



Relazione di progetto finale

I sistemi di allevamento del comprensorio del Parmigiano Reggiano DOP: effetti su batteri lattici e caratteristiche casearie del latte

**ACRONIMO DEL PROGETTO:
FARM4PR**

Parma, 14/07/2022



Indice

1.	Progetto	3
2.	Descrizione del progetto	5
3.	Relazione finale del progetto	10
4.	Obiettivi, benefici e criticità del progetto.....	32
5.	Ostacoli occorsi ed azioni correttive messe in atto	38

1. Progetto

Dati generali

Titolo del progetto	I sistemi di allevamento del comprensorio del Parmigiano Reggiano DOP: effetti su batteri lattici e caratteristiche casearie del latte
Acronimo del progetto	Farm4PR
Area strategica di intervento¹	Qualità, tipicità e sicurezza degli alimenti e stili di vita sani
Linea di attività²	Produzione di alimenti di qualità per tutti (food security)
Settore produttivo³	Zootecnico
Tipo di progetto	Bando
Riferimento del Bando/Affidamento diretto/Sportello	D.M. N. 27443 del 25/09/2018 - Selezione pubblica - progetti di ricerca fondo latte
Durata del progetto	24 mesi
Costo ammesso	€ 262.835,84
Contributo concesso	€ 260.207,47
Importo rendicontato	€ 243.332,01

Soggetto proponente il progetto	Università degli Studi di Parma	Natura giuridica Pubblico
Rappresentante legale	Prof. Paolo Andrei (CF NDRPLA62R10G337G)	

Coordinatore del progetto	Prof. Monica Gatti – UNIPR-SAF (CF GTTMNC64P41D142Q)
----------------------------------	------------------------------------------------------

Numero di Unità Operative	2 (due)	
ELENCO DELLE UNITÀ OPERATIVE		
Unità Operativa n. 1 - Denominazione	SAF – Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco	Natura giuridica Pubblico
Unità Operativa n. 2 - Denominazione	SMV – Dipartimento di Scienze Medico-Veterinarie	Natura giuridica Pubblico



Numero di partner esterni al progetto	[Indicare a numero e in lettere]	
ELENCO DELLE UNITÀ OPERATIVE		
Partner n. 1 - Denominazione		Natura giuridica <input type="checkbox"/> Pubblico <input type="checkbox"/> Privato
Partner n. 2 - Denominazione		Natura giuridica <input type="checkbox"/> Pubblico <input type="checkbox"/> Privato

L'esempio riportato nel presente modello è riferito a un numero di due unità operative e di due partner. Qualora il progetto dovesse prevedere più unità operative o più partner aggiungere una riga per ogni unità operativa/partner.



2. Descrizione del progetto



Sintesi del progetto



Farm4PR - I sistemi di allevamento del comprensorio del Parmigiano Reggiano DOP: effetti sui batteri lattici e le caratteristiche casearie del latte”

Contesto, obiettivo e strategia del progetto

Nell'ultimo decennio, il cambiamento più significativo nel settore lattiero-caseario europeo è rappresentato sicuramente dall'abolizione del sistema delle quote latte da parte dell'UE nel 2015. Oltre a generare una maggiore concorrenza tra i Paesi europei, l'abolizione delle quote latte ha provocato un aumento della produzione di latte causando una riduzione e un'instabilità del prezzo di quasi tutti i prodotti lattiero-caseari presenti nel mercato europeo. Ciò ha sfavorito in particolar modo i prodotti caratterizzati da maggiori costi di produzione che spesso coincidono con i prodotti dalle migliori caratteristiche qualitative. In questo scenario, la filiera del Parmigiano Reggiano (PR) DOP ha saputo difendersi negli anni, proponendo un prodotto di elevata qualità e puntando sulla comunicazione al consumatore sia nel mercato interno che in quello estero.

Nonostante il prezzo medio del latte destinato a produrre PR sia sicuramente alto rispetto all'intera UE, tutti i protagonisti della filiera del PR sono consapevoli della sua volubilità. Questo si traduce in una continua incertezza di reddito soprattutto per gli allevatori che, unita alla non adeguata redditività del latte a causa degli alti costi di produzione, ha provocato una riduzione del numero degli allevamenti ed una concentrazione maggiore delle aziende nelle aree strategiche del territorio. Inoltre, gli allevatori non sono pienamente consapevoli che l'effetto delle modalità di allevamento scelte, non si ripercuote solamente sul pagamento del latte, ma anche, e soprattutto, sulla qualità finale del formaggio. Va ricordato che, in un contesto di mercato globalizzato, il PR è uno dei prodotti che meglio rappresentano il Made in Italy. Per questo, le peculiari caratteristiche qualitative del prodotto, assieme alla protezione della certificazione DOP e all'informazione puntuale al consumatore, assumono fondamentale importanza al fine di far fronte alla crescente concorrenza europea e mondiale anche nel territorio italiano, e di garantire all'allevatore il giusto guadagno in relazione alle caratteristiche eccellenti del latte prodotto. Tra gli aspetti critici di filiera, l'evoluzione tecnologica che ha coinvolto diverse fasi di produzione del PR, dall'allevamento delle bovine alla fine della stagionatura del formaggio, non è stata accompagnata dall'adeguamento del sistema di pagamento del latte che include l'utilizzo degli stessi parametri da almeno un decennio.

Nonostante la conoscenza e l'innovazione apportata dalla ricerca e dall'industria nel settore lattiero-caseario, con la validazione di nuovi metodi di analisi, approcci statistici innovativi e strumenti in grado di definire in modo dettagliato le caratteristiche qualitative del latte, il sistema di pagamento del latte PR è rimasto “legato” alla tradizione e all'uso di parametri ormai definitivi obsoleti.

Il progetto si pone l'obiettivo di identificare quali possano essere gli aspetti alimentari e ambientali dell'allevamento, le caratteristiche microbiologiche e casearie del latte da selezionare ed utilizzare al fine di proporre un nuovo adeguato sistema di pagamento del latte nel comprensorio del PR. In un comprensorio di questo calibro è di fondamentale importanza produrre un sistema di pagamento del latte in grado di integrare gli aspetti tradizionali e di legame con il territorio degli allevamenti, con l'introduzione di nuovi parametri qualitativi del latte. Il progetto vuole proporre una visione più integrata del valore di “carica batterica totale” diversificando e valorizzando la carica lattica fermentativa da quella troppo generalmente valutata *in toto*. Non solo per il legame con il territorio, ma anche, e soprattutto, per l'effetto che questa popolazione batterica ha sulle caratteristiche organolettiche del formaggio durante la stagionatura. Al fine di produrre una proposta scientifica utile ad innovare il sistema di pagamento del latte del comprensorio del PR, il progetto Farm4PR prenderà in considerazione: i) gli allevamenti nel comprensorio, ii) la qualità microbiologica del latte e iii) le caratteristiche casearie del latte.

Il progetto Farm4PR rientra nell'azione di ricerca (d) “fattori di allevamento (alimentari e ambientali) in grado di influenzare la naturale attitudine del latte ad essere fermentato dai batteri lattici” riportata nell'articolo 2 del Prot. Uscita N.0027443 del 25/09/2018 e si pone l'obiettivo di studiare l'effetto dei fattori ambientali e alimentari, relativi ai sistemi di allevamento dislocati nel comprensorio del PR, nei confronti delle caratteristiche microbiologiche e casearie del latte. Nel progetto Farm4PR l'unità sperimentale sarà l'allevamento con tutte le specifiche caratteristiche ambientali e di gestione, il livello produttivo e la qualità microbiologica e casearia del latte. Il progetto Farm4PR si focalizzerà soprattutto sulla quantificazione di quei batteri lattici autoctoni del latte che sono particolarmente importanti per i formaggi a lunga stagionatura prodotti da latte crudo, sulle loro relazioni con le fonti di variazione a livello di allevamento e sulla loro relazione con la coagulazione e caseificazione.

Il progetto consentirà di ottenere i seguenti risultati specifici:

- a) caratterizzare e classificare i sistemi di allevamento del comprensorio del PR in base agli aspetti produttivi, alimentari, manageriali e di legame con il territorio;
- b) testare nuovi fenotipi che caratterizzano la qualità microbiologica e casearia del latte e validare il loro utilizzo per il monitoraggio degli allevamenti nel comprensorio del PR;
- c) valutare l'effetto delle fonti di variazione dell'allevamento nei confronti: 1) dell'attività dei batteri lattici autoctoni nel latte; 2) dell'attitudine del latte alla coagulazione 3) dell'efficienza del latte nel processo di caseificazione;
- d) studiare le interazioni tra l'attività fermentativa dei batteri lattici autoctoni e le caratteristiche casearie (coagulazione e caseificazione) del latte;



- e) predire nuovi fenotipi attraverso l'uso della spettroscopia all'infrarosso, da utilizzare come misure indirette per la caratterizzazione microbiologica e casearia del latte a livello di allevamento e di comprensorio del PR;
- f) produrre una proposta di un nuovo sistema di pagamento del latte nel comprensorio del PR con l'introduzione di aspetti relativi alle caratteristiche degli allevamenti e di caratteri innovativi in grado di descrivere la qualità microbiologica e casearia del latte.

Lo svolgimento del progetto verrà garantito dalla elevata competenza e dalla stretta collaborazione di due unità dell'Università degli studi di Parma: 1) l'unità proponente UP del Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, 2) l'unità operativa del Dipartimento di Medicina Veterinaria. Il progetto coinvolgerà 2 professori ordinari (microbiologia agraria, AGR/16), 2 professori associati (zootecnica speciale, AGR/19), 2 ricercatori (1 ricercatore in microbiologia agraria, AGR16 e 1 ricercatore in nutrizione e alimentazione animale, AGR/18) e tutto lo staff tecnico-amministrativo dei due dipartimenti (SAF e SMV) di afferenza. Saranno previsti 2 assegnisti di ricerca (1 per l'UP e 1 per l'UO; per la durata di 18 mesi ciascuno) che saranno seguiti al fine di formare specifiche figure professionali in grado di integrare competenze scientifiche e operative nel campo produttivo del settore lattiero-caseario.

L'intero gruppo operativo del progetto Farm4PR si caratterizza per competenze approfondite e complementari nel settore lattiero caseario che legano l'attività di ricerca e trasferimento tecnologico dell'Università con il territorio e con le aziende di trasformazione. Le ragioni dell'importanza dell'interazione con la filiera produttiva del PR, trovano peculiari motivazioni anche nella collocazione geografica dell'Università di Parma che ne facilita le collaborazioni. Per questo, il progetto si avvarrà del supporto di due delle realtà più importanti e integrate all'interno del comprensorio, ovvero: il Consorzio del formaggio Parmigiano Reggiano DOP e l'Organismo Controllo Qualità Produzioni Regolamentate SOC. COOP. (OCQ). stesse. Queste ultime hanno acconsentito a far parte dell'Advisory PR-chain board del progetto Farm4PR.

Il progetto è suddiviso in 6 Work Package, ognuno dei quali è diviso in diversi Task

1. WP1 Coordinamento (realizzato dall'UP e parzialmente dall'UO)
 - a. T1 Coordinamento tecnico-scientifico e risoluzione fasi critiche
 - b. T2 Gestione amministrativa
2. WP2 Allevamenti del comprensorio PR (realizzato principalmente dall'UO e coordinato dall'UP).
 - a. T1) inquadramento degli allevamenti del comprensorio del PR;
 - b. T2) fattori ambientali e alimentari degli allevamenti oggetto di campionamento;
 - c. T3) fattori di classificazione ambientale e alimentare degli allevamenti e pagamento latte nel comprensorio PR;
 - d. T4) elaborazione dati WP2.
3. WP3 Dall'allevamento alle caratteristiche microbiologiche del latte (realizzato e coordinato dall'UP)
 - a. T1) campionamento e analisi microbiologiche;
 - b. T2) quantificazione dei batteri lattici del gruppo *Lactobacillus casei*;
 - c. T3) batteri lattici autoctoni ed effetti ambientali e alimentari dell'allevamento;
 - d. T4) batteri lattici autoctoni ed interazione con i parametri del sistema di pagamento latte PR;
 - e. T5) elaborazione dati del WP3.
4. WP4 Dall'allevamento alle caratteristiche casearie del latte (realizzato dall'UO e sarà coordinato dall'UP)
 - a. T1) campionamento, analisi qualitative del latte e caseificazione;
 - b. T2) caratteristiche casearie del latte ed effetti ambientali e alimentari dell'allevamento;
 - c. T3) caratteristiche casearie del latte ed interazione con i parametri del sistema di pagamento latte PR
 - d. T4) elaborazione dati del WP4.
5. WP5 Sistema pagamento latte nel comprensorio (realizzato collaborazione tra l'UP e l'UO)
 - a. T1) batteri autoctoni del latte e attitudine alla caseificazione;
 - b. T2) spettroscopia all'infrarosso per la predizione degli aspetti microbiologici e caseari del latte;
 - c. T3) sistema di pagamento del latte nel comprensorio del PR;
 - d. T4) elaborazione dati del WP4.
6. WP6 Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati (gruppo trasversale all'UP e all'OP nominato dal coordinatore)
 - a. T1 Informazione e Comunicazione
 - b. T2 Diffusione dei risultati

RICADUTE del Farm4PR

Il progetto porterà ad un incremento delle conoscenze relative agli aspetti di relazione tra i fattori alimentari ed ambientali dei sistemi di allevamento dislocati nel comprensorio del Parmigiano Reggiano (PR) e le caratteristiche microbiologiche e casearie del latte crudo. I risultati attesi, permetteranno di caratterizzare e classificare i sistemi di allevamento del comprensorio del PR in base agli aspetti produttivi, alimentari, di management e di legame con il territorio. In particolare, la qualità del latte crudo potrà essere correlata ad un nuovo carattere microbiologico, ovvero alla presenza di batteri lattici autoctoni, come conseguenza delle variabili ambientali ed alimentari degli allevamenti. Grazie alla relazione tra tale presenza e l'attitudine del latte alla coagulazione e caseificazione, sarà possibile produrre un nuovo sistema di pagamento



del latte nel comprensorio del PR con l'introduzione di aspetti relativi alle caratteristiche degli allevamenti e di caratteri innovativi in grado di descrivere la qualità microbiologica e casearia del latte.

La ricaduta immediata più importante del progetto Farm4PR interesserà l'intero comparto lattiero-caseario del comprensorio del Parmigiano Reggiano DOP e sarà incentrata sul miglioramento della qualità del latte da un punto di vista microbiologico e caseario, con particolare riferimento all'incidenza dei caratteri qualitativi (microbiologici e caseari) del latte nei confronti dell'efficienza del processo di caseificazione. I risultati del progetto avranno effetto su tutta la filiera, a partire dagli allevatori che potranno comprendere come l'effetto delle loro scelte possa avere forti ricadute su tutta la successiva filiera produttiva. I risultati del progetto potranno fornire perciò una nuova e più completa lettura della qualità del latte per la caseificazione di un formaggio che contraddistingue fortemente il Made in Italy.



3. Relazione finale del progetto



SPAZIO RISERVATO AL COORDINATORE DEL PROGETTO

Relazione tecnico-scientifica (intermedia max 10 pagine – finale max 20 pagine)



Uno dei cambiamenti più importanti del settore lattiero-caseario degli ultimi anni è stato, a partire dal 2015, l'abolizione del sistema delle quote latte che ha provocato l'inevitabile aumento della produzione di latte con la conseguente riduzione e l'instabilità del suo prezzo e quindi del prezzo dei prodotti della sua trasformazione, in particolare i formaggi

E' questa la motivazione che ha spinto il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali, con il DM del 18 Aprile 2016, ad adottare diverse misure tra le quali finanziare la ricerca con un "fondo latte" con l'obiettivo di proporre soluzioni fattibili finalizzate al miglioramento della qualità del latte e dei prodotti lattiero caseari.

Il progetto Farm4PR rientra nell'azione di ricerca (d) "fattori di allevamento (alimentari e ambientali) in grado di influenzare la naturale attitudine del latte ad essere fermentato dai batteri lattici" riportata nell'articolo 2 del Prot. Uscita N.0027443 del 25/09/2018 e si pone l'obiettivo di studiare l'effetto dei fattori ambientali e alimentari relativi ai sistemi di allevamento dislocati nel comprensorio del Parmigiano Reggiano (PR) nei confronti delle caratteristiche microbiologiche e casearie del latte.

WP1. Coordinamento

All'interno di WP1, l'UO1-SAF ha partecipato contribuendo al monitoraggio relativo alla progressione delle attività connesse al progetto, partecipando agli incontri organizzati con tutti i diversi partner, fornendo report periodici delle attività svolte ed integrando la discussione relativa alla gestione delle diverse fasi del progetto compresa la richiesta della proroga ottenuta con MIPAAF - DISR 04 - Prot. Uscita N.0158542 del 07/04/2021. In particolare, per il WP1.T2, UO1-SAF si è occupata della gestione amministrativa di tutte le azioni del progetto al fine di rispettare nei tempi e nei costi indicati lo svolgimento dell'intero progetto secondo quanto definito dal diagramma di Gant modificato in seguito alla proroga. Nel WP1.T2, il personale addetto alla gestione amministrativa del progetto è stato nominato dal coordinatore per la contabilità delle attività svolte dall'UP e dal responsabile scientifico dell'UO per le attività della stessa unità operativa. La gestione amministrativa ha incluso il monitoraggio della contabilità completa del progetto in base ai regolamenti e linee guida citate dal "Manuale Utente", approvato con il decreto ministeriale n. 27352 del 23 novembre 2016.

L'attività di gestione amministrativa è svolta presso la sede dell'UP e dell'OP, sulla base delle procedure amministrative dell'ente di appartenenza. Per il monitoraggio da parte del coordinatore del progetto, è redatta la preparazione della relazione finale con i dettagli relativi alle spese sostenute per le attività progettuali svolte dall'UP e dall'UO e alle spese di attività amministrative.

Inoltre, il coordinatore per la contabilità delle attività svolte dall'UP si è occupato della gestione delle strutture interne dell'ente coinvolte nel progetto. In questo caso anche il personale a tempo indeterminato è stato coinvolto, occupandosi degli aspetti di gestione economico-finanziaria e di rendicontazione; delle risorse umane per la stipula di contratti di collaboratori; della gestione amministrativa della comunicazione e diffusione del progetto

WP2. Allevamenti del comprensorio PR

L'obiettivo generale del WP2 ha avuto come oggetto la classificazione dei sistemi di allevamento sulla base di aspetti ambientali e alimentari al fine di distinguere il latte prodotto dalle differenti tipologie aziendali presenti nel comprensorio del PR.

WP2.T1: inquadramento degli allevamenti del comprensorio del PR

Inizialmente, sono stati utilizzati database storici relativi agli allevamenti localizzati all'interno del comprensorio del PR. Questi database sono stati forniti dall'Advisory PR-chain board, il quale ha fornito anche un supporto per una prima valutazione degli aspetti ambientali (es. superficie aziendale, altitudine, provincia) al fine di raggruppare gli allevamenti (circa 3.000) e classificarli in diverse tipologie sulla base delle informazioni a disposizione (Sturaro et al., 2013). Dall'intero pool di allevamenti ancora in attività, ne sono stati selezionati 128 (circa il 3% sul totale). Questi allevamenti sono stati oggetto di campionamento del latte per un periodo di 12 mesi (1 campionamento al mese/allevamento per 12 mesi totale campioni raccolti = 1536). Gli allevamenti selezionati hanno garantito la massima variabilità tra le diverse caratteristiche aziendali considerate nella classificazione effettuata utilizzando l'intero database. Nella scelta degli allevamenti sono stati considerati due aspetti fondamentali: per alcuni fattori si è cercato di garantire che gli allevamenti fossero rappresentativi dell'intero comprensorio del PR. Questo è l'esempio dell'altimetria dove è stato dato maggiore spazio agli allevamenti di pianura. In altri casi, come ad esempio per la dimensione media aziendale, si è cercato di bilanciare le categorie all'interno dello specifico fattore.

WP2.T2: fattori ambientali e alimentari degli allevamenti oggetto di campionamento

Nel WP2.T2 sono state organizzate le visite presso gli allevamenti (1 visita iniziale per ciascun allevamento) oggetto di campionamento del latte, per la raccolta di informazioni aziendali relative agli aspetti ambientali e alimentari tramite l'uso di una scheda approvata dall'Advisory PR-chain board. Le schede raccolte sono state utili per descrivere le strutture agricole e i sistemi di gestione degli allevamenti e sono state poi associate alle informazioni raccolte nel WP3 e WP4 per valutare l'effetto dei fattori ambientali e alimentari sulle caratteristiche microbiologiche e casearie del latte.

In primo luogo, le informazioni raccolte sono state analizzate statisticamente per una classificazione maggiormente dettagliata degli allevamenti. Alcuni degli aspetti ambientali analizzati hanno riguardato l'anno di costruzione (tabella 1), e l'altimetria dell'allevamento (tabella 2), il numero vacche in lattazione mediamente presenti in allevamento (tabella 3), la razza (tabella 4) la tipologia di stabulazione (fissa o libera), il tipo di lettiera (permanente, con cuccette), tipologia dell'impianto di raffreddamento (presenza o meno di ventilazione artificiale, con eventuale caratterizzazione della tipologia) ed il tipo di mungitura. Per la parte relativa all'alimentazione sono stati rilevati il tipo di alimentazione (tradizionale o unifeed) e la presenza di auto alimentatori (tabella 5). Si può vedere come la maggior parte degli allevamenti sia stata costruita prima degli anni 2000, e sia ubicata in pianura (≤ 300 m slm). Per questi due fattori è stata data importanza alla rappresentatività degli allevamenti selezionati rispetto l'intera produzione del comprensorio del PR.

**Tabella 1**

Anno costruzione allevamento	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
fino al 1980	51	39.8	51	39.8
1981-2000	55	43.0	106	82.8
dal 2001	22	17.2	128	100.0

Tabella 2

Altimetria, m s.l.m.	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
≤300	93	72.7	93	72.7
301-600	24	18.8	117	91.4
>600	11	8.6	128	100.0

Per quanto riguarda la dimensione aziendale, si può vedere dalla tabella 3 che è stato ottenuto un buon bilanciamento tra gli allevamenti di piccola e grande dimensione. Va tenuto presente che una grossa parte degli allevamenti all'interno del comprensorio presentano una dimensione aziendale tra le 30 e le 150 vacche in lattazione. L'appartenenza alle aree marginali sicuramente può consentire una differenziazione qualitativa del prodotto legata all'ambiente e alle modalità di allevamento, ma la zona altimetrica può anche influire sul diverso grado di ridimensionamento delle aziende.

Tabella 3

Dimensione Aziendale, numero vacche lattazione	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
≤30	26	20.3	26	20.3
31-60	44	34.4	70	54.7
61-90	20	15.6	90	70.3
91-150	18	14.1	108	84.4
>150	20	15.6	128	100.0

La forma prevalente di stabulazione è risultata essere quella libera, con una predominanza delle cuccette (circa il 49% delle aziende campionate) rispetto alla lettiera permanente. Tuttavia, è risultata comunque importante anche la presenza di allevamenti a posta fissa (45% circa). Tradizionalmente, le stalle a posta fissa erano comuni nella zona del Parmigiano-Reggiano (Summer et al., 2014), anche se negli ultimi anni si sta osservando un notevole aumento delle stalle a stabulazione libera. Questo perché le due tipologie differiscono notevolmente ed è noto il vantaggio dell'uso della stabulazione libera sul benessere degli animali e della qualità dei loro prodotti (Hovinen et al., 2008).

Tabella 4

Stabulazione vacche in lattazione	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
Cuccette	63	49.2	63	49.2
Lettieria permanente	8	6.3	71	55.5
Fissa	57	44.5	128	100.0

La tipologia di mungitura all'interno della stabulazione libera è risultata abbastanza variabile, con una prevalenza della spina di pesce rispetto alla parallela. Si è osservata anche la presenza di una giostra e di 8 impianti di mungitura automatica. Queste statistiche evidenziano che anche fra gli allevamenti del Parmigiano Reggiano l'interesse per l'automazione sta crescendo, con stalle già dotate o che si stanno dotando di questi impianti in sostituzione parziale o totale dei sistemi convenzionali di mungitura. Tuttavia, la valutazione dell'inserimento di un robot di mungitura automatico in azienda deve considerare numerosi fattori, spesso fra loro interdipendenti, tra cui la quantità e la qualità del latte prodotto, la salute e il comportamento degli animali, e i vincoli derivanti dalla destinazione del latte. Infatti, vi sono limitazioni all'adozione di tali sistemi derivanti da vincoli presenti all'interno dei disciplinari di tutela delle produzioni tipiche che devono essere sicuramente considerate.

Tabella 5

Mungitura	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
Spina di pesce	47	36.7	47	36.7
Parallela	15	11.7	62	48.4
Fissa*	57	44.5	119	93.0



Giostra	1	0.8	120	93.8
Robot automatico	8	6.3	128	100.0

*lattodotto, mungitura portatile, a secchio.

Per quanto riguarda la tipologia di raffrescamento (tabella 6), è emerso che circa il 10% degli allevamenti campionati non presentasse alcuna modalità di raffrescamento artificiale, mentre è risultata abbastanza omogenea la ripartizione fra ventole ed elicotteri.

La maggior parte degli allevamenti non disponeva del pascolo (tabella 7) anche se ci sono state realtà (10%) in cui questo era utilizzato per tutti gli animali presenti in azienda, solo per la rimonta, o per la rimonta e le vacche in asciutta. Negli ultimi anni, scienziati e consumatori hanno espresso una crescente preoccupazione relativamente alla mancanza di accesso al pascolo, e al fatto che questa può avere un impatto negativo sul benessere animale. Nella tradizione del Parmigiano Reggiano il pascolo è sempre stato poco utilizzato a causa per lo più delle caratteristiche pedologiche e climatiche del territorio, che hanno reso questa modalità di allevamento poco praticabile. Ciò non vuol dire che la messa disposizione degli animali di ampi spazi in cui questi abbiano la possibilità di muoversi e interagire, non sia una pratica totalmente non considerata o non incoraggiata. Infatti, come si può osservare dalla Tabella 8 la presenza del paddock esterno per le vacche in lattazione risulta importante (40% circa).

Tabella 6

Raffrescamento artificiale	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
No	12	9.4	12	9.4
Ventole	55	43.0	67	52.4
Elicotteri	61	47.6	128	100.0

Tabella 7

Pascolo	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
No	114	89.1	114	89.1
Si*	14	10.9	128	100.0

*tutti i bovini, solo rimonta o asciutta e rimonta.

Tabella 8

Paddock esterno, vacche in lattazione	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
no	77	60.2	77	60.2
si	51	39.8	128	100.0

L'alimentazione adottata in prevalenza è quella del "piatto unico" o unifeed (tabella 10), e la maggior parte delle aziende non utilizza autoalimentatori (Tabella 9).

Tabella 9

Alimentazione	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
Tradizionale	56	43.8	56	43.8
Unifeed	72	56.2	128	100.0

Tabella 10

Autoalimentatori	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
No	75	58.6	75	58.6
Si	53	41.4	128	100.0

La Frisone è stata la più diffusa tra gli allevatori di PR, grazie all'elevata produzione di latte e ampia diffusione geografica, seppur con una presenza minoritaria di altre razze specializzate da latte e a duplice attitudine (Tabella 11). La maggior parte degli allevamenti è risultata essere mono razza (Tabella 12).

Tabella 11

Razza*	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
Frisone Italiana	123	87.9	123	87.9



Bruna Italiana	7	5.0	130	92.9
Pezzata Rossa Italiana	5	3.6	135	96.4
Reggiana	3	2.1	138	98.6
Guernsey	1	0.7	139	99.3
Montbeliarde	1	0.7	140	100.0

*presenza delle razze degli allevamenti campionati (almeno il 5% del totale delle vacche in lattazione in allevamento).

Tabella 12

Allevamento misto, razze	Freq, n	Freq, %	Freq cum, n	Freq cum, %
No	117	91.4	117	91.4
Si*	11	8.6	128	100.0

*2 allevamenti con 3 razze.

WP2.T3: fattori di classificazione ambientale e alimentare degli allevamenti e pagamento latte nel comprensorio PR

Tutti i risultati ottenuti nel WP2.T1 e WP2.T2 sono stati utilizzati per capire quali fattori ambientali e alimentari degli allevamenti possono potenzialmente essere introdotti come premio/penalità per differenziare il valore del latte nel sistema di pagamento del PR. Questo grazie all'associazione dei risultati ottenuti con i WP3 e WP4.

Attraverso queste informazioni è possibile definire degli indici sintetici relativi all'alimentazione, ai fattori ambientali e a quelli di legame con il territorio da associare a ciascun allevamento al fine di differenziare il latte destinato alla produzione di PR. Ad oggi sono state prodotte le formule di predizione della resa casearia utilizzando l'intero dataset. Saranno prodotte delle formule di regressione per specifici gruppi di allevamenti sulla base di caratteristiche aziendali in comune al fine di definire dei coefficienti specifici entro gruppo da associare ai caratteri qualitativi del latte utilizzati per il suo pagamento.

WP3 Dall'allevamento alle caratteristiche microbiologiche del latte

L'obiettivo generale del WP3 era focalizzato sullo studio delle relazioni tra le caratteristiche dell'allevamento e la presenza nel latte di batteri lattici autoctoni.

WP3. T1 campionamento e analisi microbiologiche:

Il campione di latte destinato alle analisi microbiologiche è stato trasportato nei laboratori di microbiologia degli alimenti del dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco sottoposto a protocollo di scongelamento e aliquotato per eseguire l'analisi in triplo. Per raggiungere l'obiettivo si sono cercati i batteri lattici mesofili mediante la tecnica conduttimetrica. Si è inoltre deciso di ricercare contemporaneamente anche i batteri lattici termofili eseguendo a prova a 45°C. Per poterli quantificare e utilizzare il dato quantitativo nell'elaborazione dei dati, si è scelto di utilizzare tre parametri registrati attraverso la tecnica conduttimetrica. Questa tecnica, applicata alla microbiologia è un metodo rapido che permette di tracciare la crescita dei batteri lattici nel latte da monitorare misurando le variazioni di impedenza da essi prodotte. Infatti si basa sul principio per cui, durante la duplicazione cellulare, il lattosio del latte, ad alto peso molecolare, viene metabolizzato principalmente in acido lattico, molecola a minore peso molecolare e maggiore carica elettrica, provocando nel tempo una variazione di conducibilità elettrica del mezzo. Questa variazione è proporzionale al numero di cellule batteriche e al loro metabolismo, per questa ragione, è possibile misurarne in modo quantitativo la loro presenza.

La misura in continuo di questo incremento, viene posta in un grafico in funzione del tempo, fornisce una curva impedometrica associabile ad una curva di crescita microbica. L'aspetto di rilievo è l'ottimizzazione dell'utilizzo di questa tecnica applicata allo studio dei batteri lattici nel latte che risiede nel metodo di elaborazione, estrapolazione ed interpretazione del dato stesso.

Infatti, attraverso l'utilizzo dell'equazione modificata di Gompertz, che viene utilizzata comunemente per predire la crescita dei microrganismi, è stato possibile descrivere in modo oggettivo le variazioni di conducibilità in funzione del tempo (Figura 3). Da questa elaborazione si ottengono i tre parametri riportati in seguito che descrivono oggettivamente la curva impedometrica e che quindi permettono una descrizione quali/quantitativa della popolazione lattica:

- Lag (λ): esprime il tempo (h) necessario ai batteri lattici presenti nel latte di adattarsi e iniziare la crescita esponenziale. La durata della fase Lag varia in base alla specie, temperatura, e numero di cellule batteriche. Questo parametro fornisce una importante misura quantitativa della popolazione lattica presente al momento dell'inizio dell'analisi e la sua successiva evoluzione. Maggiore è questo valore, minore è il numero dei batteri lattici presenti
 - Rate (μ max): associabile alla fase esponenziale di crescita ed è interpretato come velocità di acidificazione. Maggiore è il valore di rate, maggiore è la capacità duplicativa dei batteri lattici presenti
 - yEnd: corrisponde al più alto valore di impedenza registrato ed è interpretabile come la massima capacità acidificante e di resistenza all'acidificazione. Insieme al secondo parametro è una modalità di caratterizzazione dei batteri lattici presenti
- Infine, al termine dell'analisi, di ogni campione di latte analizzato in triplo, si è misurato il pH come indice della capacità acidificate da correlare al valore yEnd.

La misurazione (4 parametri a 25°C) è stata condotta a 25°C per misurare i batteri lattici mesofili e a 45°C per misurare i batteri lattici termofili (4 parametri a °C)

Sono stati elaborati in triplo i 4 parametri per 1394 campioni per il clima caldo (mesi aprile-settembre) e 1409 per il clima

freddo (mesi ottobre-marzo) oggetto dei successivi task di WP3.

WP3. T2 quantificazione dei batteri lattici del gruppo *Lactobacillus casei*

La prima valutazione della quantificazione dei batteri lattici è stata effettuata considerando il parametro lag. Si evince che la quantità media dei LAB mesofili è mediamente più basso (lag, valore espresso in ore, maggiore) nel periodo invernale rispetto a quello caldo. Questo dato significa che, indipendentemente dagli allevamenti, durante il periodo estivo il numero mediamente aumenta (Tabella 13). Difficile da interpretare è invece la situazione dei LAB termofili per l'elevatissima variabilità della misura evidenziata dal valore della varianza molto elevato. Sebbene questo dato confermi quanto già evidenziato in passato e richieda ulteriori approfondimenti, non inficia la validità della metodica che deve essere valutata principalmente a 25°C per essere confrontata con il valore attualmente considerato per il pagamento qualità del latte (carica microbica, UFC)

Tabella 13 parametro lag – quantità di LAB mesofili e termofili

Temperatura d'analisi (°C)	clima	n	Media	Dev. standard	Varianza	Max	Min
25	caldo	697.00	18.79	3.71	13.79	29.44	4.34
	freddo	697.00	20.62	4.28	18.33	32.38	6.99
25 Tot.		1394.00	19.70	4.11	16.89	32.38	4.34
45	caldo	705.00	14.04	8.39	70.33	48.00	0.51
	freddo	704.00	16.13	9.30	86.51	48.00	0.61
45 Tot.		1409.00	15.09	8.92	79.50	48.00	0.51

La tipologia di batteri lattici in generale è invece evidenziata dal parametro rate (Tabella 14). L'ampia variabilità dei valori compresi tra un minimo di 0,36 e un max di 4.82 dei LAB mesofili sottolinea una variabilità che non sembra essere dipendente dalla stagione e anticipa come possa essere dovuta alle diverse specie presenti. Per questo parametro è ragionevole associare ai LAB mesofili i generi *Lactococcus* e *Lactocaseibacillus* e per i termofili i generi *Streptococcus* ed *Enterococcus*.

Tabella 14 parametro rate – qualità dei LAB mesofili e termofili

Temperatura d'analisi (°C)	clima	n	Media	Dev. standard	Varianza	Max	Min
25	caldo	697.00	1.86	0.73	0.53	4.73	0.36
	freddo	697.00	1.90	0.81	0.66	4.82	0.28
25 Tot.		1394.00	1.88	0.77	0.60	4.82	0.28
45	caldo	705.00	2.17	1.30	1.68	9.16	0.00
	freddo	704.00	2.19	1.38	1.90	9.17	0.00
45 Tot.		1409.00	2.18	1.34	1.79	9.17	0.00

Allo stesso modo devono essere interpretato il significato dei parametri che dipendono dalla capacità acidificante dei LAB sia mesofili che termofili (Yend e pH) (Tabelle 15 e 16)

Tabella 15 parametro Yend – qualità dei LAB mesofili e termofili

Temperatura d'analisi (°C)	clima	n	Media	Dev. standard	Varianza	Max	Min
25	caldo	697.00	26.77	4.29	18.43	41.37	8.69
	freddo	697.00	26.54	4.91	24.10	44.65	6.26
25 Tot.		1394.00	26.66	4.61	21.28	44.65	6.26
45	caldo	705.00	25.34	6.88	47.31	39.59	0.00
	freddo	704.00	24.47	7.57	57.27	50.15	0.00
45 Tot.		1409.00	24.90	7.24	52.48	50.15	0.00

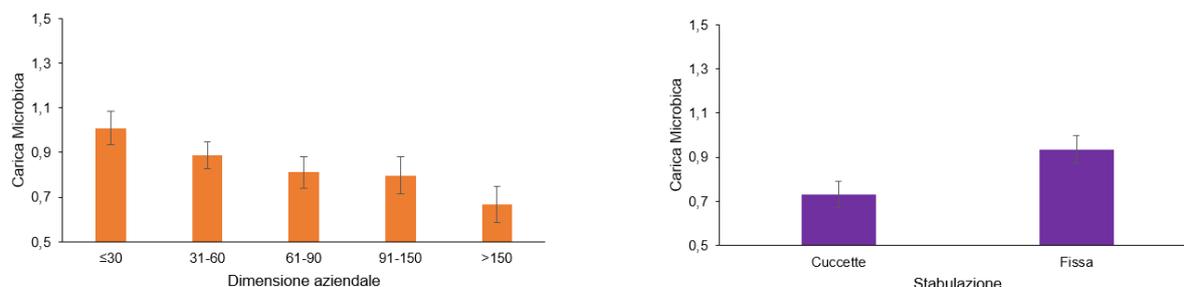
Tabella 16 parametro pH – qualità dei LAB termofili e mesofili

Temperatura d'analisi (°C)	clima	n	Media	Dev. standard	Varianza	Max	Min
25	caldo	697.00	4.59	0.38	0.14	5.88	4.04
	freddo	697.00	4.58	0.39	0.15	5.98	3.92
25 Tot.		1394.00	4.58	0.38	0.15	5.98	3.92
45	caldo	705.00	4.60	0.47	0.22	6.45	3.50
	freddo	704.00	4.64	0.51	0.27	6.68	3.54
45 Tot.		1409.00	4.62	0.50	0.25	6.68	3.50

WP3. T3 batteri lattici autoctoni ed effetti ambientali e alimentari dell'allevamento

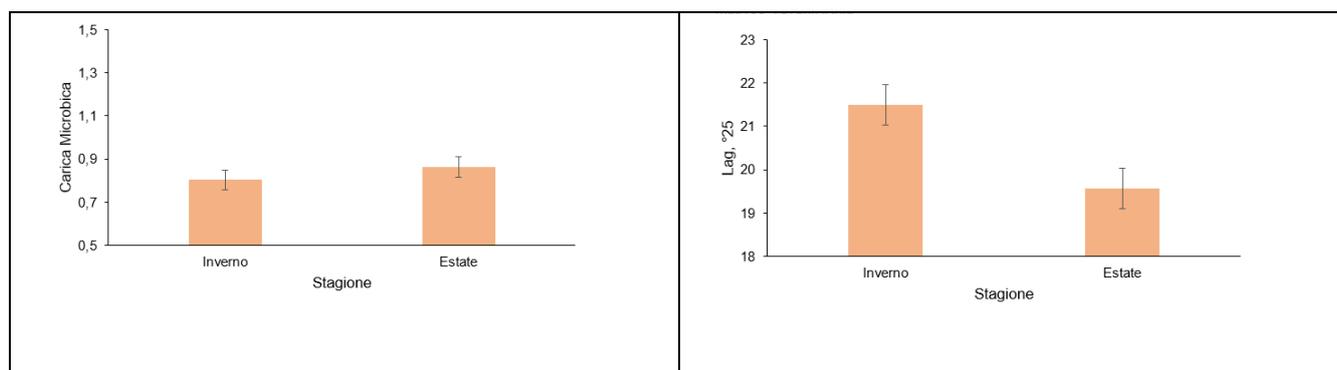
Tutti i risultati ottenuti nel WP2.T1 e WP2.T2 sono stati utilizzati per capire quali fattori ambientali e alimentari degli allevamenti possono potenzialmente essere introdotti come premio/penalità per differenziare il valore del latte nel sistema di pagamento del PR. Questo grazie all'associazione dei risultati ottenuti con i WP2 e WP4. Di seguito sono commentati i dati più rilevanti. Si è osservato come la carica microbica (attualmente utilizzata come parametro) è diminuisce all'aumentare della dimensione aziendale con la stabulazione in cuccette invece di quella fissa (figura 1)

Figura 1. carica batterica totale



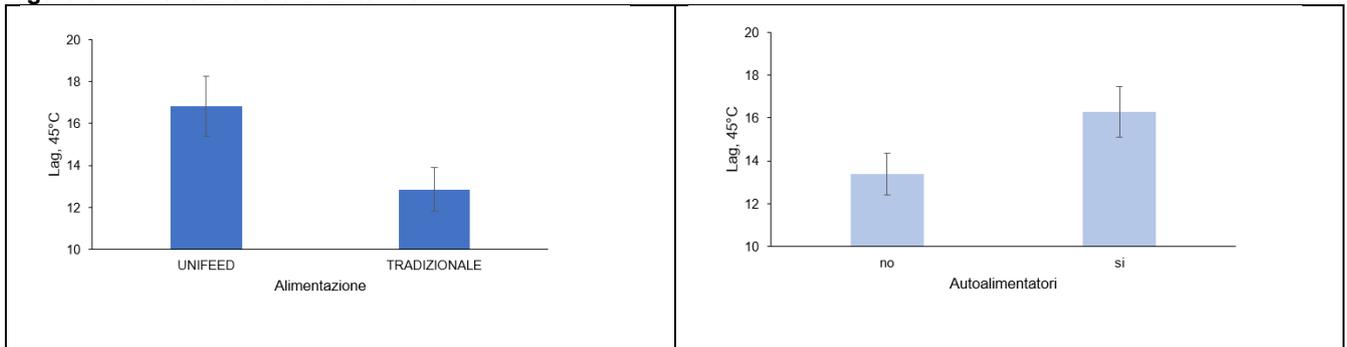
Questo valore tuttavia, non è condizionato dalla stagione che invece condiziona la quantità di LAB mesofili che aumentano nella stagione calda (Figura 2). Questo dato assume particolare rilievo perché è il fattore sul quale maggiormente si propone di modificare dal punto di vista microbiologico il pagamento qualità del latte.

Figura 2. influenza della stagione su carica batterica e LAB mesofili (Lag)



Il tipo di alimentazione invece influenza la quantità di LAB termofili che aumentano con la tradizionale rispetto all'unifeed e in assenza di autoalimentazione

Figura 3. alimentazione e LAB termofili



Attraverso queste informazioni è possibile definire degli indici sintetici relativi all'alimentazione, ai fattori ambientali e a quelli di legame con il territorio da associare a ciascun allevamento al fine di differenziare il latte destinato alla produzione di PR. Ad oggi sono state prodotte le formule di predizione della quantità di batteri lattici con potenzialità casearie utilizzando l'intero dataset. Saranno prodotte delle formule di regressione per specifici gruppi di allevamenti sulla base di caratteristiche aziendali in comune al fine di definire dei coefficienti specifici entro gruppo da associare ai caratteri qualitativi del latte utilizzati per il suo pagamento.

WP3. T4 batteri lattici autoctoni ed interazione con i parametri del sistema di pagamento latte PR;

Il WP3.T4 considera lo studio dell'effetto dei parametri tradizionalmente inseriti nel sistema di pagamento latte nel comprensorio PR nei confronti dei caratteri che descrivono i batteri lattici autoctoni

Se si osservano le correlazioni esistenti (Tabella 17) tra i dati strettamente microbiologici come quello tra la "carica microbica UFC" che è il dato attualmente considerato il fattore principale proposto "Lag" valutato a 25°C si vede che sebbene la correlazione inversa sia significativamente importante dal punto di vista statistico ($P < 0.001$) il valore di $-0,37$ è molto distante dall'ipotetico -1 . Evidenziando perciò la fondatezza della nostra ipotesi che il basso valore di "carica microbica, UFC" non può essere esaustivo per premiare la qualità casearia del latte.

**Tabella 17 correlazioni tra parametri microbiologici tradizionali e proposti
Temperatura 25°C**

	Cellule differenziali	Carica microbica	Spore	pH*	SH°100	Cloruri	Rate	Lag	yEND	pH**
Cellule somatiche	0.70***	0.15***	0.16***	0.10***	0.003	0.12***	-0.01	-0.03	-0.02	-0.03
Cellule differenziali, %		0.03	0.03	-0.02	0.03	0.06	0.04	-0.03	-0.01	-0.08**
Carica microbica, UFC			0.09**	0.10**	-0.10***	0.17***	0.09**	-0.37***	0.19***	-0.17***
Spore				0.05	-0.04	0.08**	-0.01	-0.08**	0.005	0.03
pH*					-0.40***	0.05	-0.02	-0.07*	-0.001	0.03
SH°100						-0.33***	0.06	0.004	-0.0005	-0.003
Cloruri							-0.07*	0.04	-0.07*	-0.03
Rate								-0.01	0.36***	-0.52***
Lag									-0.29***	0.10***
yEND										-0.44***

*pH titolazione

**pH microbiologia

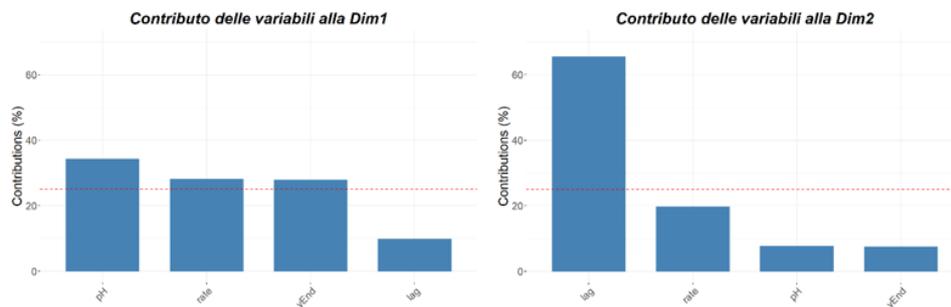
*** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.01$, * = $P < 0.05$.

WP3. T5 elaborazione dati del WP3

Vista l'elevata mole di dati microbiologici ottenuti, si è proceduto con un'analisi delle componenti principali (abbreviata PCA, dall'inglese Principal Component Analysis) al fine di spiegare al meglio la differenza tra i campioni sfruttando la complessità dell'informazione microbiologica fornita dall'analisi impedometrica. Il software utilizzato è R (R core team, 2022), l'analisi è stata svolta tramite i pacchetti factoextra e FactoMineR (Kassambara et al. 2020, Le et al. 2008).

La PCA è stata eseguita utilizzando i 3 parametri cinetici di crescita microbica restituiti dall'analisi impedometrica (lag, rate, e yEnd) (Bancalari et al. 2016), in aggiunta al pH raggiunto dal latte crudo al termine dell'incubazione. Perciò un parametro che indica la quantità di LAB (Lag) e tre che ne descrivono la qualità (rate, Yend e pH). per brevità ed efficacia di seguito vengono riportati i commenti e le immagini riferite all'analisi in seguito ad incubazione a 25°C. Cioè per i LAB mesofili. Una prima analisi PCA del dataset completo ha permesso di individuare alcuni risultati anomali, raggruppati al di fuori dell'ellisse di confidenza del 99%. Questi dati sono stati considerati outliers e quindi rimossi (figura 4), scatterplot PCA con outliers).

Figura 6. influenza dei singoli parametri sulla prima e seconda dimensione della PCA



si può perciò concludere che sebbene i campionanti effettuati durante la stagione calda tendano a raggrupparsi maggiormente in una nuvola più piccola (nuvola rossa) rispetto a quella creata dai campioni di latte raccolti nella stagione fredda (nuvola blu), non si vede una forte distinzione tra le due stagioni. Evidenziando come il fattore climatico non sia il primo responsabile della differenziazione dei campioni ma come questi siano condizionati da altri fattori quali quelli che definiscono gli allevamenti (WP2).

WP4. Dall'allevamento alle caratteristiche casearie del latte

L'obiettivo generale del WP4 è stato lo studio della qualità casearia del latte nel comprensorio del PR e delle relazioni tra le caratteristiche dell'allevamento, la qualità del latte e i processi di coagulazione e di caseificazione.

WP4.T1: campionamento, analisi qualitative del latte e caseificazione

Il campione di latte destinato alle analisi relative alla titolazione, coagulazione e caseificazione è stato analizzato presso il laboratorio MilCA del dipartimento di Scienze Medico-Veterinarie. L'analisi di tutti i caratteri qualitativi tradizionalmente del latte inseriti come parametri nel sistema di pagamento per la produzione del PR è stata effettuata da un laboratorio esterno operante nel comprensorio del PR.

In Tabella 18 sono riportate le statistiche descrittive per i componenti del latte analizzati. I dati di composizione sono in linea con i dati di qualità del latte medi del comprensorio del PR nelle ultime annate. Per quanto riguarda i caratteri di igiene del latte, si è visto mediamente un contenuto di cellule somatiche di circa 100.000 cellule/mL di latte e 74% di cellule somatiche differenziali. Attualmente non sono a disposizione dati relativi all'intero comprensorio del PR sul latte di massa relativi alle cellule differenziali. In generale, il dato raccolto nei 128 allevamenti indica un livello generalmente superiore di cellule differenziali rispetto a quanto normalmente osservato presso altre aree di produzione.

Per quanto riguarda i caratteri di titolazione del latte, il pH è stato mediamente di 6.59 con un SH°100 di 6.85; il contenuto di cloruri è stato di circa 1.8 g/L. Si ricorda che le determinazioni analitiche più utilizzate in ambito lattiero-caseario sono l'acidità di titolazione e il pH, che forniscono importanti indicazioni sulla qualità del latte, sulla sua attitudine alla coagulazione e sul corretto andamento di specifici processi di lavorazione casearia. Tra i diversi elementi salini normalmente presenti nel latte, quello dei cloruri (soprattutto cloruro di sodio e cloruro di potassio) è il gruppo più importante sia per quantità che per importanza, tanto dal punto di vista nutrizionale che da quello caseario.

Tabella 18. Statistiche descrittive relative alla composizione dei campioni di latte

	N	Media	SD	CV	Min	Max	Skew	Kurt
Composizione*								
Grasso, %	1224	3.67	0.25	6.93	2.85	4.57	0.12	0.25
Proteina, %	1217	3.34	0.14	4.30	2.83	3.80	0.01	0.25
Lattosio, %	1228	4.81	0.09	1.92	4.45	5.20	-0.41	0.72
Solidi totali, %**	1217	12.22	0.33	2.70	11.20	13.30	-0.01	0.20
Caseina, %	1225	2.61	0.11	4.13	2.24	3.08	0.10	0.79
Grasso:caseina	1221	1.41	0.10	6.83	1.08	1.83	0.01	0.61
Indice caseinico, %	1216	78.04	0.68	0.87	73.47	80.00	-0.65	1.91
Urea, mg/100ml	1230	21.48	3.88	18.07	6.10	36.60	0.19	0.76
Igiene latte*								
Cellule somatiche	1121	3.87	0.83	21.42	1.06	6.22	-0.28	-0.14
Cellule differenziali, %	1218	74.05	6.67	9.01	50.90	87.20	-0.85	0.69
Carica microbica, UFC	1161	0.91	0.41	45.09	0.48	2.23	0.80	-0.05
Spore	1175	1.77	0.32	17.97	1.41	2.65	1.29	0.41
Titolazione latte**								
pH	1229	6.59	0.04	0.53	6.45	6.72	0.34	0.62
SH°100	1220	6.85	0.45	6.54	5.11	8.18	-0.29	0.48
Cloruri, g/L	1215	1.83	0.19	10.28	1.42	2.50	0.77	0.56

*Analisi presso laboratorio esterno (per cellule, carica microbica e spore è riportato lo score)

**MilCA Lab



Per quanto riguarda le analisi relative all'attitudine alla coagulazione e alla caseificazione, queste sono state svolte tramite l'impiego di un piccolo quantitativo di campione fresco (9 ml di latte/campione) utilizzando la metodica 9-MilCA (9 mL milk cheese-making assessment; Cipolat-Gotet et al., 2016). Con questa tecnica è stato possibile ottenere un pool di 15 caratteri in grado di descrivere e valutare l'attitudine alla coagulazione e l'efficienza alla caseificazione dei campioni di latte analizzati. In particolare, tramite l'utilizzo di un lattodinamografo meccanico Lattodinamografo; MA.Pe. System, Firenze) nella prima fase dell'analisi, è definita l'attitudine alla coagulazione del latte attraverso 3 caratteri tradizionali (Annibaldi et al., 1977) e 5 caratteri stimati tramite un modello matematico esponenziale (Bittante, 2011) che utilizza la misura di consistenza del coagulo determinata dallo strumento ogni 15 secondi dall'inizio dell'analisi (120 osservazioni in 30 min). Inoltre, grazie alla determinazione del peso dell'input (il latte) e degli output (cagliata e siero) del processo di caseificazione assieme all'analisi dei componenti di latte e siero (le analisi di composizione del siero saranno svolte utilizzando uno spettrofotometro MilkoScan FT3; Foss Electric A/S, Hillerød, Denmark), è stato possibile definire 3 caratteri di resa casearia (classica, in sostanza secca e la ritenzione idrica dell'acqua) e 4 caratteri (per grasso, proteina, sostanza secca ed energia) che descrivono il recupero dei nutrienti del latte nella cagliata. In tabella 19 è possibile osservare le statistiche descrittive relative ai caratteri che descrivono il processo di caseificazione. Mediamente il latte ha prodotto una resa del 15%, di cui poco meno del 50% dovuto alla sostanza secca. Il REC_{PROTEIN} è stato di circa il 77%, mentre il REC_{FAT} di circa l'87%, con un REC_{SOLIDS} di circa il 50%. L'energia recuperata all'interno della cagliata è stata di circa il 64%.

Tabella 19. Statistiche descrittive dei caratteri che descrivono l'efficienza del processo di caseificazione

	N	Media	SD	CV	Min	Max	Skew	Kurt
Rese casearie								
CY _{CURD} , %	2447	15.35	1.50	9.75	11.05	19.50	0.07	-0.39
CY _{SOLIDS} , %	2414	6.12	0.42	6.79	4.56	8.18	0.21	0.97
CY _{WATER} , %	2397	9.23	1.21	13.10	5.58	12.68	0.13	-0.23
Recupero dei nutrienti								
REC _{PROTEIN} , %	2399	76.87	0.76	0.99	74.50	78.97	-0.10	0.18
REC _{FAT} , %	2388	86.83	3.33	3.83	77.02	94.43	-0.40	-0.13
REC _{SOLIDS} , %	2391	50.04	2.13	4.25	44.06	56.00	-0.08	-0.27
REC _{ENERGY} , %	2406	64.29	2.31	3.59	56.07	70.72	-0.33	-0.06

Su un'altra aliquota di ciascun campione di latte è stata eseguita anche l'analisi lattodinamografica prolungata a 60 min al fine di recuperare le informazioni utili anche per i campioni di latte a lenta coagulazione (tempo di coagulazione > 30 min). Specificatamente, per tutti i campioni analizzati è stato possibile osservare la gelazione del latte. In questo caso l'elaborazione della curva lattodinamografica predetta è stata determinata attraverso l'uso di un modello non lineare esponenziale (Cipolat-Gotet et al., 2018) come segue:

$$CF_t = CF_P \times (1 - e^{-k_{CF} \times (t - RCT)})$$

Dove,

CF_t = la consistenza del coagulo (mm) al tempo t (min);

CF_P = il valore potenziale asintotico della consistenza del coagulo a tempo infinito (mm);

k_{CF} = il tasso costante di consistenza del coagulo (min^{-1});

RCT_{eq} = il tempo di coagulazione (min).

In tabella 20 sono riportate le statistiche descrittive relative ai caratteri di attitudine alla coagulazione del latte. I campioni hanno presentato, mediamente, un tempo di coagulazione (RCT) di circa 21 min, con un tempo di rassodamento (k_{20}) di circa 6 min. Le consistenze del coagulo sono state di 25, 39 e 42 mm rispettivamente per a_{30} , a_{45} e a_{60} , ovvero a 30, 45 e 60 min dall'aggiunta del caglio. Le ulteriori informazioni date dai parametri derivanti dalla modellizzazione del tracciato lattodinamografico indicano come la velocità di rassodamento sia stata mediamente del 9 %/min, con una consistenza massima del coagulo di 45 mm raggiunta quasi a fine analisi (57 min). Rispetto a quanto riportato in bibliografia da studi precedenti, questi valori mostrano un miglioramento nella attitudine alla coagulazione e caseificazione del latte nella razza Frisone, che come precedentemente visto è la razza predominante negli allevamenti campionati all'interno del comprensorio del PR. Questo risultato è probabilmente il frutto di uno sforzo selettivo che negli ultimi anni è stato indirizzato all'ottenimento di animali più vocati alla produzione di formaggio, come ad esempio grazie all'introduzione dell'indice ICS-PR.

Tabella 20. Statistiche descrittive delle proprietà di coagulazione tradizionali e modellizzate

	N	Media	SD	CV	Min	Max	Skew	Kurt
Proprietà di coagulazione tradizionali								
RCT, min	2436	20.58	2.95	14.32	14.15	30.45	0.13	0.60
k_{20} , min	2436	6.34	1.57	24.82	2.25	13.00	1.48	1.01
a_{30} , mm	2440	25.05	8.65	34.54	0.72	49.95	-0.25	-0.32
a_{45} , mm	2460	38.55	6.56	17.02	14.70	56.06	0.59	-0.57
a_{60} , mm	2463	41.40	7.03	16.98	12.74	59.29	2.02	-1.06
Parametri modellizzati								
RCT_{eq} , min	2439	20.73	2.97	14.31	14.05	30.95	0.17	0.60



k_{CF} , %/min	2343	9.23	1.78	19.27	2.50	14.96	0.29	0.14
a_{max} , mm	2449	44.79	5.29	11.81	24.66	61.45	0.91	-0.72
t_{max} , min	2392	57.56	3.58	6.22	40.00	60.13	6.30	-2.43
CF_P , mm	2438	43.84	5.66	12.91	23.52	58.29	0.74	-0.56

WP4. T2: caratteristiche casearie del latte ed effetti ambientali e alimentari dell'allevamento

In questo Task è stato valutato l'effetto dei fattori ambientali e alimentari degli allevamenti nei confronti delle caratteristiche casearie del latte. Particolare attenzione è stata posta ai fattori dell'allevamento che intervengono sull'andamento della coagulazione e l'efficienza del latte nel processo di caseificazione. Per quanto riguarda la composizione del latte, l'allevamento è risultato un fattore molto importante, variando dal 14% (acidità e cloruri) al 54% (Solidi totali). Mentre, tra i fattori fissi, la stagione è risultata ampiamente significativa per tutti i componenti del latte. Infatti, durante la stagione calda, mediamente, i campioni di latte hanno presentato un minor contenuto di grasso (3.6% vs 3.8%), proteina (3.3% vs 3.4%), e un contenuto maggiore di lattosio (4.85% vs 4.82%), punteggio di cellule somatiche (3.85 vs 3.58) e cellule somatiche differenziali (73% vs 72%) e un più alto pH del latte (6.60 vs 6.59). tutte queste caratteristiche indicano una composizione che riduce l'attitudine alla caseificazione del latte. La dimensione aziendale ha avuto un'influenza significativa sul lattosio, più basso negli allevamenti piccoli (< 30 capi; 4.78%) rispetto a quelli grandi (>150 capi; 4.87%), e sul rapporto grasso:caseina (più alto negli allevamenti piccoli rispetto ai grandi). Per quanto riguarda il risultato del lattosio, questo ci può indicare come il management aziendale degli allevamenti più grandi abbia influenzato positivamente la qualità del latte, risultato direttamente legato ad un miglior benessere delle bovine in lattazione. La tipologia di stabulazione è risultata molto importante per il pH, con valori leggermente più acidi per il latte prodotto da bovine alloggiate in cuccette (6.58) rispetto alle fisse (6.60). La variabilità del pH è molto importante per comprendere la qualità del latte, e l'analisi dell'acidità del latte costituisce ancora oggi uno dei più importanti criteri analitici per la valutazione della qualità tecnologica, in particolare casearia, del latte. L'alimentazione ha avuto un effetto significativo sui componenti del latte. In particolare, l'utilizzo di unifeed ha portato ad avere un tenore in grasso (3.79% vs 3.63%), proteina (3.39% vs 3.28%), lattosio (4.86% vs 4.81%) e solidi totali (12.37% vs 12.15%) più alto rispetto all'alimentazione tradizionale, così come l'acidità titolabile è risultata essere leggermente più alta (6.92 vs 6.75 SH°100). Per quest'ultimo parametro è importante sottolineare come esso sia un indice del potere tampone del latte e una misura dell'equilibrio acido-base dato soprattutto da caseine e fosfati. Per questo, all'acidità naturale del latte può aggiungersi quella sviluppata dalla formazione di acido lattico dovuta a fermentazioni batteriche a carico del lattosio. In questo caso, dai risultati ottenuti, l'ottima qualità microbiologica (secondo il parametro tradizionale) del latte non ha generato variazioni importanti dell'acidità di titolazione. Tuttavia, bisogna ricordare che tale parametro analitico misura indirettamente solo la crescita di batteri acidificanti. L'eventuale sviluppo di altri batteri deteriorativi non acido-produttori, come alcuni psicotrofi, non viene evidenziata dalla misura dell'acidità di titolazione. Al contrario, l'acidità di titolazione fornisce utili indicazioni di carattere tecnologico e microbiologico, anche quando utilizzata per misurare un importante sviluppo di acidità rilevabile nei lattoinnesti e nei sieroinnesti.

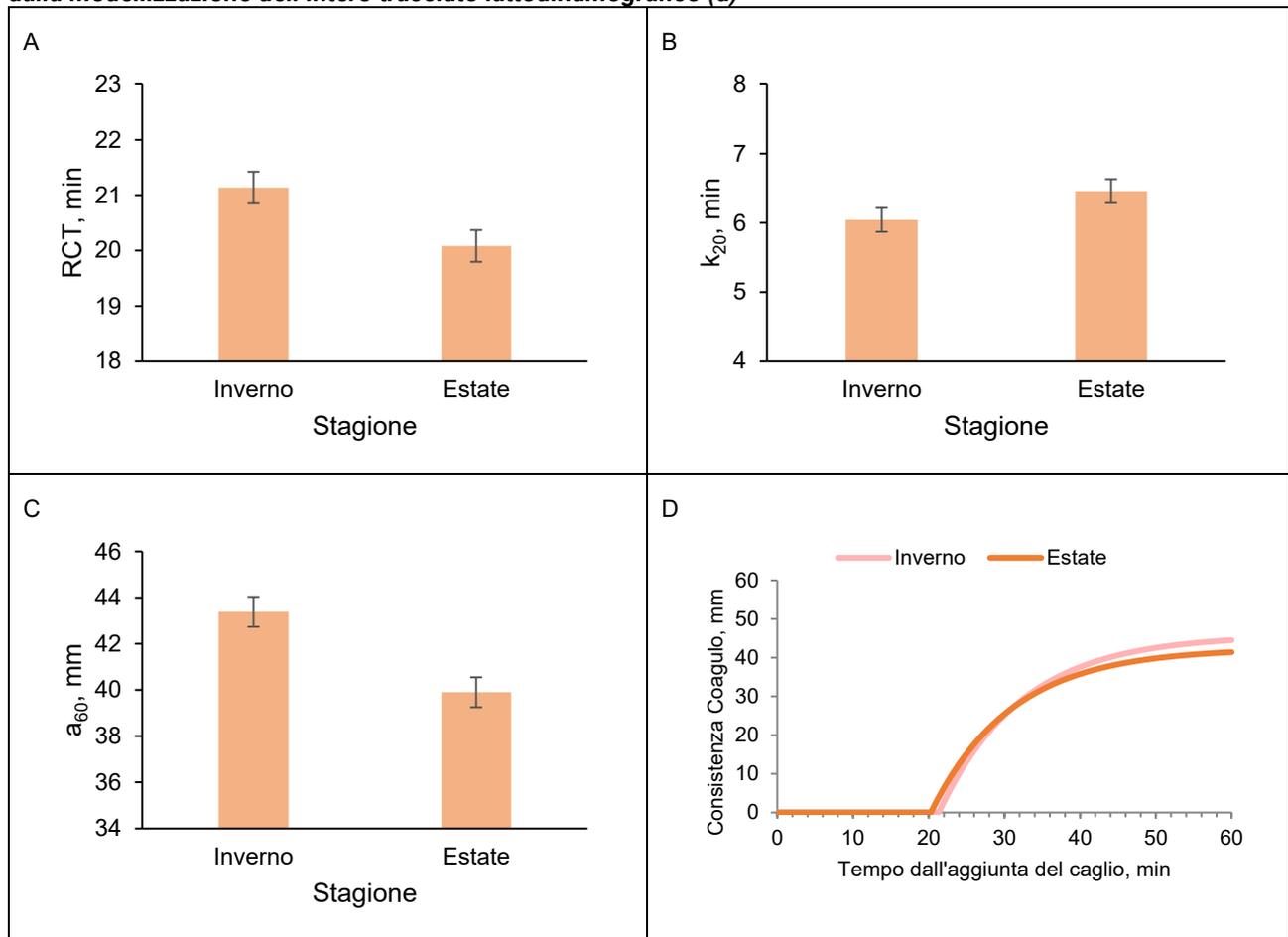
L'altimetria è stato un altro fattore di notevole rilevanza, influenzando alcuni componenti del latte. Gli animali allevati oltre i 600 m slm hanno mostrato un contenuto più alto in lattosio (4.86 vs 4.80%, rispettivamente per ≥ 600 e ≤ 300 m s.l.m.), e un indice caseinico superiore (79%) rispetto agli animali allevati ad altimetrie inferiori (78%) dove, al contrario, il contenuto di cloruri è risultato più alto (1.85 vs 1.76 g/L, rispettivamente per ≤ 300 e ≥ 600 m slm). È bene ricordare che tra i numerosi parametri che possono essere valutati per definire la qualità del latte la composizione salina è uno di quelli meno utilizzati e conosciuti. Tuttavia, come verrà dettagliato in seguito, la determinazione di questo carattere costituisce un ulteriore passo avanti per il sistema di pagamento del latte in base alla qualità, essendo i cloruri molto importanti per l'individuazione di stati infiammatori della mammella, alla comprensione dei meccanismi di coagulazione nei processi di caseificazione fino alla verifica degli effetti metabolici di diverse razioni alimentari somministrate alle bovine in lattazione.

Grazie all'analisi della varianza (ANOVA) effettuata per i caratteri di coagulazione è stato possibile produrre una curva di coagulazione modellizzata per gli effetti di interesse, mentre dall'ANOVA per i caratteri legati alla caseificazione è stato possibile quantificare le fonti che influenzano la variabilità dell'efficienza del processo di caseificazione.

Per quanto riguarda la coagulazione, tra gli effetti fissi, la stagione è risultata un fattore molto importante per tutti i caratteri considerati, così come la stabulazione è stata influente su 6 dei 10 caratteri studiati. La tipologia di alimentazione è risultata importante solo per il carattere CF_P . Tra i fattori casuali, l'importanza della replica è risultata bassa (da 0.0 a 0.3%), ad indicare la buona ripetibilità dell'analisi. L'allevamento ha avuto un'incidenza variabile a seconda del carattere considerato, dal 5% (t_{max}) al 31% (k_{20}). In Figura 4 è riportato l'effetto della stagione sulle proprietà di coagulazioni tradizionali. È evidente che il latte prodotto in estate abbia un RCT mediamente più basso (20 min vs 21 min, rispettivamente per estate e inverno; ma abbia anche un k_{20} leggermente più lungo (6.5 min vs 6.0 min; Figura xxb) rispetto ai campioni prodotti in inverno. Le consistenze sono state generalmente più basse in estate, rispetto all'inverno (39.9 mm vs 43.4 mm)

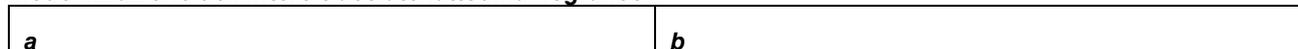
Come per i caratteri tradizionali, il latte prodotto in estate ha presentato un RCT_{eq} mediamente più basso (20 vs 21 min, rispettivamente per estate e inverno), con una velocità di rassodamento del coagulo più alta (9.41 vs 9.17 %/min), anche se si sono raggiunte consistenze più basse (Figura 7) sia in termini di a_{max} (43.7 vs 46.5 mm) che di CF_P (42.4 vs 45.9 mm). Questi risultati sono in linea con quanto riportato da precedenti studi riguardanti l'effetto della stagione (calda-fredda) sulla proprietà di coagulazione tradizionali e modellizzate (Bittante et al., 2015).

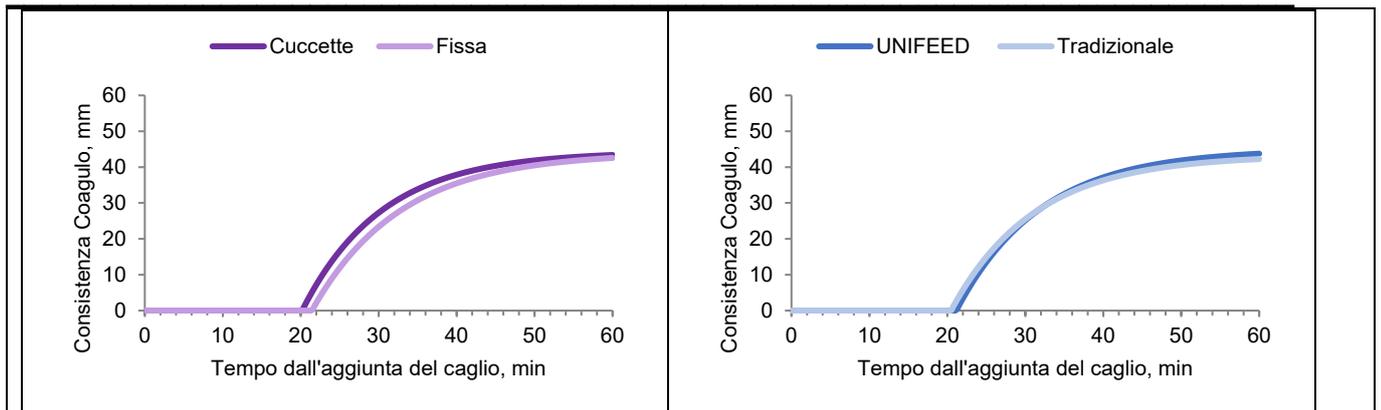
Figura 7. Effetto della stagione sulle proprietà di coagulazione tradizionali (a, b, c) e il pattern di coagulazione derivante dalla modellizzazione dell'intero tracciato lattodinamografico (d)



La tipologia di stabulazione ha avuto un effetto importante sulla coagulazione del latte (Figura 8). In particolare, il latte prodotto da bovine alloggiato in cuccette è stato caratterizzato da un migliore RCT e k_{20} (20.0 vs 21.3 min e 5.9 vs 6.2 rispettivamente per RCT e k_{20} da stabulazione a cuccette vs posta fissa), e da maggiori consistenze del coagulo, rispetto al latte prodotto da bovine allevate in posta fissa ($a_{30} = 27.0$ vs 23.0 mm). Anche il pattern di coagulazione è stato migliore per il latte proveniente da bovine alloggiato in cuccette rispetto a quelle in posta fissa (Figura 8), mostrando anche una velocità di rassodamento del coagulo superiore ($k_{CF} = +1\%/min$). Summer et al. (2014) hanno studiato l'effetto di queste due tipologie sulle proprietà di coagulazione del latte, evidenziando come il latte prodotto da bovine stabulate nelle cuccette sia risultato più ottimale alla coagulazione rispetto al latte proveniente da bovine allevate in posta fissa.

Figura 8. Effetto della stabulazione (a) e della tipologia di alimentazione (b) sul pattern di coagulazione derivante dalla modellizzazione dell'intero tracciato lattodinamografico

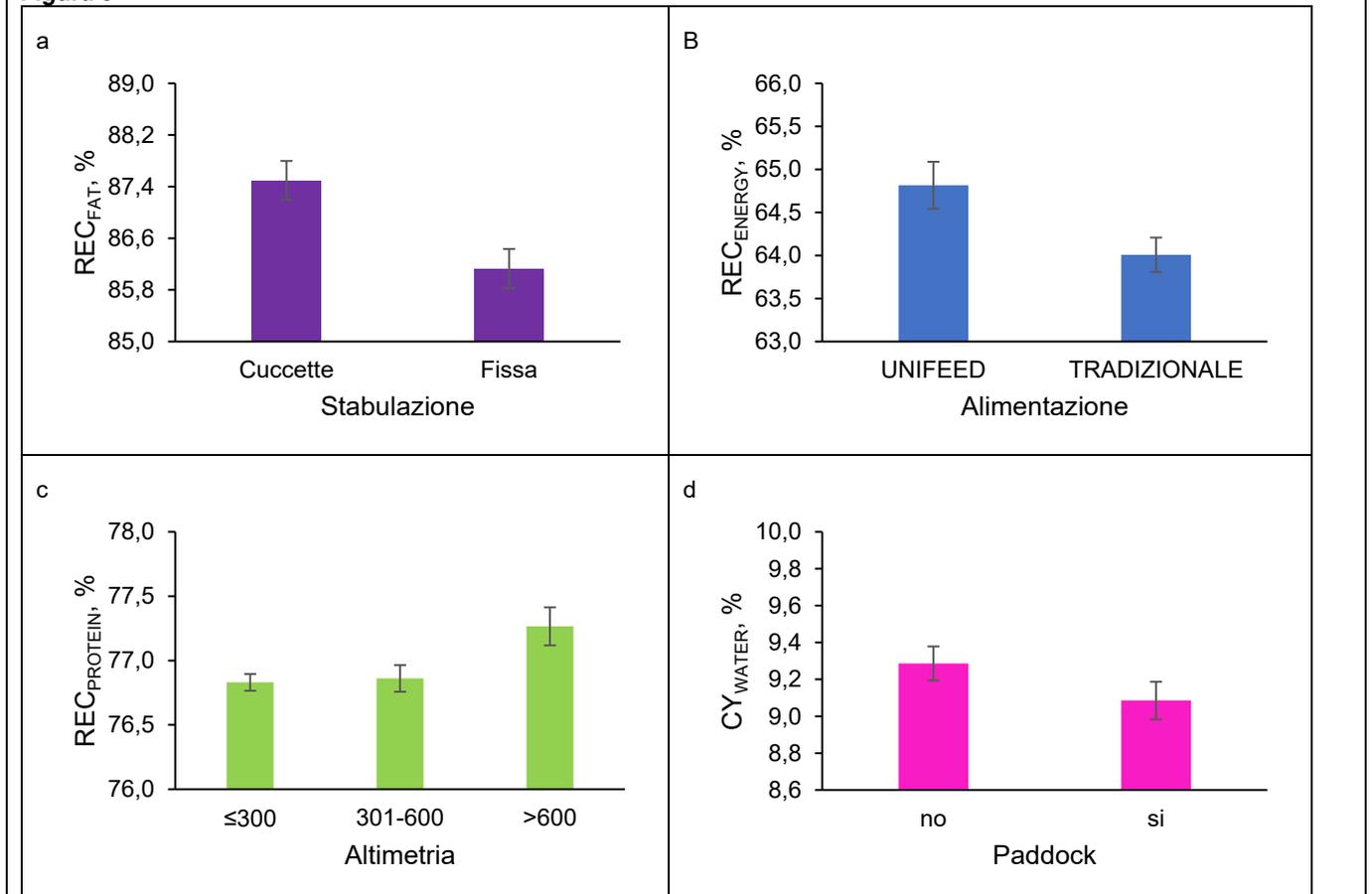




Il tipo di alimentazione ha avuto un effetto significativo solo sul parametro CF_P ; infatti, dalla figura 5b è possibile vedere come i due pattern di coagulazione (alimentazione tradizione vs unifeed) si sovrappongono. Evidentemente, l'effetto dell'alimentazione sulla composizione chimica del latte precedentemente visto non si riflette allo stesso modo sull'abilità di coagulazione del latte.

Per quanto riguarda la caseificazione, tutti i caratteri sono stati influenzati dalla stagione. Infatti, nella stagione invernale, i campioni di latte hanno presentato rese superiori, sia in termini di resa a fresco (16.0 vs 14.7% rispettivamente per l'inverno vs l'estate), che in termini di componenti essenziali, quali resa in sostanza secca ($CY_{SOLIDS} = 6.3$ vs 6.0%) e ritenzione idrica della cagliata ($CY_{WATER} = 9.6$ vs 8.7%). Anche il recupero dei nutrienti all'interno della cagliata è stato più alto in inverno rispetto alla stagione estiva, ed è stato superiore di circa 1%, 2%, 2% e 3% rispettivamente per $REC_{PROTEIN}$, REC_{FAT} , REC_{SOLIDS} e REC_{ENERGY} . Questo indica come il latte, da un punto di vista caseario, sia maggiormente efficiente durante la stagione invernale.

Figura 9





La stabulazione è stata influente sul recupero di grasso, mostrando come la tipologia a cuccette abbia portato a un maggiore REC_{FAT} rispetto alla posta fissa (Figura 9), e quindi sostanzialmente ad un aumento dell'efficienza casearia per il recupero di questo componente del latte. L'alimentazione ha influenzato significativamente il recupero di energia, con un REC_{ENERGY} più alto in bovine alimentate con la tecnica dell'unifeed rispetto alla dieta tradizionale (Figura 9), e questo in parte è spiegato dalla maggiore concentrazione di grasso, proteina e lattosio nel latte di bovine alimentate con il piatto unico rispetto alla dieta tradizionale, come precedentemente visto nel WP2. Probabilmente i rapporti diversi tra i componenti del latte tra i due gruppi di alimentazione determinano un passaggio differente di energia dal latte alla cagliata.

L'altimetria è stata significativa per il recupero di proteina nella cagliata. Infatti, le bovine allevate oltre i 600 m s.l.m. hanno prodotto un latte con un $REC_{PROTEIN}$ di circa 0.5% superiore rispetto alle bovine allevate ad altimetrie più basse. È importante sottolineare che gli allevamenti situati oltre i 600 m s.l.m. ricadono all'interno del territorio montano, in cui le bovine sono alimentate con fieno ed erba coltivati, per almeno il 60%, nella stessa zona di montagna. In questo caso, probabilmente la varietà delle caratteristiche pedoclimatiche di questo territorio (e.g., aria meno viziata, irraggiamento solare, pascolo) incidono positivamente sull'efficienza del processo di caseificazione. La presenza del paddock invece è stata importante per la ritenzione idrica della cagliata; infatti, le bovine che hanno beneficiato di un'uscita esterna hanno prodotto un latte con una CY_{WATER} più alta rispetto alle altre (Figura xxd). È risaputo che la presenza del paddock, oltre ad avere la funzione fondamentale di fornire agli animali un aumento del movimento (ginnastica funzionale), comporta anche un aumento dei tempi di riposo e una riduzione dell'aggressività (Beggs et al., 2019). Abbiamo quindi osservato che questo si ripercuote anche sulla qualità tecnologica del latte.

WP4.T3: caratteristiche casearie del latte ed interazione con i parametri del sistema di pagamento latte PR

Il WP4.T3 ha incluso lo studio dell'effetto dei parametri tradizionalmente inseriti nel sistema di pagamento latte nel comprensorio PR nei confronti dei caratteri che descrivono i processi di coagulazione e caseificazione. Inizialmente si sono studiate le relazioni esistenti tra gruppi di caratteri. Tutti i componenti sono legati fra di loro, ad eccezione della proteina e dei solidi totali con il lattosio. Interessante notare come l'indice caseinico sia correlato negativamente con tutti i componenti del latte, ad eccezione del lattosio.

In tabella xx invece è possibile vedere le relazioni tra i caratteri di coagulazione tradizionali e modellizzati. Interessante notare come le consistenze del coagulo (e.g., a_{30} , a_{45} , a_{60} , a_{max} , CF_P) siano correlate negativamente con i tempi di coagulazione (sia RCT che RCT_{eq}) e rassodamento (k_{20}), mentre la velocità di rassodamento (k_{CF}) è risultata positivamente correlata. Questo perché il k_{CF} descrive la forma della curva dal tempo di coagulazione del latte ed è concettualmente diverso dal k_{20} perché utilizza tutte le informazioni di consistenza del coagulo disponibili (Stocco et al., 2017).

Le correlazioni tra i parametri di igiene del latte hanno mostrato come le cellule somatiche siano positivamente correlate con le cellule differenziali, la carica microbica, il contenuto di spore e il pH del latte. L'acidità titolabile e il pH hanno mostrato una relazione negativa, in quanto, sebbene in qualche modo tra loro dipendenti, i due valori forniscono indicazioni diverse e complementari sull'acidità del latte. Il pH misura, infatti, la concentrazione di ioni idrogeno in soluzione e, in un certo senso, rappresenta l'acidità attuale del latte. L'acidità di titolazione rappresenta invece l'acidità naturale, descritta dall'insieme di alcune funzioni acide apportate da proteine, sali minerali e acidi organici presenti nel latte.

I caratteri che descrivono l'efficienza del processo di caseificazione invece sono risultati tutti positivamente correlati tra di loro con coefficienti che andavano dallo 0.42 ($REC_{PROTEIN} - REC_{FAT}$) allo 0.98 ($CY_{CURD} - CY_{WATER}$).

WP5. Sistema di pagamento latte nel comprensorio PR

L'obiettivo generale del WP5 è stato proporre l'utilizzo di caratteri innovativi relativi alla qualità del latte (microbiologica e casearia) all'interno di formule di previsione della resa casearia del comprensorio del PR.

Infatti, per comprendere meglio e quantificare il reale effetto di ciascun parametro nei confronti del processo di caseificazione, sono state testate anche delle regressioni utilizzando i parametri del sistema di pagamento latte. Questo ha permesso inoltre di produrre delle formule di previsione per la resa casearia (totale, in sostanza secca e per la ritenzione idrica dell'acqua). In questo caso è stato utilizzato un approccio in cui il dataset è stato suddiviso casualmente in due parti, divise in 80% dei dati utilizzati per lo sviluppo della calibrazione, e il 20% dei dati utilizzato per validare il modello creato. Questa operazione è stata ripetuta 10 volte al fine di aumentare l'accuratezza di analisi. Sono stati creati diversi gruppi di formule predittive: a) grasso + caseina (formula tradizionale); b) formula tradizionale + SCS + DSCC + lattosio (indicatori di salute della mammella); c) formula tradizionale + indicatori di salute della mammella + pH + cloruri; d) formula tradizionale + indicatori di salute della mammella + pH + cloruri + carica microbica; e) formula tradizionale + indicatori di salute della mammella + pH + cloruri + UFC; f) formula tradizionale + indicatori di salute della mammella + pH + cloruri + UFC + caratteri di microbiologia a 25°C; g) formula tradizionale + indicatori di salute della mammella + pH + cloruri + UFC + caratteri di microbiologia a 25°C + proprietà di coagulazione. Per brevità si riportano in tabella 21 i risultati relativi ai coefficienti e statistiche di fitting per la formula di previsione delle tre rese casearie contenente tutti i caratteri (formula g).

Tabella 21. Coefficienti di regressione per ciascun component nei confronti della resa a fresco, in sostanza secca e in acqua e statistiche di fitting delle formule di previsione



	CY _{CURD}	CY _{SOLIDS}	CY _{WATER}
Coefficienti			
Grasso, %	0.99	0.81	0.21
Caseina, %	2.15	0.98	0.92
Lattosio, %	-1.15	-0.20	-0.72
Cellule somatiche	0.07	-0.03	0.11
Cellule differenziali, %	-0.01	0.00	-0.01
Cloruri	-0.36	-0.08	-0.23
pH	1.19	0.19	0.88
Carica microbica, UFC	-0.15	0.02	-0.18
Rate, 25°C	0.02	0.01	0.03
Lag, 25°C	0.01	0.00	0.01
y _{END} , 25°C	0.01	0.00	0.01
pH, 25°C	0.15	0.04	0.14
RCT _{eq} , min	0.20	0.03	0.18
K ₂₀ , min	-0.39	-0.09	-0.31
CF _p , mm	0.05	0.01	0.04
Statistiche di fitting¹			
R ² _{CAL}	0.42	0.77	0.30
RMSE _{CAL}	1.08	0.19	0.95
R ² _{VAL}	0.37	0.75	0.28
RMSE _{VAL}	2.34	0.31	2.08

¹statistiche di fitting: R²_{CAL} = coefficiente di determinazione in calibrazione; RMSE_{CAL} = errore quadratico medio in calibrazione; R²_{VAL} = coefficiente di determinazione in validazione; RMSE_{VAL} = errore quadratico medio in validazione.

Si può notare come il contributo della caseina sia il più alto rispetto a quello degli altri componenti del latte, essendo 2.15 per la resa a fresco, 0.98 per la resa in sostanza secca, e 0.92 per la ritenzione idrica della cagliata. Il contributo relativamente alto della caseina è atteso in quanto essa forma la rete continua di para-caseina, che, agendo come una spugna, occlude l'acqua e il grasso. L'umidità occlusa contribuisce direttamente alla resa del formaggio e indirettamente per la presenza di solidi disciolti, che includono le siero proteine, il glicomacropetide di κ -caseina, il lattato e sali solubili (Fox et al., 2017). Segue il pH del latte che, come precedentemente descritto, risulta essere un carattere qualitativo e tecnologico fondamentale per il latte destinato alla trasformazione casearia. Il suo contributo è stato pari a 1.19 per CY_{CURD}, e 0.92 per CY_{WATER}. Tuttavia, su CY_{SOLIDS} non ha avuto un contributo molto forte (0.19). In questo caso, il grasso è risultato molto importante (0.81), così come per CY_{CURD} (0.99), e meno su CY_{WATER} (0.21). Infatti, mentre il grasso da solo ha poca capacità di trattenere l'acqua, la sua presenza nella matrice di para-caseina influisce sul grado di contrazione della matrice e quindi sulla resa del formaggio. I globuli di grasso occlusi limitano fisicamente la contrazione e l'aggregazione della rete di para-caseina circostante e quindi riducono anche l'espulsione di siero (Fenelon e Guinee, 1999). Tra i componenti del latte indicatori indiretti di mastite, il lattosio ha mostrato un forte contributo negativo soprattutto verso CY_{CURD} (-1.15) e CY_{WATER} (-0.72). È risaputo che circa il 98% del lattosio nel latte viene perso nel siero durante la caseificazione (Fox et al., 2017) e che la restante piccola parte è legata all'acqua nella cagliata fresca. Questo spiega anche perché il lattosio ha avuto una parte minima nella formula di previsione per CY_{SOLIDS}. Tra i caratteri tecnologici l'RCT_{eq} ha avuto un contributo positivo su CY_{CURD} (0.20) e CY_{WATER} (0.18); mentre il k₂₀ negativo e più forte rispetto all'RCT_{eq} sugli stessi caratteri di resa (-0.39 e -0.31 rispettivamente per la resa a fresco e in ritenzione idrica). Questi risultati sono nuovi rispetto a quanto riportato in letteratura, dove non è previsto l'utilizzo delle proprietà di coagulazione nelle formule di previsione della resa. Tuttavia, Vacca et al. (2020) hanno riportato come l'effetto delle proprietà di coagulazione sui caratteri di resa sia in qualche modo indipendente dal contenuto di grasso e caseina del latte, e che queste (in particolare k₂₀, RCT_{eq} e k_{CF}) abbiano un ruolo a sé stante nello spiegare la variabilità del processo di caseificazione. Anche l'inclusione dei cloruri risulta essere nuova nello scenario delle formule di previsione della resa. Questi hanno avuto un contributo piuttosto importante e negativo, in particolare su CY_{CURD} (-0.36) e CY_{WATER} (-0.23). Fra i caratteri microbiologici, la carica microbica (UFC) e il pH a 25°C hanno avuto un contributo più basso rispetto agli altri componenti, ma uguale e opposto sulla resa a fresco, rispettivamente -0.15 e 0.15, e simile sulla ritenzione idrica della cagliata (-0.18 e 0.14 rispettivamente per UFC e pH a 25°C).

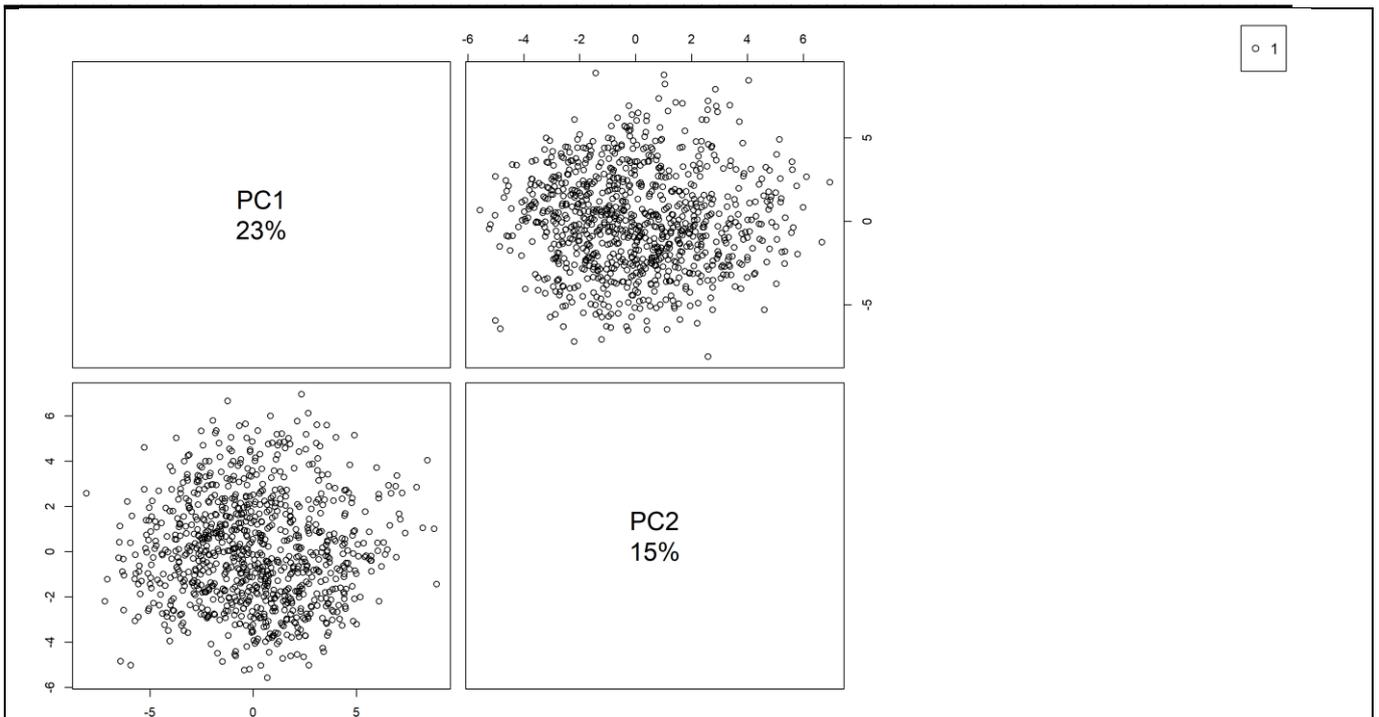
WP5.T1: batteri autoctoni del latte e attitudine alla caseificazione

Al fine di selezionare un numero ristretto di conferenti da sottoporre all'analisi molecolare, sono stati sfruttati i risultati impedometrici per eseguire un'analisi dei gruppi (cluster analysis) che fosse in grado di separare conferenti aventi un profilo microbiologico del latte crudo diverso. Il software utilizzato è R (R core team, 2022), l'analisi è stata svolta tramite i pacchetti factoextra e FactoMineR (Kassambara et al. 2020, Le et al. 2008).

È stata quindi eseguita una Partitional Clustering basata sull'algoritmo k-means (MacQueen, J. 1967), che si preme di minimizzare la varianza all'interno dei gruppi che vengono creati mediante un centroide. Tra i parametri di cinetica microbica, per l'analisi dei gruppi sono stati scelti lag e rate, in quanto più informativi circa le differenze metaboliche specie specifiche.

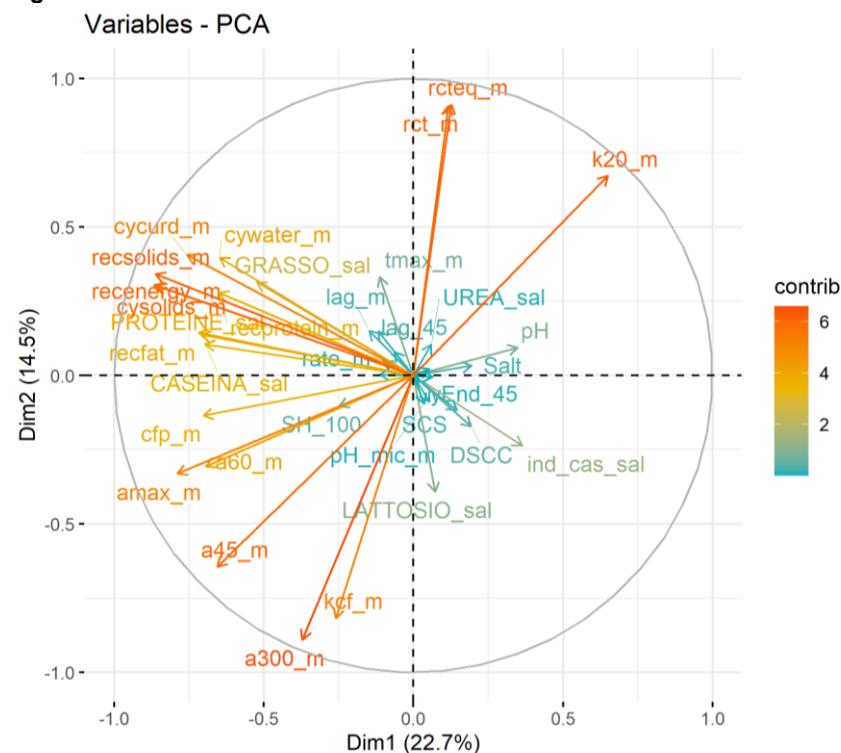
Da un numero Tot. di 119 conferenti, ne sono stati selezionati 38 all'interno degli altrettanti gruppi creati (figura 10).

I campioni di latte dei conferenti selezionati in seguito all'analisi dei gruppi, sono stati quindi analizzati con metodo molecolare mediante Real-Time qPCR al fine di quantificare i batteri del gruppo *Lacticaseibacillus* attraverso l'amplificazione del gene specie specifico spxB (Savo Sardaro et al. 2016).



Infatti, se noi osserviamo le variabili (Figura 12), possiamo vedere che solo poche sono moderatamente correlate e possiamo perciò valutarne l'importanza di tutte nel complesso o delle singole nello specifico, nel descrivere le caratteristiche e le performance casearie del latte crudo da trasformare in Parmigiano Reggiano

Figura 12



I risultati prodotti dalle diverse regressioni indicano l'importanza di ciascun carattere analizzato per la stima indiretta

dell'efficienza di caseificazione in termini di 3 differenti rese casearie. Attraverso l'uso dei coefficienti ottenuti per ciascun carattere ai fini della predizione indiretta della resa, ogni caseificio all'interno del comprensorio del PR potrà:

1. Selezionare quali gruppi di caratteri inserire all'interno del sistema di pagamento del latte.
2. Utilizzare i singoli coefficienti per pesare da un punto di vista economico il loro valore ai fini del prezzo finale del latte per ciascun allevamento

WP6. Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati

Il WP6 è stato dedicato allo sfruttamento dei risultati, le ricadute e alla loro divulgazione ed ha avuto l'obiettivo di informare e promuovere attività di divulgazione dei risultati ottenuti nel progetto Farm4PR.

WP6.T1 Informazione e Comunicazione

Le attività di divulgazioni iniziali del progetto sono state svolte secondo diverse modalità. Nella fase iniziale è stato promosso il progetto per renderne noti gli obiettivi

Il progetto è stato pubblicizzato su diverse testate giornalistiche e in diverse pagine web. A titolo di esempio si riportano quella della rivista scientifica divulgativa "il Latte" (<https://www.lattenews.it/alluniversita-di-parma-finanziamenti-per-la-ricerca-lattiero-casearia>), quella dell'Unione coltivatori Italiani (UCI) (<https://www.uci.it/dettaglionews/Made-in-Italy/caseario-alluniversita-di-parma-fondi-per-due-progetti-di-ricerca>), di comunicazione nazionale come Yahoo notizie (https://it.notizie.yahoo.com/universita%C3%A0-parma-587mila-euro-per-progetti-su-lattiero-125618208.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmI0Lw&guce_referrer_sig=AQAAAJhXF-GY92SGRacocP4wKopE_7rURR48uYRcj7CgUv1qZ2z35BAhbHBgv4if69H3RCAhr-7x9rizECvy_SswghRPQnVL915FGM1ecHQfdItDz_nvzcdmK0Zg1cmz0JJM_gABHJOn31Z7ybXHhgQuavooEzvmCoK_zsffTIQCBFn) e di due quotidiani locali (<https://www.parmadaily.it/lattiero-caseario-alluniversita-di-parma-600-000-euro-per-due-progetti-di-ricerca/> <https://www.gazzettadellemilia.it/economia/item/22034-all-universita%C3%A0-di-parma-587mila-euro-per-due-progetti-di-ricerca-per-il-settore-lattiero-caseario.html>). In seguito a tali pubblicazioni, il coordinatore è stato contattato da alcuni produttori di latte che erano interessati alla partecipazione

È stata creata una pagina WEB <https://saf.unipr.it/it/node/3893> dove vengono riportate tutte le informazioni sul progetto. Le notizie vengono aggiornate

A livello scientifico il progetto è stato presentato in diverse modalità secondo quanto di seguito riportato:

- Presentazione del progetto tramite poster presentato dalla Prof.ssa Benedetta Bottari dal titolo "Giving importance to raw milk lactic acid bacteria: one of the objectives of Farm4PR project" presso la "International scientific conference on raw milk", Valencia, Spain, October 23th-25th 2021, <https://www.milkscienceconference.com/>
- Poster "The interplay between farming system and raw milk quality: development of new payment parameters of milk in the Parmigiano Reggiano cheese area" presentato dal Dott. Saverio Monica a Cibus 2022 alle Fiere di Parma presso lo Stand Tecnopolo/Unipr Padiglione 07-08 - Stand B 002 <https://catalogo.fiereparma.it/azienda/universita-degli-studi-di-parma/?f=cibus-2022>

Il logo grafico del progetto è stato definito all'inizio del progetto, ed è riportato in figura 13.

Figura 13. Logo del progetto Farm4PR



WP6.T2 Diffusione dei risultati

I risultati del progetto sono stati anticipati in diverse occasioni sia nazionali che internazionali di seguito riportate:

- Poster e breve speech dal titolo: "The interplay between farming system and raw milk quality: development of new payment parameters of milk in the Parmigiano Reggiano cheese area" presentato dal Dott. Luca Bettera IDF International Cheese Science and Technology Symposium (June 7 – 11, 2021). Virtual event link: https://fil-idf.org/idf_events/idf-international-cheese-science-and-technology-symposium/



- Poster e discussion del Dott. Luca Bettera al First Virtual (XXV) WORKSHOP on THE DEVELOPMENTS IN THE ITALIAN PhD RESEARCH ON FOOD SCIENCE TECHNOLOGY AND BIOTECHNOLOGY 14-15 September 2021 Virtual event link: <https://www.unipa.it/Workshop-PhDFood2021--Developments-in-the-Italian-PhD-Research-on-Food-Science-Technology-and-Biotechnology/>
- Webinar "I venerdì di Aitel" IL MICROBIOTA DEL LATTE CRUDO: CONOSCIERLO PER VALORIZZARLO, Moderatore Prof. Erasmo Neviani, presentazione dal titolo "16,10 - La componente microbica del latte crudo che ha effetto sul formaggio" relatore Prof. Monica Gatti, venerdì 6 maggio 2022
- disseminazione come parte dell'attività di Dottorato all'estero del Dott. Luca Bettera nell'ente ricerca svizzero Agroscope, Berna dal gennaio a luglio 2022
- Presentazione del progetto durante la **summer school** internazionale sull'innovazione nell'educazione nell'ambito delle scienze lattiero casearie, un evento formativo, realizzato nell'ambito del progetto europeo InnoDairyEdu (codice 2018-1-EL01-KA203-047844) - Erasmus + 2018, Partnership strategiche per l'istruzione superiore KA2, offerto dalla Scuola di studi superiori in Alimenti e Nutrizione. L'importanza dei risultati del progetto Farm4 PR è stata presentata e discussa con i partecipanti internazionali, durante la sessione sul latte crudo, ed è stata richiamata più volte anche durante le sessioni riguardanti la produzione di formaggi a latte crudo come il Parmigiano Reggiano ed i casi studio. <https://www.advancedstudies.unipr.it/it/corsi/summer-schools/international-summer-school-on-innovative-dairy-science-education/252/> 21-25 giugno 2021
- una pubblicazione internazionale su rivista Q1 è in fase di sottomissione (Autori Bettera L., Monica S, Bottari B., Neviani E., Bancalari E., Gatti M.
- Una pubblicazione a divulgazione nazionale è in fase di revisione (Autori Gatti M, Bettera L., Bottari B., Bancalari E., Neviani E)
- Due pubblicazioni su riviste internazionali su rivista Q1 sono in fase finale di scrittura (Autori Cipolat Cotet C., Stocco G., Mariani E., Summer A., Bancalari E., Bettera L., Neviani E., Bottari B, Gatti M.)

Infine, invece del previsto workshop finale del progetto, con lo scopo di raggiungere il maggior numero degli stakeholder con particolare riferimento agli allevatori conferenti il latte ai caseifici che producono Parmigiano Reggiano ma anche più in generale gli allevatori e produttori di formaggi a latte crudo a lunga stagionatura è stato girato un video professionale durante il quale sono stati ben evidenziati: 1) la ragione del finanziamento Fondo Latte da parte del MIPAAF, lo scopo del progetto FARM4PR, brevemente le modalità e sinteticamente i risultati salienti. Il video della durata di circa 20 minuti è visibile al link <https://vimeo.com/727010846> e sarà divulgato attraverso i canali ufficiali di UNIPR, AITEL, ARAL, Consorzio di Tutela del Parmigiano Reggiano, il Food Project UNIPR <https://www.foodproject.unipr.it/> ma anche attraverso le modalità social più smart come per esempio la pagina Facebook del progetto <https://www.facebook.com/Farm4PR> Inoltre è prevista una versione veloce (meno di due minuti) adatta a questa tipologia di diffusione.

Bibliografia citata

- Beggs, D. S., Jongman, E. C., Hemsworth, P. H., & Fisher, A. D. (2019). The effects of herd size on the welfare of dairy cows in a pasture-based system using animal-and resource-based indicators. *Journal of dairy science*, 102(4), 3406-3420.
- Bittante, G., Cipolat-Gotet, C., Malchiodi, F., Sturaro, E., Tagliapietra, F., Schiavon, S., & Cecchinato, A. (2015). Effect of dairy farming system, herd, season, parity, and days in milk on modeling of the coagulation, curd firming, and syneresis of bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 98(4), 2759-2774.
- Cipolat-Gotet, C., Pazzola, M., Ferragina, A., Cecchinato, A., Dettori, M. L., & Vacca, G. M. (2018). Improving modeling of coagulation, curd firming, and syneresis of sheep milk. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 5832-5837.
- Fenelon MA, Guinee TP (1999) The effect of milk fat on Cheddar cheese yield and its prediction using modifications of the van Slyke cheese yield formula. *Journal of Dairy Science*, 82:2287-2299
- Fox, P. F., T. P. Guinee, T. M. Cogan, and P. L. H. McSweeney. 2017. *Fundamentals of cheese science*. 2nd ed. Springer.
- Hovinen M, Rasmussen MD, Pyörälä S (2008) Udder health of cows changing from tie stalls to free stalls with conventional milking to free stalls either with conventional or automatic milking. *Journal of Dairy Science*, 92:3696-3703.
- Stocco, G., Cipolat-Gotet, C., Bobbo, T., Cecchinato, A., & Bittante, G. (2017). Breed of cow and herd productivity affect milk composition and modeling of coagulation, curd firming, and syneresis. *Journal of Dairy Science*, 100(1), 129-145.
- Sturaro, E., Marchiori, E., Cocca, G., Penasa, M., Ramanzin, M., & Bittante, G. (2013). Dairy systems in mountainous areas: Farm animal biodiversity, milk production and destination, and land use. *Livestock Science*, 158(1-3), 157-168.
- Summer, A., Franceschi, P., Formaggioni, P., & Malacarne, M. (2014). Characteristics of raw milk produced by free-stall or tie-

stall cattle herds in the Parmigiano-Reggiano cheese production area. Dairy Science & Technology, 94(6), 581-590.

Vacca, G. M., Stocco, G., Dettori, M. L., Bittante, G., & Pazzola, M. (2020). Goat cheese yield and recovery of fat, protein, and total solids in curd are affected by milk coagulation properties. Journal of Dairy Science, 103(2), 1352-1365.

Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Kassambara A, Mundt F (2020). `_factoextra`: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses_. R package version 1.0.7, <https://CRAN.R-project.org/package=factoextra>

Sebastien Le, Julie Josse, Francois Husson (2008). FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. Journal of Statistical Software, 25(1), 1-18. 10.18637/jss.v025.i01

Bancalari E, Bernini V, Bottari B, Neviani E and Gatti M (2016) Application of Impedance Microbiology for Evaluating Potential Acidifying Performances of Starter Lactic Acid Bacteria to Employ in Milk Transformation. Front. Microbiol. 7:1628. doi: 10.3389/fmicb.2016.01628

MacQueen, J. 1967. "Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations." In Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Volume 1: Statistics, 281-97. Berkeley, Calif.: University of California Press.

Savo Sardaro M.L., Levante A., Bernini V., Gatti M., Neviani E., Lazzi C., The *spxB* gene as a target to identify *Lactobacillus casei* group species in cheese, Food Microbiology, Volume 59, 2016, Pages 57-65, ISSN 0740-0020, <https://doi.org/10.1016/j.fm.2016.05.004>.

SPAZIO RISERVATO ALL'ESPERTO (qualora designato)

Osservazioni alla relazione tecnico-scientifica

--

4. Obiettivi, benefici e criticità del progetto

SPAZIO RISERVATO AL COORDINATORE DEL PROGETTO

Descrizione degli obiettivi del progetto

Obiettivi generali	Obiettivi specifici	Linee di attività in WP	Risultati attesi	Risultati raggiunti <i>(Se il risultato atteso non è stato raggiunto specificare la motivazione nel campo note)</i>
a. Descrizione, classificazione dei sistemi di allevamento ed utilizzo dei fattori aziendali nel pagamento del latte destinato alla	1. Descrizione dei sistemi di allevamento presenti nel comprensorio del PR	<ul style="list-style-type: none"> • WP1 - Coordinamento • WP2 - Allevamenti del comprensorio PR <ul style="list-style-type: none"> ○ WP2.T1 - inquadramento degli allevamenti del comprensorio del PR ○ WP2.T5 - elaborazione dati WP2 • WP6 - Piano di sfruttamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizzo di database storici per una prima classificazione degli allevamenti (mese 1 – mese 3). • Selezione degli allevamenti (3%, 128 stalle) per il campionamento del latte (mese 3). • Produzione del logo e seminario di inizio attività (mese 1 – mese 2). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto



produzione di PR		dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati		
	2. Indagine sui fattori ambientali e alimentari degli allevamenti nel comprensorio del PR	<ul style="list-style-type: none"> • WP1 – Coordinamento • WP2 - Allevamenti del comprensorio PR <ul style="list-style-type: none"> ◦ WP2.T2 – fattori ambientali e alimentari degli allevamenti oggetto di campionamento ◦ WP2.T4 - elaborazione dati WP2 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzione di un database con informazioni dettagliate (fattori ambientali e alimentari) per gli allevamenti oggetto di campionamento del latte (mese 3 – mese 15). • Classificazione allevamenti sulla base delle informazioni raccolte tramite schede aziendali (mese 15 – mese 17). • Relazione tra il livello produttivo degli allevamenti e i fattori ambientali e alimentari (mese 16 – mese 18) • I risultati del WP2 garantiranno la pubblicazione di 2 articoli scientifici in riviste internazionali Q1 (entro mese 24). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto
	3. Valutazione ed inserimento delle caratteristiche degli allevamenti nel sistema di pagamento latte destinato a PR	<ul style="list-style-type: none"> • WP1 - Coordinamento • WP2 - Allevamenti del comprensorio PR <ul style="list-style-type: none"> ◦ WP2.T3 – fattori di classificazione ambientale e alimentare degli allevamenti e pagamento latte nel comprensorio PR ◦ WP2.T4 - elaborazione dati WP2 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<ul style="list-style-type: none"> • Definizione di indici ambientali degli allevamenti distribuiti nel comprensorio del PR (mese 19 – mese 22). • Definizione di indici relativi all'alimentazione delle bovine degli allevamenti distribuiti nel comprensorio del PR (mese 19 – mese 22). • Utilizzo di un database storico relativo alla qualità del latte prodotto da allevamenti del comprensorio PR (almeno 1 anno di informazioni su min 1000 allevamenti) per la simulazione dei risultati ottenibili all'applicazione di risultati ottenuti nelle precedenti attività del 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto



			WP2 (mese 21- mese 22). • 1 articolo informativo in una rivista italiana di settore (entro mese 24).	• Raggiunto
b. Indagine sulla naturale attitudine del latte prodotto nel comprensorio del PR ad essere fermentato dai batteri lattici	4. Caratterizzazione di nuovi fenotipi relativi ai batteri lattici autoctoni del latte prodotto nel comprensorio del PR	<ul style="list-style-type: none"> • WP1 - Coordinamento • WP3 - Dall'allevamento alle caratteristiche microbiologiche del latte <ul style="list-style-type: none"> ○ WP3.T1 - campionamento e analisi microbiologiche del latte ○ WP3.T2 - quantificazione dei batteri lattici del gruppo casei ○ WP3.T5 - elaborazione dati WP3 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<ul style="list-style-type: none"> • Caratterizzazione microbiologica del latte prodotto da 128 allevamenti per un totale di circa 1500 campioni di latte (mese 3 – mese 14). • Utilizzo di una tecnica rapida ed innovativa per lo studio dei batteri lattici autoctoni nel latte (mese 3 – mese 14). • Caratterizzazione e quantificazione dei batteri lattici del gruppo casei (mese 3 – mese 15). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto
	5. Interazione tra i fattori ambientali e alimentari di allevamento e la microbiologia del latte	<ul style="list-style-type: none"> • WP1 - Coordinamento • WP3 - Dall'allevamento alle caratteristiche microbiologiche del latte <ul style="list-style-type: none"> ○ WP3.T3 - batteri lattici autoctoni ed effetti ambientali e alimentari dell'allevamento ○ WP3.T5 - Elaborazione dati WP3 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<ul style="list-style-type: none"> • Saranno individuate le relazioni tra i fattori ambientali e alimentari degli allevamenti e l'attività fermentante dei batteri lattici del latte (mese 14 – mese 17). • Relazione tra il livello produttivo degli allevamenti e gli aspetti microbiologici del latte (mese 16 – mese 18). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto
	6. Studio delle relazioni tra i batteri	<ul style="list-style-type: none"> • WP1 - Coordinamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Studio di associazioni dirette ed 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto



	lattici autoctoni e i parametri del sistema di pagamento latte nel comprensorio PR	<ul style="list-style-type: none"> • WP3 - Dall'allevamento alle caratteristiche microbiologiche del latte <ul style="list-style-type: none"> ◦ WP3.T4 - batteri lattici autoctoni ed interazione con i parametri del sistema di pagamento latte PR ◦ WP3.T5 - elaborazione dati WP3 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<p>indirette tra la i batteri lattici autoctoni ed altre caratteristiche microbiologiche (es. carica microbica totale, clostridi) tradizionalmente inserite nel sistema di pagamento latte del PR (mese 19 – mese 22).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Studio delle relazioni tra i batteri lattici autoctoni e i parametri qualitativi del latte tradizionalmente inseriti nel sistema di pagamento nel comprensorio PR (mese 19 – mese 22). • I risultati del WP3 garantiranno la pubblicazione di 3 articoli scientifici in riviste internazionali Q1 (entro mese 24). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto
c. Valutazione delle caratteristiche casearie del latte prodotto nel comprensorio del PR	7. Caratterizzazione degli aspetti caseari del latte prodotto nel comprensorio del PR	<ul style="list-style-type: none"> • WP 1 - Coordinamento • WP4 - Dall'allevamento alle caratteristiche casearie del latte <ul style="list-style-type: none"> ◦ WP4.T1 - campionamento, analisi qualitative del latte e caseificazione ◦ WP4.T4 - Elaborazione dati WP3 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<ul style="list-style-type: none"> • Caratterizzazione casearia su circa 1500 campioni di latte prelevati presso 128 allevamenti dislocati nel comprensorio del PR (mese 3 – mese 14). • Utilizzo del metodo 9-MilCA per lo studio delle caratteristiche casearie del latte prodotto negli allevamenti del comprensorio PR (mese 3 – mese 14). • Valutazione dell'effetto delle cellule differenziali sui caratteri caseari del latte (mese 14 – mese 17). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto
	8. Effetto dei fattori ambientali e alimentari degli allevamenti del comprensorio PR nei confronti delle proprietà tecnologiche del latte	<ul style="list-style-type: none"> • WP 1 - Coordinamento • WP4 - Dall'allevamento alle caratteristiche casearie del latte <ul style="list-style-type: none"> ◦ WP4.T2 - caratteristiche casearie del latte ed effetti 	<ul style="list-style-type: none"> • Relazioni tra i fattori ambientali e alimentari degli allevamenti e le caratteristiche casearie del latte (mese 14 – mese17). • Selezione dei fattori dell'allevamento che migliorano l'efficienza del 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto



		<p>ambientali e alimentari dell'allevamento</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ WP4.T4 - Elaborazione dati WP4 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<p>processo di caseificazione (mese 14 – mese 17)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relazione tra il livello produttivo degli allevamenti e le caratteristiche casearie del latte (mese 16 – mese 18). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto
	<p>9. Studio dell'effetto dei parametri del sistema di pagamento latte nel comprensorio PR nei confronti dei caratteri che descrivono i processi di coagulazione e caseificazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> • WP 1 - Coordinamento • WP4 - Dall'allevamento alle caratteristiche casearie del latte <ul style="list-style-type: none"> ○ WP4.T3 – caratteristiche casearie del latte ed interazione con i parametri del sistema di pagamento latte PR • WP4.T4 - Elaborazione dati WP4 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<ul style="list-style-type: none"> • Effetto dei parametri qualitativi del latte tradizionalmente inseriti nel sistema di pagamento nel comprensorio PR nei confronti dei caratteri che descrivono il processo di coagulazione e caseificazione (mese 16 – 18). • Comunicato stampa per la diffusione dei risultati ottenuti nel WP2, WP3 e WP4 (mese 23). • I risultati del WP4 garantiranno la pubblicazione di 3 articoli scientifici in riviste internazionali Q1 (entro mese 24). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto
<p>d. Inserimento di caratteri innovativi relativi alla qualità del latte nel sistema di pagamento-latte del comprensorio del PR</p>	<p>10. Relazione tra le caratteristiche microbiologiche e casearie del latte ed effetto dei batteri lattici autoctoni nei confronti dell'efficienza del processo di caseificazione</p>	<ul style="list-style-type: none"> • WP1 - Coordinamento • WP5 - Sistema di pagamento latte nel comprensorio PR <ul style="list-style-type: none"> ○ WP5.T1 - batteri autoctoni del latte e attitudine alla caseificazione ○ WP5.T4 - elaborazione dati WP5 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<ul style="list-style-type: none"> • Studio delle relazioni tra i caratteri relativi ai batteri lattici autoctoni e le caratteristiche qualitative e casearie del latte (mese 14 – mese 18). • Effetto dei batteri lattici autoctoni nei confronti dell'efficienza del processo di caseificazione (mese 14 – mese 18). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto
	<p>11. Utilizzo della spettroscopia all'infrarosso per la</p>	<ul style="list-style-type: none"> • WP1 - Coordinamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizzo della spettroscopia all'infrarosso per la 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto



	predizione delle caratteristiche microbiologiche e casearie del latte	<ul style="list-style-type: none"> • WP5 - Dall'allevamento alle caratteristiche microbiologiche del latte <ul style="list-style-type: none"> ○ WP5.T2 - spettroscopia all'infrarosso e predizione degli aspetti microbiologici e caseari del latte ○ WP5.T4 - elaborazione dati WP5 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<p>differenziazione delle tipologie di allevamento presenti nel comprensorio del PR e per la predizione dei caratteri microbiologici e caseari misurati durante il WP3 e nel WP4 (mese 15- mese 22).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confronto tra l'uso di dati misurati e predetti tramite spettroscopia all'infrarosso ai fini del loro inserimento nel sistema di pagamento latte del comprensorio del PR (mese 18 – mese 22). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto
	12. Introduzione di un nuovo sistema di pagamento latte nel comprensorio PR	<ul style="list-style-type: none"> • WP1 – Coordinamento • WP5 – Sistema di pagamento latte nel comprensorio PR <ul style="list-style-type: none"> ○ WP5.T3 - sistema di pagamento del latte nel comprensorio del PR ○ WP5.T4 - Elaborazione dati WP5 • WP6 - Piano di sfruttamento dei risultati, ricadute e divulgazione dei risultati 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizzo di tutti i risultati raccolti durante il progetto Farm4PR per la produzione di un nuovo sistema di pagamento del latte prodotto nel comprensorio del PR (mese 15 – mese 24). • I risultati del WP5 garantiranno la pubblicazione di 1 articolo scientifico in una rivista internazionale Q1 (entro mese 24). • 1 articolo informativo in una rivista italiana di settore (entro mese 24). • Comunicato stampa per la diffusione del nuovo sistema di pagamento latte nel comprensorio PR (mese 24). 	<ul style="list-style-type: none"> • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto • Raggiunto

NOTE

In seguito all'emergenza COVID19, le ulteriori attività si sono obbligatoriamente fermate. Fondamentalmente il progetto ha raggiunto gli obiettivi del primo anno. Ma parte dei risultati attesi non sono stati raggiunti perché la prova sperimentale e le attività di laboratorio sono state interrotte a causa dell'emergenza COVID_19. Per questo il Coordinatore ha inoltrato richiesta di proroga (12 mesi) per poter raggiungere gli obiettivi previsti. La proroga è stata concessa (MIPAAF - DISR 04 - Prot. Uscita N.0158542 del 07/04/2021)

Le criticità riscontrate nello sviluppo delle fasi progettuali previste dai diversi WPs sono state:

- Problematiche legate alla realizzazione dei database storici
- Campionamenti e analisi di laboratorio interrotte per emergenza COVID19.

Entrambe le criticità sono state risolte con il tempo concesso dalla proroga
Precisazione sull'obiettivo raggiunto a.9, b.9, c.9, d.9: Gli obiettivi parziali che prevedevano le pubblicazioni scientifiche in riviste internazionali e le divulgazioni informative su riviste nazionali, sono da ritenersi parzialmente raggiunte perché sono in fase di conclusione della scrittura per essere sottomessi
Obiettivo raggiunto con altra modalità da quella prevista d.12: Per raggiungere maggiormente i principali stakeholder dei risultati del progetto si è scelto di utilizzare la modalità di diffusione del video invece che il comunicato stampa. Il video in due versioni (più lunga è più breve) pubblicato su YouTube viene continuamente pubblicizzato nelle diverse modalità
.....
SPAZIO RISERVATO ALL'ESPERTO (qualora designato)
Osservazioni al raggiungimento degli obiettivi del progetto

5. Ostacoli occorsi ed azioni correttive messe in atto

Descrivere gli ostacoli occorsi durante la realizzazione delle attività del progetto indicando la linea di attività interessata, l'Unità operativa coinvolta e le azioni che sono state attivate al fine di rimuovere gli ostacoli che impedivano la realizzazione degli obiettivi.

Numero WP	Unità operative coinvolte	Ostacolo	Azioni correttive
WP2	UO	<p>Problemi legati alla raccolta delle informazioni dei caseifici e allevamenti per la creazione del database storico;</p> <p>Rintracciabilità difficoltosa del socio/allevamento entro caseificio;</p> <p>Informazioni legate alla composizione del latte e caratteristiche tecnologiche frammentate in diversi sistemi warehouse della stessa azienda, incomplete o mancanti.</p> <p>Mancanza di un sistema automatico per l'estrazione dei dati relativi ad alcune caratteristiche aziendali (razze presenti, consistenze aziendali);</p>	<p>Estrazione manuale dei dati dai software e dalla strumentazione; applicazione di diversi merge tra pool di dataset di dati; creazione di chiavi-lettura per l'accesso unilaterale alle informazioni.</p>



		Problemi legati all'pseudonimizzazione dei dati.	
SPAZIO RISERVATO ALL'ESPERTO (qualora designato)			
Osservazioni alle azioni correttive messe in atto			

Timbro dell'Ente proponente il progetto

Firma leggibile del Coordinatore del progetto



SPAZIO RISERVATO ALL'ESPERTO (qualora designato)

Valutazione complessiva del progetto



[Empty rectangular box for signature and date]

Luogo e Data

Firma leggibile dell'Esperto (qualora designato)

¹note

Inserire una delle 6 aree prioritarie previste dal capitolo 2 del Piano Strategico per l'Innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale (2014-2020), ovvero:

- Area 1 - Aumento sostenibile della produttività, della redditività e dell'efficienza delle risorse negli agro ecosistemi**
- Area 2 - Cambiamento climatico, biodiversità, funzionalità suoli e altri servizi ecologici e sociali dell'agricoltura**
- Area 3 - Coordinamento e integrazione dei processi di filiera e potenziamento del ruolo dell'agricoltura**
- Area 4 - Qualità, tipicità e sicurezza degli alimenti e stili di vita sani**
- Area 5 - Utilizzo sostenibile delle risorse biologiche a fini energetici ed industriali**
- Area 6 - Sviluppo e riorganizzazione del sistema della conoscenza per il settore agricolo, alimentare e forestale**
- Area 7 - Pesca e acquacoltura**

² Inserire una delle seguenti linee di attività (previste dal Piano Strategico per l'Innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale 2014-2020). La linea di attività da inserire dovrà corrispondere all'area strategica di intervento indicata nel precedente campo, ovvero per la:

Area 1 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Scelte varietali, di razza, di destinazione d'uso, miglioramento genetico mediante l'utilizzo di biotecnologie sostenibili;
- b. Uso sostenibile dei nutrienti, dei prodotti fitosanitari e dei prodotti zooprofilattici, utilizzazione di microrganismi, insetti utili e molecole bioattive per la difesa delle piante;
- c. Ottimizzazione dei processi produttivi (tecnica colturale, alimentazione, benessere animale, pratiche di prevenzione, risparmio energetico, ecc.), anche mediante l'utilizzo di sistemi di supporto alle decisioni (telerilevamento, agricoltura e zootecnia di precisione, meccanizzazione integrale, robotica e altri sistemi automatici intelligenti, applicazione di principi e strumenti di intelligenza artificiale ecc.) e biotecnologie sostenibili;
- d. Soluzioni tecnologiche per il miglioramento degli impianti e delle strutture aziendali;
- e. Gestione efficiente della risorsa idrica e della qualità delle acque;
- f. Conservazione, conservabilità e condizionamento delle produzioni (riduzione degli sprechi, conservanti naturali ecc.);
- g. Strumenti e sistemi funzionali alla gestione aziendale (pianificazione, costi di produzione, diversificazione ecc.) e alla sua caratterizzazione (impronta ecologica).

Area 2 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Strategie per la mitigazione e per lo studio dell'adattamento al cambiamento climatico;
- b. Valorizzazione delle varietà e razze locali e salvaguardia delle risorse genetiche;
- c. Tutela del fattore "suolo": conservazione, qualità, fertilità e salvaguardia della biodiversità microbica;
- d. Valorizzazione di alcuni servizi ecologici forniti dal settore primario: manutenzione e ripristini ambientali, verde urbano, agricoltore/selvicoltore custode, bonifica dei terreni inquinati ecc.;
- e. Valorizzazione del ruolo sociale dell'agricoltura: "agricoltura sociale", relazioni urbano – rurale, accettabilità sociale dell'attività agricola.

Area 3 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Soluzioni organizzative, economiche e sociali alle difficoltà strutturali di integrazione orizzontale e verticale nei distretti e nelle filiere;
- b. Soluzioni tecnologiche per il miglioramento dei processi di filiera;
- c. Sviluppo di sistemi distributivi, commerciali, promozionali e di marketing.

Area 4 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Produzione di alimenti di qualità per tutti (food security);
- b. Miglioramento, tutela e tracciabilità della qualità e della distintività e adeguamento dei relativi standard di certificazione;
- c. Tecniche sostenibili per la trasformazione, conservazione e confezionamento dei prodotti agroalimentari;
- d. Valorizzazione della relazione tra alimentazione e salute e della valenza nutraceutica dei prodotti agroalimentari.

Area 5 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Sviluppo e razionalizzazione delle filiere di biomasse e di biocarburanti con adeguati requisiti di sostenibilità ambientale ed economica;
- b. Sviluppo di bioraffinerie per la produzione di materiali industriali e mezzi tecnici a partire da residui e scarti agricoli nell'ottica dell'adeguata remunerazione del settore agricolo.

Area 6 - Inserire una delle seguenti linee di attività:

- a. Nuovi strumenti di governance per il coordinamento e l'efficienza del sistema della conoscenza: analisi dei fabbisogni, pianificazione, monitoraggio, valutazione ecc.;
- b. Promozione del trasferimento dell'innovazione mediante servizi di supporto, formazione e consulenza alle imprese agricole, alimentari e forestali;
- c. Sviluppo di nuove modalità.

³ Inserire uno degli 13 settori produttivi previsti dall'Allegato A del Piano Strategico per l'Innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale (2014-2020), ovvero:

- a) Zootecnico;
- b) Orticolo;



- c) Cerealicolo;
- d) Viticolo;
- e) Frutticolo;
- f) Olivicolo;
- g) Biologico;
- h) Floricolo;
- i) Forestale;
- j) Innovazione sociale;
- k) Piante officinali;
- l) Risicolo;
- m) Pesca e acquacoltura.