Portale dei Sistemi Informativi Veterinari-Banca dati nazionale (BDN) e il Bollettino dell'Associazione Italiana Allevatori (AIA), nonché quelle riportate dall'Osservatorio sul mercato dei prodotti zootecnici (Rama, 2022), nel 2021 in FVG risultavano allevate circa 36.000 vacche da latte in 850 allevamenti. Secondo i dati AIA relativi ai controlli funzionali² effettuati tra il 2020 e il 2021, la classe dimensionale più numerosa (circa 25% delle aziende) era quella che comprendeva un numero di capi tra 30 e 60, che tuttavia allevava solo il 13% delle vacche da latte presenti in Regione.

Per quanto riguarda le razze bovine sottoposte ai controlli funzionali si segnala la forte contrazione del numero di Brune Italiane (ormai sotto i 1000 capi) e il numero di Frisone Italiane (circa 14.500 in 190

allevamenti), presenti negli allevamenti di più grandi dimensioni di pianura, ormai comparabile con il numero di Pezzate Rosse Italiane (oltre 13.000 in 350 allevamenti).

I dati pubblicati dalla Regione FVG (2023), riferiti al VII Censimento generale dell'Agricoltura ISTAT riferito al 2020, indicano che durante l'annata agraria 2019-2020 erano attive 4.677 aziende zootecniche, pari al 28,5% del totale delle aziende agricole; al 1° dicembre 2020 gli allevamenti censiti erano invece 3.646.

In termini di consistenza di capi, nel comparto zootecnico regionale prevalgono avicoli (più di 6,5 milioni di capi), conigli (363 mila capi circa) e suini (circa 175 mila capi).

Rispetto al 2010, nel 2020 si osserva una contrazione di bovini, suini e avicoli, mentre ovini e caprini sono in forte crescita.

Il report pubblicato da Ersu (2025) evidenzia che la produzione di latte vaccino in FVG nel 2024 è stata di 251.600 t (243.201 t di latte convenzionale e 8.399 t di biologico); la produzione di latte convenzionale è lievemente aumentata, mentre è diminuita quella di latte biologico. Il prezzo del latte all'origine si è stabilizzato poco al di sopra dei 50 centesimi/kg. Questo valore, pur in leggero aumento rispetto agli anni precedenti, non consente di coprire i maggiori costi, derivanti principalmente dalla produzione aziendale degli alimenti, dall'acquisto dei mangimi, dalla rimonta interna ed esterna e dall'approvvigionamento energetico dell'allevamento.

Il peso dei costi di produzione influisce sulla progressiva scomparsa delle piccole realtà produttive, che chiudono o si fondono tra loro, mentre permangono le aziende più grandi e maggiormente efficienti sul piano economico. Conseguentemente si assiste a una progressiva contrazione del numero di aziende che allevano bovini da latte e, parallelamente, all'aumento del numero di capi per azienda.

1.1 Il ruolo delle aziende zootecniche di piccola scala

Le piccole realtà produttive in filiera corta, importanti per il presidio dei territori più svantaggiati e per la produzione di prodotti locali e identitari, sono in grado di affiancare alle produzioni zootecniche la generazione di altre funzioni e servizi ecosistemici, in parte riconosciuti con fondi di finanziamento PAC-PSN.

La scomparsa delle piccole aziende zootecniche non ha solo conseguenze economiche (chiusura dell'attività produttiva e scarsità di prodotti), ma anche in termini di presidio del territorio e di mantenimento delle conoscenze legate a dei particolari sistemi di produzione, che vengono perse se non tramandate.

Le piccole aziende possano attingere a varie forme di finanziamento per avere un supporto economico-finanziario; tuttavia, l'attività zootecnica modellata su realtà di dimensioni contenute rischia di essere abbandonata, soprattutto in aree nelle aree marginali e montane (Figura 1), a causa di molti aspetti che la rendono poco attrattiva: carico di lavoro richiesto, difficoltà operative, produzioni scarse e difficoltà a valorizzare i prodotti.

Anche in allevamenti di piccole dimensioni è dunque necessario facilitare il lavoro collegato all'attività aziendale e comunicare in maniera efficace le caratteristiche dei prodotti e dei loro processi di trasformazione, oltre a renderli competitivi con prodotti più economici e disponibili, ma generalmente svincolati dal territorio di origine.

2. Impostazione del progetto

Per la realizzazione delle azioni di progetto è stato individuato un campione rappresentativo di aziende dedite alla produzione e trasformazione del latte in "filiera corta" da coinvolgere attivamente nell'implementazione delle azioni progettuali per raggiungere gli scopi specifici previsti.

Ersa si è avvalsa della collaborazione con 2 atenei (Università di Udine e Firenze) per l'individuazione delle aziende e la realizzazione delle sperimentazioni previste con le 3 azioni pianificate, illustrate di seguito.

Azione 1 - Attività sperimentale di applicazione all'ambito regionale dei Virtual Fencing (VF)¹ e della Precision Livestock Farming (PLF)² alle aziende zootecniche da latte con analisi e valutazione del loro impatto.

L'applicazione di tecnologie comprese nella zootecnia di precisione (*Precision Livestock Farming* - PLF) sono state attuate in 3 aziende di bovine da latte che alimentano gli animali al pascolo e/o li conducono in malga durante l'estate, allo scopo di indagarne l'utilità nella gestione degli animali e delle superfici pascolate in ambiente montano.

Azione 2 - Attività sperimentali volte allo studio dei sistemi di gestione delle aziende zootecniche che producono e trasformano il latte.

Sono state prese in considerazione 7 aziende zootecniche, per le quali è stata elaborata una valutazione della sostenibilità globale dell'azienda zootecnica condotta con un approccio multi-criterio e multi-

¹ sistemi di recinzioni virtuali

² zootecnia di precisione

indicatore, che integra 3 metodi di valutazione riferiti ad altrettante dimensioni della sostenibilità (ambientale, socio-territoriale e benessere animale), solitamente analizzate separatamente.

Azione 3 - Attività sperimentali volte allo studio dei sistemi di trasformazione e stagionatura delle aziende zootecniche che producono e trasformano il latte.

Sono stati monitorati i processi di lavorazione e stagionatura dei formaggi prodotti sia in pianura sia in alpeggio, coinvolgendo quattro aziende: due aziende bovine che, durante il periodo estivo, conducevano gli animali in malga e due aziende caprine che, sempre in periodo estivo, applicavano due sistemi di allevamento alternativi (una in stalla e l'altra al pascolo). È stato indagato il processo di lavorazione del latte, dallo stoccaggio post-mungitura fino alla fine della formatura. Sono stati prelevati dei campioni biologici di latte, siero, cagliata e salamoia per l'esecuzione di analisi chimiche e microbiologiche. Il controllo dello svolgimento della stagionatura ha compreso il rilievo di alcuni parametri ambientali in grado di influenzare la maturazione del formaggio e l'analisi chimica di campioni di formaggio. I test visivi e sensoriali hanno contribuito alla caratterizzazione del prodotto finale.



Figura 1: bovine al pascolo in una malga delle Alpi Carniche. Foto S. Rainis.

2.1. Le aziende coinvolte

Nell'ambito del progetto SISSAR sono state selezionate e esaminate 9 aziende zootecniche del Friuli Venezia Giulia (FVG), bovine e caprine.

Il campione comprendeva allevamenti bovini e caprini che attuavano diversi sistemi di stabulazione e alimentazione degli animali. Allo scopo di caratterizzare le aziende indagate, nelle Tabelle 1 e 2 vengono riportati alcuni dati strutturali, mentre la localizzazione delle aziende e la ripartizione delle loro superfici in base all'utilizzo del suolo sono riportate in Tabella 1.

La sintesi dei dati esclude due aziende di bovine da latte subentrate durante il secondo e terzo anno di durata del progetto e che hanno partecipato in parte alle attività previste.

Tabella 1: localizzazione e superficie aziendale delle realtà produttive considerate.

Id. azienda	Sede	Conduzione in alpeggio	Altitudine (m s.l.m.)	Superficie totale (ha)	Superficie boscata (ha)	Erbai temporanei (ha)	Pascoli (ha)	Altre superfici* (ha)	SAU (ha)
AZ01	P	si	33 (1.600)	167,1	37,0	16,0	94,1	20,0	165,7
AZ02	M	si	855,0 (1.610)	265,3	169,3	0,0	95,1	0,94	264,3
AZ03	P	no	105,0	52,5	0,7	42,3	0,03	9,4	51,6
AZ04	M	no	773,0	39,4	18,4	0,0	12,4	8,6	39,3
AZ05	M	no	113,0	7,6	0,8	5,6	0,0	1,2	7,1
AZ06	M	no	984,0	33,0	18,5	12,8	0,31	1,4	32,0
AZ07	M	no	311,0	53,7	5,4	40,9	3,1	4,2	53,6

*Comprende terreni non inclusi nelle altre categorie elencate, comprese le tare improduttive.

Legenda:

P - pianura;

M - montagna.

Per le aziende che portano i capi in alpeggio sono riportati i valori di altitudine del centro aziendale di pianura o fondovalle e dei pascoli malghivi, riportato tra parentesi.

Considerando la sede del centro aziendale, 2 aziende bovine si trovavano in pianura e 2 in montagna, 2 aziende di capre da latte si trovavano in montagna e 1 si trovava in pianura.

La pratica di condurre la mandria in alpeggio durante l'estate veniva attuata da 2 aziende bovine. Tutte le aziende possedevano superfici boscate di estensione variabile, oltre a superfici utilizzate per la produzione di foraggio (prati, pascoli ed erbai temporanei).

La Tabella 3 illustra il patrimonio zootecnico posseduto dalle aziende al momento dell'indagine.

Tabella 2: patrimonio zootecnico delle realtà produttive considerate.

Id. azienda	Specie allevata	n. di capi totale	Capi		Età		
			in lattazione	in lattazione	< a 1 anno: M e F	da 1 a 2 anni: M e F	2 anni e più: M
AZ01	Bovina	68	35	35	8	15	0
AZ02	Bovina	31	20	20	3	6	0
AZ03	Bovina	161	60	60	21	70	0
AZ04	Caprina	137	72	72	32	0	3
AZ05	Caprina	169	120	120	41	0	0
AZ06	Caprina	21	21	21	0	0	0
AZ07	Bovina	66	32	32	5	17	1

Legenda:

M – maschi;

F - femmine.

La consistenza e la composizione della mandria variavano notevolmente tra le aziende: il numero dei capi presenti nelle aziende di bovine da latte variava da un minimo di 31 a un massimo di 161, mentre il numero delle bovine in lattazione variava da 20 a 60. Tra le aziende che allevano capre da latte, il numero dei capi presenti erano compresi tra da 21 a 169, mentre le capre in lattazione variano da 21 a 120. La Tabella seguente (Tabella 4) evidenzia le quantità di latte prodotto e la sua destinazione nelle aziende considerate.

Tabella 3: produzione e destinazione del latte prodotto

Id. azienda	Produzione di latte		% di latte trasformato in azienda	Vendita diretta (% della produzione totale)
	(kg/anno)	(kg/capo/lattazione) *		
AZ01	267.225	7.635	80%	100
AZ02	103.700	5.185	95 %	100
AZ03	497.760	8.296	0 % **	0
AZ04	115.419	1.603	100 %	100
AZ05	114.600	955	100 %	100
AZ06	7.350	350	95%	100
AZ07	242.050	7.564	95%	0

*calcolata dividendo la produzione media di latte per il numero di capi in lattazione.

**100 % conferito a caseificio locale.

I dati relativi alla quantità di latte prodotta mediamente in un anno evidenziano, per le aziende di bovine, valori compresi tra 103.700 e 498.000 kg e produzione per capo per lattazione da 5000 kg a 8.300 kg circa.

La produzione di latte annuale delle aziende caprine va da 7.350 a 155.400 kg circa e la produzione per capo va da 350 kg a 1600 kg circa a lattazione. La lavorazione del latte avviene direttamente in azienda

in 6 delle realtà considerate, mentre un allevamento conferisce il latte a un caseificio in prossimità dell'allevamento.

3. L'esperienza compiuta con le azioni sperimentali

3.1. Tecnologie per la gestione degli animali al pascolo e delle superfici pascolate (Azione 1)

Le superfici erbose destinate all'alimentazione degli animali sono una risorsa territoriale importante nei sistemi zootecnici, in quanto i ruminanti trasformano la biomassa vegetale, non direttamente utilizzabile dall'uomo in alimenti ad alto valore nutritivo che rientrano nell'alimentazione umana (Ronchi *et al.*, 2020). Le sperimentazioni compiute prevedevano l'uso di recinzioni virtuali (VF), utili per guidare e seguire i movimenti degli animali al pascolo, e la loro integrazione con altre tecnologie, come i sistemi di mungitura automatica e il telerilevamento (RS)³, in grado di rilevare i cambiamenti di qualità e quantità dell'erba. Con queste attività, è stato possibile applicare il VF per la prima volta alla gestione delle bovine da latte allevate al pascolo in montagna.

Per testare l'integrazione e l'applicazione delle innovazioni tecnologiche sono state ideate tre prove sperimentali aventi scopi diversi, che vengono descritte nei Casi studio seguenti⁴.

Caso studio 1

Utilizzo del VF del RS nella gestione del pascolo in ambiente alpino

La sperimentazione si è svolta durante due stagioni di monticazione consecutive ed è stata condotta sui pascoli di malga Pozôf (Ovaro-UD). Sono state coinvolte 2 aziende zootecniche di bovine da latte, che in maniera mutualmente esclusiva hanno utilizzato le stesse superfici pascolive durante due differenti stagioni di monticazione. L'obiettivo della prova era la valutazione dell'efficacia del sistema VF nella gestione del pascolamento in ambiente alpino, nonché l'integrazione di tale tecnologia con strumenti di telerilevamento per valutare in tempo reale la qualità delle risorse foraggiere.

L'attività si è svolta durante due stagioni di alpeggio consecutive e con due mandrie diverse. La sperimentazione è stata preceduta da un'analisi del contesto aziendale per individuare le aree idonee per l'applicazione del VF (morfologia del terreno, distribuzione di acqua, presenza di zone ombreggiate, estensione dei pascoli e quantità di erba) per definire un protocollo di gestione coerente con le esigenze

³ Gli indici NDRE e NDVI possono dare delle indicazioni sulla quantità di clorofilla, quindi sull'utilizzo e sul ricaccio dell'erba.

⁴ Per una trattazione esaustiva delle prove relative ai Casi studio 1 e 2 si rimanda agli articoli scientifici di Cecchini *et al.* (2024) e Confessore *et al.* (2024) pubblicati sul Quaderno n. 12 della Società per lo studio e la valorizzazione dei sistemi zootecnici alpini, disponibile online nel sito <https://www.sozooalp.it/quaderni/quaderno-12/>.

della mandria. Gli animali sono stati dotati di collari VF (Figura 2) e sottoposti a un periodo di addestramento, durante il quale è stata monitorata la risposta comportamentale agli stimoli acustici ed elettrici.

Nel corso della sperimentazione, il VF è stato utilizzato per gestire dinamicamente le superfici di pascolo, con lo spostamento progressivo dei confini virtuali, adottando il pascolamento razionato con lo schema strip-grazing (pascolamento a strisce), migliorando l'utilizzazione dell'erba e garantendo agli animali l'accesso a foraggio fresco.

Parallelamente, è stata sviluppata un'analisi basata su immagini satellitari multispettrali⁵, che ha permesso di stimare la biomassa disponibile e quella asportata dagli animali. In particolare, l'utilizzo dell'indice NDRE (Normalized Difference Red Edge) ha consentito di ottenere una correlazione con i dati rilevati in campo, permettendo di quantificare la dinamica della biomassa su scala spaziale e temporale.

La disponibilità di dati relativi a due stagioni di pascolo consecutive hanno permesso di verificare l'efficacia e l'adattabilità del VF e del RS a fronte di un cambio di gestione dell'alpeggio e del pascolamento di due mandrie differenti.

⁵ Sono immagini della superficie terrestre che includono diverse bande elettromagnetiche corrispondenti a colori visibili (bande RGB – Red, Green, Blue) e non dall'occhio umano (NIR-vicino infrarosso e SWIR-infrarosso a onde corte).



Figura 2: bovina da latte con collare per recinzioni virtuali. Foto S. Rainis.



Figura 3: bovine al pascolo in fondovalle gestite con il VF. La linea rossa evidenzia il confine virtuale, oltre il quale si nota l'altezza dell'erba non pascolata. Foto: V. Cecchini.

Caso studio 2

L'adattamento e l'apprendimento degli animali all'utilizzo delle recinzioni virtuali per la gestione del pascolamento

La prova ha coinvolto un'azienda di fondovalle in comune di Ovaro (UD), in cui le bovine da latte venivano allevate al pascolo tutto l'anno e condotte in malga durante i mesi estivi. Questa attività ha valutato la capacità di apprendimento e ri-apprendimento degli animali all'utilizzo del VF e i potenziali effetti di questa tecnologia sul benessere animale. Le bovine in lattazione sono state sottoposte a un periodo di addestramento all'utilizzo del VF e gestite al pascolo con questo sistema (Figura 3) prima di essere condotte in malga, dove sono state contenute per 3 mesi tramite recinzioni elettrificate tradizionali. Al ritorno in azienda le vacche sono state nuovamente dotate di collari per il VF senza essere sottoposte ad addestramento preliminare. Durante entrambi i periodi di utilizzo del VF sono stati registrati il numero di

stimoli emessi dai collari (segnali acustici e impulsi elettrici) e sono stati prelevati dei campioni di latte su cui misurare la concentrazione del cortisolo, per verificare possibili implicazioni sul benessere animale legate all'utilizzo del VF.

Caso studio 3

Confronto tra pascolamento controllato con VF e pascolamento continuo in azienda da latte

Presso i pascoli di fondovalle di un'azienda di Ravascletto (UD) è stata condotta una sperimentazione finalizzata a confrontare diverse modalità di gestione del pascolo, valutando in particolare gli effetti dell'utilizzo del VF su comportamento animale, performance produttive e qualità del latte. L'attività si è svolta su un pascolo aziendale, dotando le vacche in lattazione di collari per VF e integrando i dati di posizione e comportamento degli animali con altre informazioni ricavate dal sistema di mungitura automatica presente in azienda. Dopo una breve fase di addestramento delle bovine, è stata definita una recinzione virtuale interna al pascolo e gli animali sono stati gestiti alternando due differenti modalità: il pascolamento controllato di tipo strip-grazing, supportato dal VF, e il pascolamento continuo senza restrizioni. Durante tutta la prova sono stati raccolti dati relativi al comportamento degli animali e ai principali parametri produttivi (produzione di latte, contenuto in grassi e proteine, cellule somatiche, tempo di alimentazione e ruminazione) grazie anche alle registrazioni del software del robot di mungitura.

Le sperimentazioni descritte hanno messo in evidenza risultati convergenti. L'utilizzo integrato di VF e telerilevamento presuppone una pianificazione del pascolamento e una ricognizione delle aree pascolate, finalizzata a verificare la presenza di "dotazioni minime" (punti di abbeverata e zone ombreggiate) per soddisfare le richieste degli animali. Se i capi non sono mai stati precedentemente gestiti con recinzioni virtuali, richiedono un addestramento preliminare per imparare a interpretare gli stimoli trasmessi dai collari (segnali acustici e impulsi elettrici) e il rilievo delle risposte degli animali alle stimolazioni inviate dai collari consente di verificare l'effettivo funzionamento del VF.

I risultati conseguiti hanno mostrato il rapido apprendimento degli animali all'utilizzo dei VF, la ritenzione dell'informazione appresa e la flessibilità nell'organizzazione del pascolamento permessa da questa tecnologia.

Non sono stati evidenziati effetti negativi sul benessere animale ed è stata confermata la possibilità di integrare gli strumenti della PLF sia per supportare le decisioni dell'allevatore relative alla gestione delle superfici erbose e degli animali allevati al pascolo.

3.2. Un approccio integrato alla sostenibilità delle aziende da latte (Azione 2)

La sostenibilità di un allevamento da latte non può essere difficilmente definita in maniera esaustiva da un solo parametro o valore numerico. Le esperienze compiute con il progetto combinano valutazioni ambientali, socio-territoriali e di benessere animale.

L'eterogeneità delle realtà zootecniche coinvolte ha portato a testare un metodo di valutazione della sostenibilità complessiva, non limitandosi solo alla sfera ambientale, e ha suggerito che, piuttosto che un unico "modello" applicabile in tutti i tipi di allevamenti, era necessario ideare un metodo di valutazione che comprendesse tutti gli ambiti in cui si declina la sostenibilità aziendale stessa.

Le operazioni progettuali condotte in quest'ambito hanno riguardato la raccolta dei dati su 7 aziende di bovini e di caprini da latte, attraverso sia la consultazione della documentazione ufficiale (fascicoli aziendali e controlli funzionali), sia con visite *in situ* per intervistare l'allevatore, prelevare campioni di alimenti ed eseguire misurazioni e rilievi sulle strutture e sugli animali presenti.

La sostenibilità ambientale è stata valutata utilizzando gli indicatori direttamente connessi con le principali fonti di emissioni di gas climalteranti (fermentazioni enteriche, carburante per le lavorazioni agricole, stoccaggio-utilizzo dei reflui e consumi energetici).

La sostenibilità della componente socio-territoriale è stata indagata considerando la capacità delle aziende di rifornirsi con materie prime locali, nonché il loro coinvolgimento in iniziative che toccano anche altre sfere (collegamento con associazioni agricole e non agricole, l'accoglienza di persone con disabilità e la costruzione di rapporti di vario genere con altri allevatori/agricoltori).

I rilievi per la valutazione del benessere animale hanno utilizzato indicatori semplici e ripetibili, misurati direttamente sugli animali (ad esempio condizione corporea, stato del mantello, conformazione degli unghioni, presenza di ascessi e alterazioni della mammella) in grado di individuare precocemente problemi gestionali o sanitari.

Le emissioni legate alla fermentazione enterica e alla gestione delle deiezioni rappresentano una componente strutturale dell'impatto. Le evidenze raccolte indicano che è possibile intervenire nella gestione degli effluenti per diminuire gli impatti: la copertura delle vasche, la digestione anaerobica dei reflui, la separazione liquido-solido e le tecniche di distribuzione a basse emissioni possono ridurre perdite gassose, odori e inefficienze.

Nelle aziende con prati e pascoli (Figura 4), la ridotta intensità delle lavorazioni, spesso collegata anche al mantenimento di elementi naturali e semi-naturali del paesaggio, contribuisce ad abbassare l'impatto legato alle lavorazioni agricole.



Figura 4: un esempio di utilizzo della vegetazione e di mantenimento delle superfici erbose. Le capre al pascolo contengono la propagazione di arbusti e alberi. Foto: V. Cecchini.

Negli allevamenti di pianura, che auto-producono i foraggi sui propri seminativi, l'essiccazione del foraggio in azienda e il recupero dei nutrienti attraverso l'uso efficiente delle deiezioni animali aumentano l'autonomia, ma richiedevano una valutazione attenta dei consumi energetici.

Le emissioni legate al consumo di energia rappresentano un tema trasversale a tutte le aziende indagate. L'adozione di impianti fotovoltaici e la produzione di biogas sono efficaci strategie di efficientamento energetico. I consumi energetici possono essere ulteriormente contenuti valutandoli in base alla fase produttiva e individuando le priorità di efficientamento energetico.

Infine, l'attenzione dedicata dalle aziende alle operazioni di raccolta e conservazione dei foraggi ottimizza l'utilizzo delle risorse, fornisce un alimento conforme agli standard richiesti per i ruminanti da latte (Tabella 4) e ha la facoltà di aumentare l'autoapprovvigionamento aziendale.

A supporto di tale evidenza, si riportano i dati medi relativi all'analisi dei foraggi compiuta utilizzando uno spettrometro NIR portatile (Figura 5) nell'ambito delle sperimentazioni.



Figura 5: preparazione dei campioni di fieno per le analisi con spettrometro NIR portatile. Foto: V. Cecchini.

Tabella 4. Valori compositivi medi dei fieni utilizzati per l'alimentazione degli animali.

Fieno	SS	PG	CEN	NDF	ADF	NFC
Prato	90	11	9	58	34	22
Medicaio	90	14	9	55	34	21
Altro	89	7	9	75	46	7

Legenda:

SS = sostanza secca

PG = proteina grezza

CEN= ceneri

NDF = fibra neutro detersa

ADF = fibra acido detersa

NFC = carboidrati non strutturali

La composizione dei fieni prelevati è risultata in linea con i parametri riscontrati in Bortolazzo *et al.*, (2009) e idonei all'alimentazione di animali che producevano latte destinato alla caseificazione, vista la percentuale ottimale di PG e NDF, nonché bassa percentuale di ceneri.

Nelle realtà indagate, è emersa la circolarità dell'utilizzo delle risorse (l'impiego di materiali riciclabili e il recupero di sottoprodotti) e la valorizzazione di produzioni secondarie, ma originate dalla filiera produttiva, come ad esempio la carne.

Le aziende, inoltre, partecipano a iniziative e attività che si svolgono in altri ambiti ma riguardano anche l'attività zootecniche e ne diffondono la conoscenza, come degustazioni, uscite ricreative a vario scopo, attività con scolaresche.

Tra tutte le aziende coinvolte, l'onerosità dell'organizzazione del lavoro è risultato essere l'aspetto critico trasversale. Negli allevamenti dove tutte le attività legate al processo produttivo ricadono interamente sul titolare o su un nucleo ristretto di persone, il carico operativo pesa in maniera importante sulla sostenibilità complessiva, anche quando le prestazioni in tutte le altre dimensioni sono positive.

La soluzione, in questo caso, non coincide necessariamente con l'adozione di un modello "industriale", meno estensivo, che potrebbe risultare impattante su altri ambiti del processo produttivo o peggiorare ulteriormente la situazione dell'allevatore.

L'adozione mirata di sistemi di automazione adatti alle condizioni dell'allevamento (ad esempio i recinti virtuali) e l'ottimizzazione della distribuzione dei compiti consente di rendere più efficiente il processo produttivo, mantenendo invariata la struttura organizzativa.

Le aziende considerate producono una gamma ampia di prodotti di origine animale, offrendo al consumatore una vasta scelta di prodotti.

La vendita diretta e presso i mercati locali di tali produzioni consente di mantenere all'interno dell'impresa stessa una quota maggiore di valore aggiunto.

Le condizioni di benessere animale rilevate sono risultate nel complesso soddisfacenti e coerenti con lo stadio di lattazione degli animali.

L'osservazione della condizione corporea richiede particolare attenzione nelle fasi produttive caratterizzate da fabbisogni elevati, come i primi mesi di lattazione.

Gli indicatori di benessere, come, ad esempio, la condizione corporea, l'asimmetria della mammella, se monitorati costantemente e associati ad altre informazioni (alimentazione, gestione della mandria) permettono sicuramente di individuare tempestivamente le problematiche su cui agire.

Le informazioni raccolte hanno messo in evidenza l'eterogeneità tra le aziende monitorate e hanno permesso di rilevare delle criticità comuni. L'approccio multi-criterio e multi-indicatore testato con il progetto ha contribuito ad elaborare degli scenari utili per trovare soluzioni e obiettivi di sostenibilità coerenti con la scala produttiva, il territorio di appartenenza e l'equilibrio ambientale. Il quadro emerso

definisce l'equilibrio tra uso delle risorse, organizzazione del lavoro, salute degli animali, efficienza energetica e capacità di generare valore lavorando nel territorio di appartenenza.

5. Dal latte al formaggio (Azione 3)

Sono state seguite le lavorazioni casearie di aziende che lavorano e trasformano il latte sia in pianura e in malga, al fine di confrontare i prodotti ottenuti con la materia prima di animali allevati al pascolo o in stalla durante l'estate. Inoltre, sono state seguite le lavorazioni di due realtà simili, ma che differivano per la modalità di allevamento degli animali durante l'estate, ovvero una li manteneva in stalla e l'altra li conduceva nel pascolo limitrofo all'azienda.

La raccolta di informazioni sulla trasformazione del latte e il confronto tra i profili sensoriali dei formaggi prodotti hanno permesso di definire delle modalità efficaci di gestione dei processi, la conoscenza del contesto di lavorazione del latte e le caratteristiche delle produzioni ottenute, tutti aspetti che concorrono alla valorizzazione del prodotto finale.

Nelle aziende bovine è stata indagata la produzione di formaggi a latte crudo a media stagionatura, osservando le lavorazioni in differenti condizioni produttive, comprese la trasformazione nelle strutture aziendali di fondovalle e quella svolta durante il periodo di alpeggio (Figura 6). Il confronto ha permesso di valutare il ruolo della conservazione del latte, dei fermenti utilizzati, della gestione della salamoia e delle condizioni di stagionatura.



Figura 6: contenitori e dispositivi utilizzati in malga per la mungitura e la raccolta del latte. Foto S. Rainis.

In generale, i formaggi lavorati in malga si distinguevano per una pasta intensamente colorata, attribuibile alla presenza di carotenoidi derivanti dal pascolo e per un'occhiatura generalmente più sviluppata, associata a marcate fermentazioni secondarie. Dal punto di vista compositivo, nei formaggi di malga si osservava un contenuto lipidico superiore e un contenuto proteico leggermente inferiore rispetto ai corrispondenti formaggi prodotti in pianura. I formaggi di malga sono caratterizzati da una maggiore intensità di odore e aroma, oltre che da una più marcata percezione di acidità, sapidità e gusto amaro. Sono stati rilevati alcuni difetti sia nei formaggi di malga sia di pianura. Tali difetti sono riconducibili a fermentazioni indesiderate, alla gestione della salamoia e dei parametri di stagionatura. Queste ultime informazioni, rilevate con il monitoraggio, richiamano l'importanza del controllo delle condizioni di processo per garantire caratteristiche costanti e valorizzare ulteriormente i prodotti di montagna.

In due allevamenti caprini è stata monitorata la produzione della caciotta a latte crudo, ottenuta da differenti sistemi di alimentazione degli animali (stalla e pascolo). Come per gli allevamenti bovini, sono stati seguiti i processi di lavorazione del latte e stagionatura del formaggio, integrando con analisi chimiche e microbiologiche e la valutazione visiva e sensoriale.

L'andamento del pH e degli indici di proteolisi ha consentito di seguire l'evoluzione della maturazione. La valutazione della pasta ha, inoltre, evidenziato l'utilità di osservare colorazione, distribuzione e dimensione dell'occhiatura, elementi che possono fornire indicazioni sull'andamento delle fermentazioni.

L'analisi sensoriale, con l'addestramento *ad hoc* per le produzioni d'alpeggio di un panel test, ha permesso di descrivere struttura, sapori fondamentali, intensità di odore e aroma e specifici descrittori che rendono riconoscibile il formaggio caprino. Il confronto tra percezioni sensoriali e dati analitici ha mostrato l'utilità di un approccio integrato: l'acidità e la sapidità percepite possono essere interpretate alla luce dei parametri chimici e delle modalità di salatura.

I risultati confermano che la qualità finale non dipende da un singolo parametro, ma dal corretto svolgimento dell'intero processo.

Una conservazione non ottimale del latte può favorire lo sviluppo di flora microbica indesiderata, mentre un latte-innesto ben gestito contribuisce invece alla regolarità della fermentazione. Anche le caratteristiche della salamoia rappresentano un parametro di processo da tenere sotto controllo: concentrazione salina, acidità, temperatura e carica microbica devono essere verificati e, quando necessario, corretti mediante rigenerazione o sostituzione.

La stagionatura richiede la stessa attenzione, perché la temperatura e l'umidità condizionano la maturazione della forma, la proteolisi e la comparsa dei caratteri sensoriali. Le produzioni legate all'alpeggio possono esprimere caratteristiche distintive, ma la maggiore variabilità delle condizioni operative rende ancora più utile la registrazione dei parametri di lavorazione e stagionatura.

Il monitoraggio dei processi produttivi ha permesso anche di ricavare alcune indicazioni operative elencate nei seguenti punti:

- registrare i parametri chiave quali tempi, temperature, pH e acidità aiutano a riconoscere le deviazioni dal processo abituale e a comprenderne gli effetti sul prodotto;
- gestire correttamente il latte prima della trasformazione, ovvero il suo raffreddamento, conservazione e igiene, è essenziale in quanto la qualità microbiologica della materia prima condiziona l'intero processo;
- curare la salamoia come parte del processo, correggendola e, se necessario, rigenerandola o sostituendola, ponendo particolare attenzione alla sua composizione e ai parametri chimico-fisici.
- monitorare le condizioni di stagionatura, registrando temperatura e umidità, per poter interpretare meglio differenze e difetti.
- integrare le analisi di laboratorio con i panel test, per una valutazione complessiva della qualità del prodotto in quanto e la sua caratterizzazione.

La qualità delle produzioni realizzate nelle aziende zootecniche di piccola scala dipende dalla capacità di mantenere sotto controllo i passaggi più sensibili, dalla mungitura alla stagionatura del formaggio (Figura 7).



Figura 7: formaggio e ricotta affumicata di buona qualità prodotti in alpeggio. Foto S. Rainis.

4. Il valore di un approccio di filiera

La qualità di un formaggio nasce dall'interazione tra ambiente di allevamento, qualità della materia prima, gestione del latte, caratteristiche e igiene del processo trasformativo e condizioni di maturazione.

Le evidenze emerse dalle prove sperimentali effettuate hanno permesso di testare l'utilizzo di tecnologie innovative (Figura 8) in contesti di allevamento peculiari, come la malga. Indagando diversi ambiti dei sistemi di produzione zootecnici, dal pascolo al caseificio, è emersa l'importanza di ogni fase del processo produttivo e gli aspetti positivi dello stesso, nonché il ruolo multifunzionale delle piccole aziende zootecniche.

In quest'ottica, è stata evidenziata la capacità delle produzioni zootecniche di qualità con connotazione locale di veicolare al consumatore il messaggio sul ruolo strategico delle piccole aziende da latte relativamente al territorio di appartenenza.

Il progetto ha reso possibile dimostrare che innovazione e tradizione possono concorrere in maniera efficace alla gestione dei processi produttivi anche nelle piccole aziende zootecniche. La tecnologia non sostituisce le competenze dell'allevatore, ma può costituire un valido strumento per migliorare l'efficienza aziendale, valorizzare le risorse locali e contribuire alla sostenibilità dell'allevamento.

Il monitoraggio tecnico costituisce uno strumento di supporto alle decisioni nelle piccole aziende, dove le condizioni locali sono determinanti per lo svolgimento dell'attività produttiva.

Misurare e registrare i parametri di processo non comportano una standardizzazione della produzione e una perdita del legame con il territorio o con il sapere artigianale, sminuendo il carattere tradizionale e tipico dei prodotti ottenuti, bensì consentono di individuare i punti critici, intervenire in modo mirato, ridurre la variabilità indesiderata e rafforzare la qualità del prodotto. Con queste modalità operative è, inoltre, possibile trasferire le conoscenze proprie della produzione dei formaggi e garantire elevati standard di qualità dei prodotti al consumatore.



Figura 8: gestione del pascolamento delle bovine dal latte tramite recinzioni virtuali durante una delle prove sperimentali del progetto. Foto V. Cecchini.

In conclusione, il progetto ha evidenziato come la qualità del formaggio sia il risultato di una filiera integrata, nella quale ogni fase produttiva contribuisce in modo determinante al valore finale del prodotto. L'adozione di strumenti di monitoraggio e di pratiche innovative, se applicata nel rispetto delle specificità locali e delle conoscenze tradizionali, rappresenta un'opportunità per rafforzare la competitività delle piccole aziende zootecniche senza comprometterne l'identità. Un approccio di filiera consente quindi di coniugare qualità, sostenibilità e valorizzazione del territorio, offrendo al consumatore prodotti autentici e garantendo al contempo la continuità economica e culturale delle produzioni lattiero-casearie locali.

5. Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare i dipartimenti delle due Università che hanno attuato le azioni progettuali:

- Dipartimento di Scienze AgroAlimentari, Ambientali ed Animali (DI4A) dell'Università degli Studi di Udine, in particolare la Sezione Scienze animali e veterinarie (SAV) e Sezione Tecnologie alimentari e nutrizione umana (TAN).
- Dipartimento di Scienze e tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università di Firenze, in particolare Sezione di Scienze Animali (SA), Sezione di Scienze Agronomiche, Genetiche e Gestione del Territorio (SAGT).

Inoltre, esprimiamo un sentito ringraziamento a tutte le aziende e ai rispettivi allevatori che hanno aderito al progetto, che con disponibilità e impegno hanno permesso lo svolgimento delle attività sperimentali:

Az. Agr. **“Adami Matteo & Luca”**, Az. Agr. **“Zore”**, Az. Agr. **“S. Gregorio”**, Az. Agr. **“Biancosauris”**, Az. Agr. **“Granzotti Morena”**, Az. Agr. **“Gortani Renato & F.lli”**, Az. Agr. **“Serena Alp”**, Az. Agr. **“Moro Manuel”**, Az. Agr. **“Pecile Michele”**.

Il loro contributo è stato fondamentale e ha permesso di ottenere risultati concreti, utili anche per orientare future attività di programmazione e pianificazione.

Confidiamo che il lavoro svolto possa costituire una base per ulteriori iniziative e opportunità di collaborazione.

6. Bibliografia

Associazione Italiana Allevatori (AIA), Bollettino on line, *Bollettino sulla produttività del latte 2020/2021*, <http://bollettino.aia.it/>.

Agenzia Regionale per lo Sviluppo Rurale-Ersa, Malghe FVG, <http://www.malghefvg.it/it>.

Agenzia regionale per lo sviluppo rurale - Ersa, 2025. Prime valutazioni 2024 sull'andamento del settore agro-alimentare in Friuli Venezia Giulia. ERSA, Pozzuolo del Friuli (UD).

Battini, M., Renna, M., Torsiello, B., Battaglini, L., & Mattiello, S. (2023). Is the Familiar Human Approach Test a valid method for evaluating the quality of human-goat relationship in pasture-based systems? *Applied Animal Behaviour Science*, 269, 106088. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.106088>.

Battini M., Mattiello S., Stilwellg, Vieiras A., 2015, AWIN welfare assessment protocol for goats, https://doi.org/10.13130/AWIN_GOATS_2015.

Bortolazzo E., Ligabue M., Pacchioli T., 2009, *Conoscere il valore nutritive dei foraggi*, Opuscolo C.R.P.A. 4.34, 5,2009, ISSN 0393-5094, disponibile online nel sito, https://www.crpa.it/media/documents/crpa_www/Pubblicazi/Opuscoli-C/Archivio_2009/CRPA_5_2009.pdf, ultima consultazione: 23/03/2026, ultima consultazione: 17/04/2025.

Gaviglio, A., Bertocchi, M., Demartini, E., 2017. A tool for the Sustainability Assessment of Farms: Selection, adaptation and use of Indicators for an Italian case study. *Resources*, 6(4), 60. <https://doi.org/10.3390/resources6040060>.

IPCC, 2019. Refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponibile online sul sito: <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>.

Ministero Delle Politiche Agricole Alimentari E Forestali, Decreto 25 febbraio 2022, Aggiornamento dell'elenco nazionale dei prodotti agroalimentari tradizionali ai sensi dell'articolo 12, comma 1, della legge 12 dicembre 2016, n. 238, GU n.67 del 21-3-2022 - Suppl. Ordinario n. 12. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali; Allegato I-Elenco nazionale dei prodotti agroalimentari tradizionali ai sensi dell'articolo 12, comma 1, della legge 12 dicembre 2016, n. 238, ultima consultazione 23/01/2023.

Rama D., 2022, Il mercato del latte-Rapporto 2021, Università Cattolica del Sacro Cuore di Cremona, SMEA, Osservatorio sul Mercato dei Prodotti Zootecnici.

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, 2016, Agricoltura, Settori e filiere, Lattiero caseario, <https://www.regione.fvg.it/rafvfg/cms/RAFVG/economia-imprese/agricolturaforeste/FOGLIA34/>, ultima consultazione 23/01/2023.

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia. (2022). *Censimento generale dell'agricoltura in Friuli Venezia Giulia* (ottobre 2022). Direzione generale – Servizio programmazione, pianificazione strategica, controllo di gestione e statistica. Disponibile online nel sito: https://www.regione.fvg.it/rafvfg/export/sites/default/RAFVG/GEN/statistica/FOGLIA81/allegati/FVG_CensimentoAgricoltura_ottobre_2022.pdf, ultima consultazione: 14/07/2026.

Ronchi B., Savoini G., Trabalza Marinucci M. 2020. *Manuale di nutrizione dei ruminanti da latte*. Edises.

Salvador S., Corazzin M., Piasentier E., Bovolenta S., 2016. *Environmental assessment of small-scale dairy farms with multifunctionality in mountain areas*. Journal of Cleaner Production (Elsevier, Amsterdam, The Netherlands), 124, 94-102.

Sistema Informativo Veterinario, 2022, Statistiche, Patrimonio zootecnico, Bovini e bufalini, https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/report-list/2, ultima consultazione 23/01/2023.

Sistema Informativo Veterinario, 2022, Statistiche, Patrimonio zootecnico, Ovicapriini, https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#/report-list/20, ultima consultazione 23/01/2023.

Tian, H., Xu, X., Chen, C., & Yu, H. (2019). Flavoromics approach to identifying the key aroma compounds in traditional Chinese milk fan. *Journal of Dairy Science*, 102(11), 9639–9650. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-16796>.

Van Eerdenburg, F. J. C. M., Di Giacinto, A. M., Hulsen, J., Snel, B., & Stegeman, J. A., 2021. *A new, practical animal welfare assessment for dairy farmers*. Animals, 11(3), 881. <https://doi.org/10.3390/ani11030881>.

Welfare Quality, 2009. *Welfare Quality® Assessment Protocol for Cattle*. Welfare Quality Consortium: Lelystad, The Netherlands, 2009.

Zahm, F., Ugaglia, A. A., Barbier, J., Boureau, H., Del'homme, B., Gafsi, M., Gasselin, P., Girard, S., Guichard, L., Loyce, C., Manneville, V., Menet, A., Redlingshöfer, B., 2019. *Évaluer la durabilité des exploitations agricoles. La méthode IDEA v4, un cadre conceptuel*.

7. Pubblicazioni di carattere scientifico e divulgativo prodotte con le azioni sperimentali

Aquilani C., Confessore A., Cecchini V., Bianco E., Bovolenta S., Parrini S., Pugliese C., 2024. Exploring the retention of learning in dairy cows exposed to Virtual Fencing after 90 days of non-use, Book of Abstracts of the 75th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science (EAAP), Florence (Italy), 1-5 September 2024, 672 (Abstr). (ISBN 979-12 210-6769-1).

Aquilani C., Confessore A., Cecchini V., Simonetti E., Bovolenta S., Pugliese C., 2025. Virtual Fencing learning retention in dairy cows after 3 months of non-use. Atti del XXVI Congresso Nazionale dell'Associazione Scientifica di Produzione Animale (ASPA), Torino, Italia, 17-20 giugno 2025.

Confessore A., Aquilani C., Cecchini V., Bovolenta S., Rainis S., Bianco E., Simonetti E., De Guttry L., Pugliese C., Virtual fencing e remote sensing: *migliorare l'efficienza nella gestione della mandria in alpeggio*, Quaderno SOZOOALP n° 12 – 2024, disponibile online nel sito: https://www.sozooalp.it/fileadmin/superuser/Quaderni/quaderno_12/11_Confessore_SZA12.pdf, ultima consultazione: 26/03/26.

Zoratti A., Cecchini V., Rainis S., Bianco E., Simonetti E., Bovolenta S., Corazzin M. *Aziende zootecniche che producono e trasformano il latte in filiera corta: valutazione della sostenibilità con un approccio multi-indicatore* In Bovolenta S. (a cura di) *Allevamenti montani sostenibili, nuove generazioni, nuove prospettive*. Quaderno SOZOOALP n. 12-2024, 157-166.

Cecchini V., Confessore A., Aquilani C., Pugliese C., Rainis S., Bianco E., Simonetti E., Peric T., Corazzin M., Bovolenta S., *Utilizzo di recinti virtuali per la gestione delle bovine da latte al pascolo: tempi di apprendimento e adattamento*, Quaderno SOZOOALP n° 12 – 2024, disponibile online nel sito: https://www.sozooalp.it/fileadmin/superuser/Quaderni/quaderno_12/10_Cecchini_SZA12.pdf. Ultima consultazione: 26/03/26.

Per eventuali approfondimenti è possibile contattare le autrici:

Valentina Cecchini: valentina.cecchini@ersa.fvg.it;

Simona Rainis: simona.rainis@ersa.fvg.it.