



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI UDINE

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DEGLI ALIMENTI

Prot. n. 177 del 29.11.2012

**RELAZIONE TECNICO SCIENTIFICA CONVENZIONE TRA DIPARTIMENTO DI SCIENZE
DEGLI ALIMENTI E AGENZIA REGIONALE PER LO SVILUPPO RURALE (ERSA)**

RELAZIONE CONCLUSIVA

**Titolo: "Sperimentazione volta alla definizione di standard per l'ottenimento di prodotti lattiero
caseari a breve stagionatura con lavorazione a latte crudo nel rispetto della normativa igienico
sanitaria"**

Udine 29.11.12

Responsabile scientifico del progetto

Dr.ssa Maifreni Michela

Lo scopo di questa sperimentazione è stato quello di ottenere delle informazioni utili per i produttori di formaggio tipo Latteria che utilizzano per tale processo tecnologico il latte crudo, utilizzano lattoinnesto naturale possono commercializzare dopo un tempo di maturazione di 30 giorni. Il formaggio "latteria" è caratterizzato da forma cilindrica a scalzo dritto, di dimensioni indicative di altezza di 8 cm e diametro, medio di 25-30 cm, presenta una crosta liscia e abbastanza regolare, pasta di colore paglierino, compatta e con leggera occhiatura, sapore gradevole delicato.

La conoscenza della tecnologia di produzione supportata dai dati scientifici raccolti ha l'obiettivo di cercare di ridurre il rischio igienico sanitario legato all'uso del latte crudo per la caseificazione.

In questa sperimentazione sono stati coinvolti cinque caseifici le cui caratteristiche sono descritte nella scheda seguente:

	FAGAGNA BORGO RIOLO	CIVIDALE	MORTEGLIANO
	turnaria	cooperativa	cooperativa
dipendenti produzione	4	9	3
destinazione latte	100% trasformazione	100% trasformazione	73% trasformazione
tipo produzioni	Latteria	Montasio/ latteria/ p semicotta/ p molle	latteria
provenienza latte	100%collina	100%collina	100%pianura
soci conferitori	12	8	7
Q.li latte lavorato /giorno	41	18	24
giorni lavorativi	tutti	no lun dom	no dom
stoccaggio latte	10°C x 12h	no stoccaggio	4-5°C x 12-36 h
provenienza latte comuni	3-6	3	3
n.munte	1-2	2	2-4
modalità consegna latte	diretta	autocisterna	misto
stagionatura	30 gg	60 gg	30 gg
affioramento panna	no	no	no
uso di lattoinn/altro	lattoinnesto	selezionato	lattoinnesto
tipo caldaia	polivalente	polivalente	rame
strumenti controllo	termometro	termometro/ acidimetro/pHmetro	termometro/ pHmetro
materiale attrezzature	acciaio	acciaio	acciaio
salatura formaggio	salamoia	salamoia	salamoia
durata salatura	48 h	24h	48 h
temperatura stagionatura	10°-16°	10-12°C	12°C
UR % stagionatura	75/85	80/95	ND

	Budai- GONARS	BRAZZACCO
	aziendale	turnaria
dipendenti produzione	1	1
destinazione latte	80% trasformazione	100% trasformazione
tipo produzioni	latteria/p semicotta/p molle	latteria
provenienza latte	100% collina	100% collina
soci conferitori	0	14
Q.li latte lavorato /giorno	3	24
giorni lavorativi	no mar gio dom	tutti
stoccaggio latte	2°C	10° x 10_12h
provenienza latte comuni	3	3_6
n.munte	4	1_2
modalità consegna latte	diretta	diretta
stagionatura	30gg	30gg
affioramento panna	no	si
uso di lattoinn/altro	lattoinnesto/selezionato	lattoinnesto
tipo caldaia	acciaio	rame
strumenti controllo	termometro/acidimetro	termometro/acidimetro
materiale attrezzature	acciaio/alluminio	acciaio/legno
salatura formaggio	secco	salamoia/secco
durata salatura	2 volte	24h/ 2 volte
temperatura distagionatura	10°C	ND
UR % stagionatura	ND	80

I cinque caseifici sono stati scelti sulla base del tipo di azienda, sul tipo di struttura e sulla disponibilità del personale.

I caseifici coinvolti sono stati quindi seguiti nello svolgimento di due lavorazioni di formaggio tipo Latteria a partire da latte crudo e con innesto naturale per un totale di 10 processi di caseificazione.

Le visite comprendevano il controllo del processo di lavorazione in caldaia attraverso misure di pH e temperatura, prelievo di campioni per analisi microbiologiche durante tutto il corso della lavorazione e maturazione del formaggio, prelievo di campioni per la valutazione del grado di igiene ambientale.

Risultati dei dati relativi alle lavorazioni effettuate presso ciascun caseificio

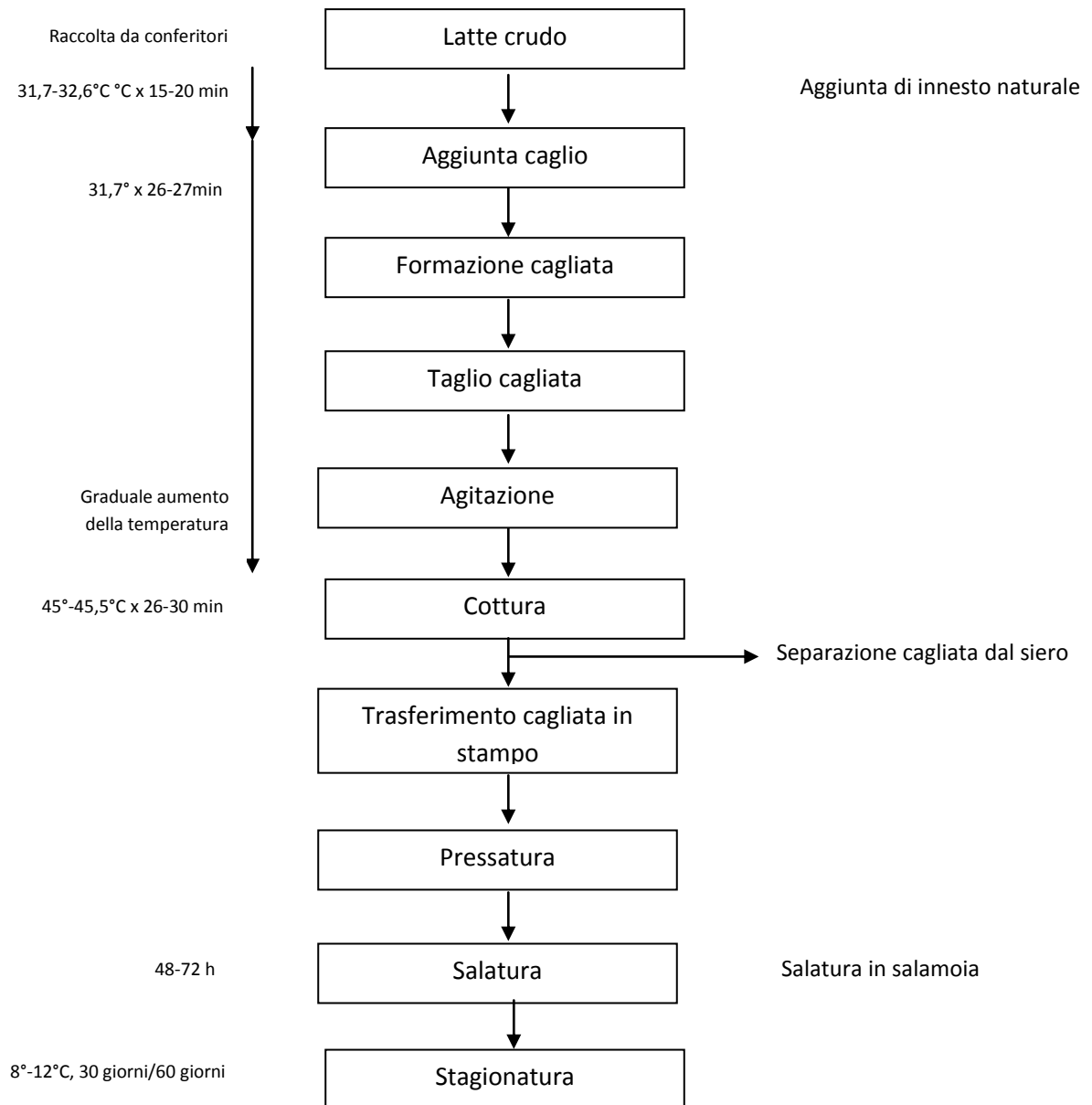
Nei grafici sono riportati alcuni degli indici igienici di produzione e l'evoluzione della flora lattica nel corso delle fasi del processo di lavorazione. Altri dati microbiologici rilevati non sono stati riportati in grafico ma sono stati riportati in tabella come allegato. I dati microbiologici e chimico –fisici completi sono riportati nelle tabelle.

Per quanto riguarda gli indici ricercati *Salmonella spp.* e *Listeria monocytogenes* in tutti i campioni prelevati nel corso delle fasi di lavorazione e nei campioni di superfici non è mai stata riscontrata la presenza dei microrganismi citati sopra. Questo è valido per tutti i cinque caseifici coinvolti nella sperimentazione.

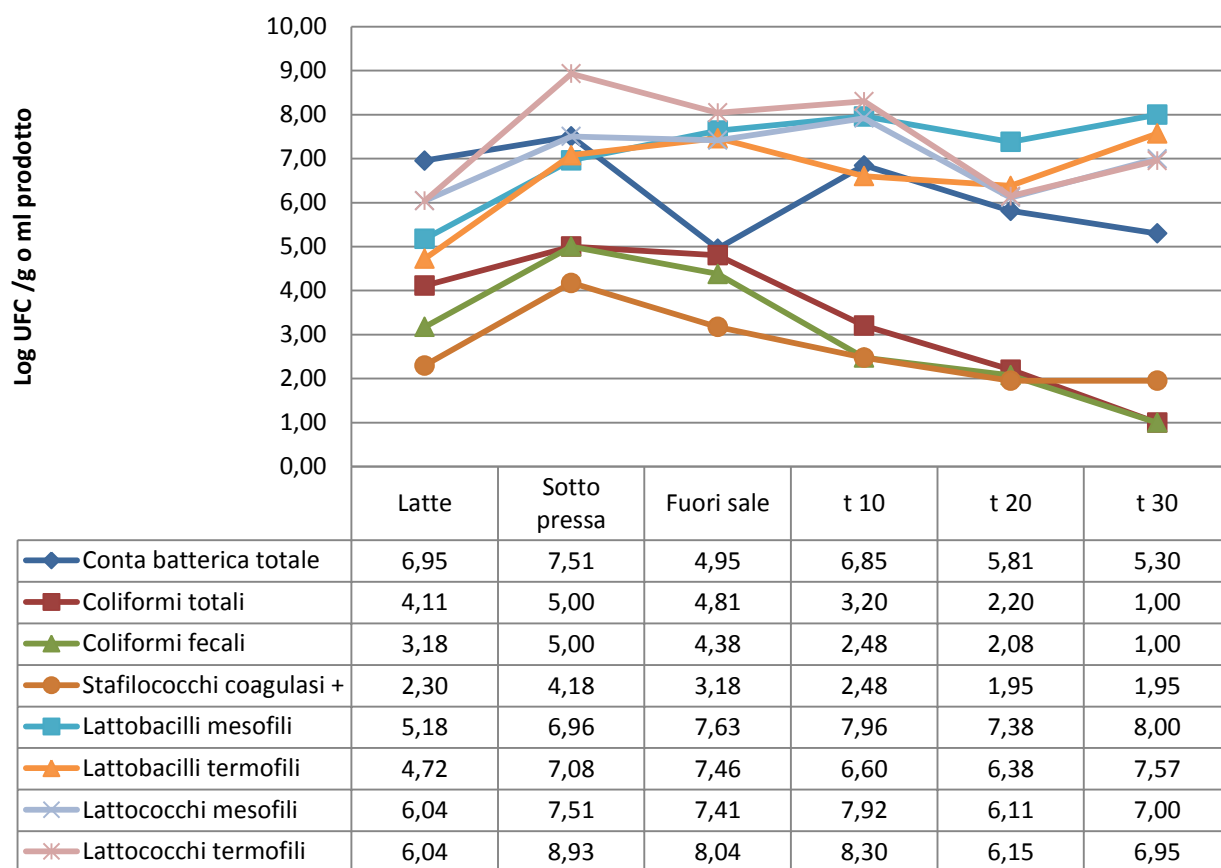
Caseificio di Brazzacco

In questa struttura di piccole dimensioni il latte di partenza viene conferito al caseificio la sera del giorno prima e la mattina stessa del giorno di lavorazione, il casaro prepara giornalmente l'innesto naturale secondo la sua tradizione.

Il processo di lavorazione presso questo caseificio è stato riassunto (dalle due caseificazioni) in un diagramma di flusso di seguito riportato:

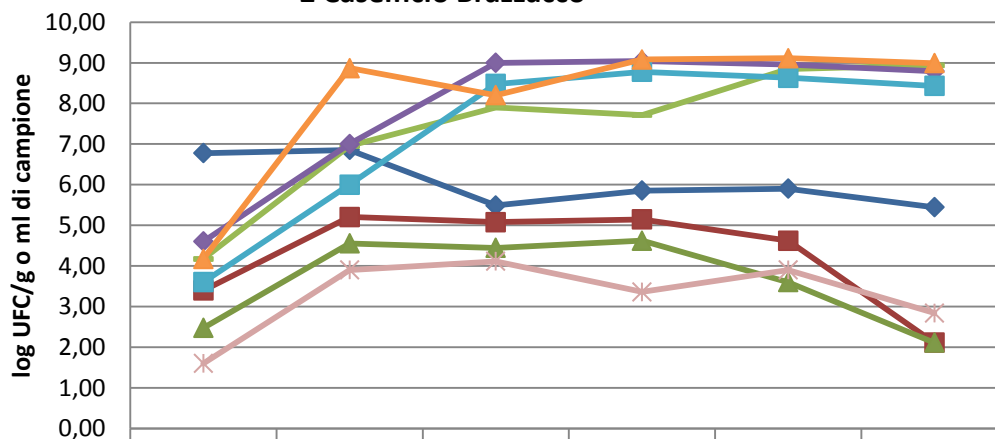


1° Caseificio Brazzacco



Campioni	pH	aw
Formaggio sotto pressa	5,58	0,993
Formaggio fuori sale	5,52	0,984
Formaggio t10	5,42	0,988
Formaggio t20	5,19	0,968
Formaggio t30	5,28	0,964

2 Caseificio Brazzacco

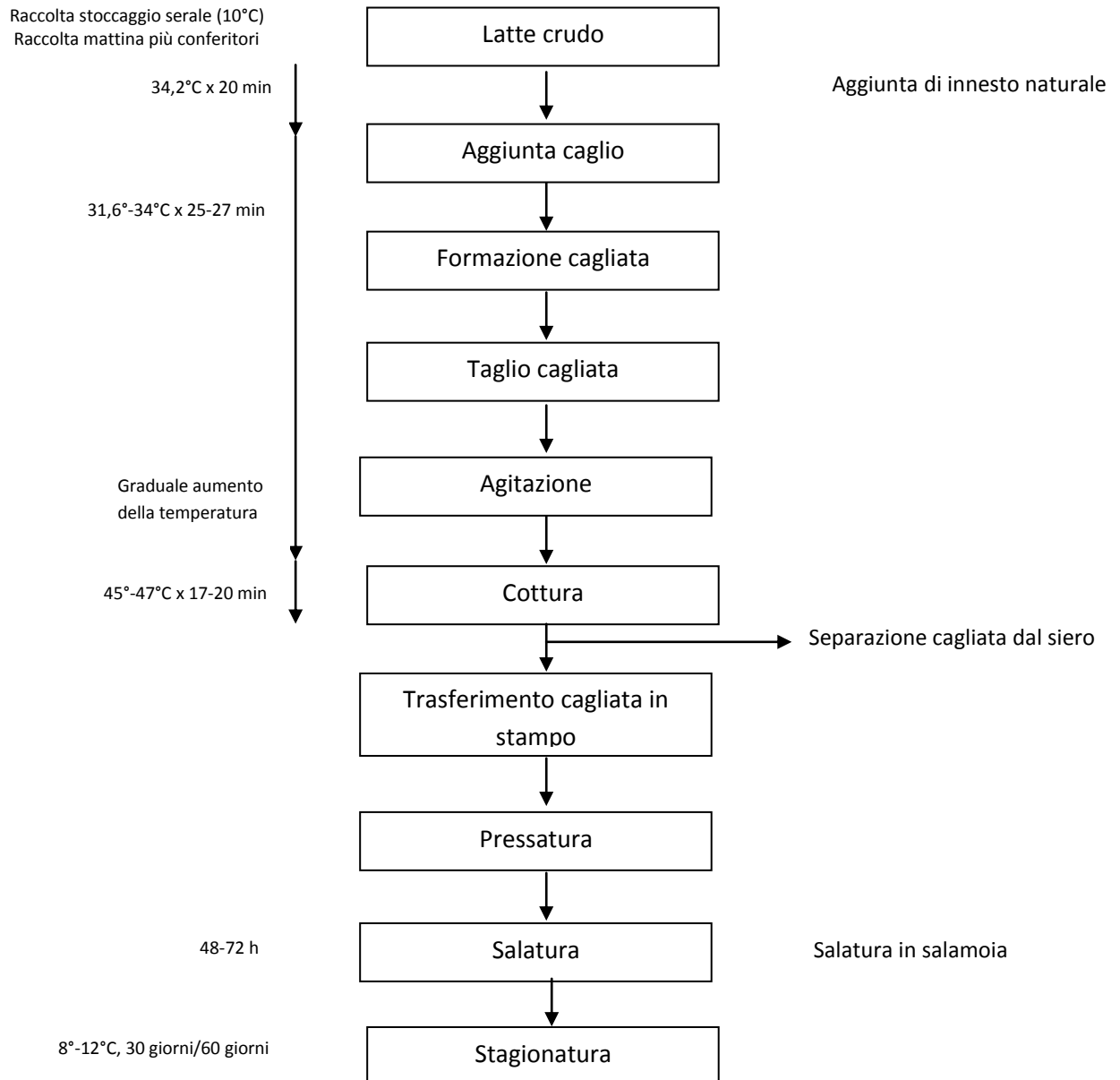


	Latte	Sotto pressa	Fuori sale	t 10	t 20	t 30
Conta batterica totale	6,78	6,86	5,49	5,86	5,90	5,45
Coliformi totali	3,40	5,20	5,08	5,15	4,62	2,11
Coliformi fecali	2,48	4,56	4,45	4,62	3,60	2,11
Lattobacilli mesofili	4,18	6,95	7,90	7,72	8,85	8,94
Lattococchi mesofili	4,60	7,00	9,00	9,04	8,95	8,79
Lattobacilli termofili	3,60	6,00	8,48	8,78	8,63	8,43
Lattococchi termofili	4,18	8,87	8,20	9,08	9,11	8,99
Stafilococchi coagulasi +	1,60	3,90	4,11	3,36	3,90	2,85

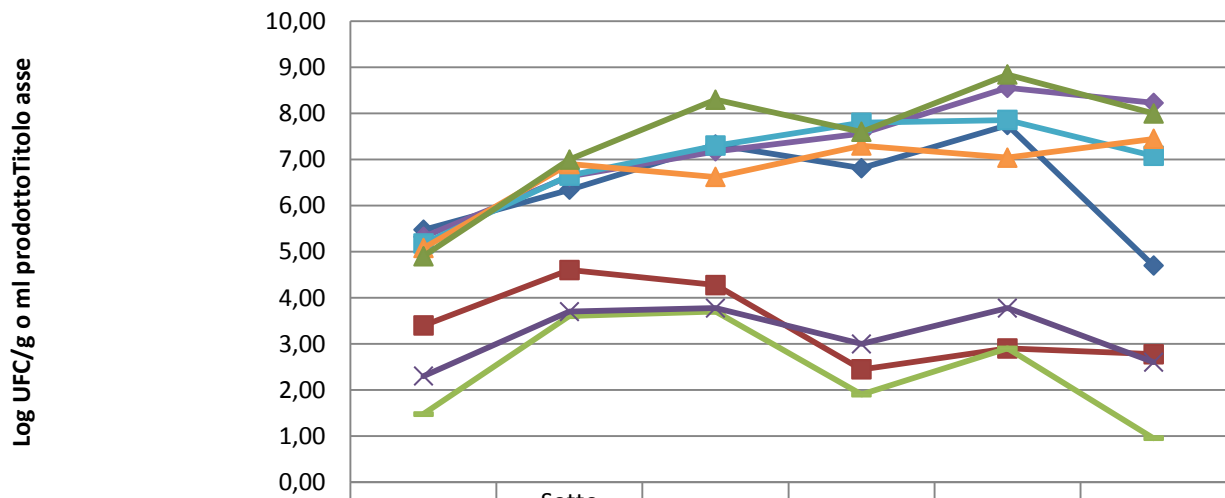
Campioni	pH	aw
Sotto pressa	5,67	0,993
Fuori sale	5,61	0,983
t 10	5,38	0,989
t 20	5,32	0,973
t 30	5,26	0,9664

Caseificio Fagagna Borgo Riolo

Il latte viene conferito la sera del giorno prima (solitamente un unico socio) e la mattina del giorno di lavorazione (più conferitori). Viene utilizzato innesto naturale con un piccola aggiunta di selezionato. Il processo di lavorazione presso questo caseificio è stato riassunto (dalle due caseificazioni) in un diagramma di flusso di seguito riportato:



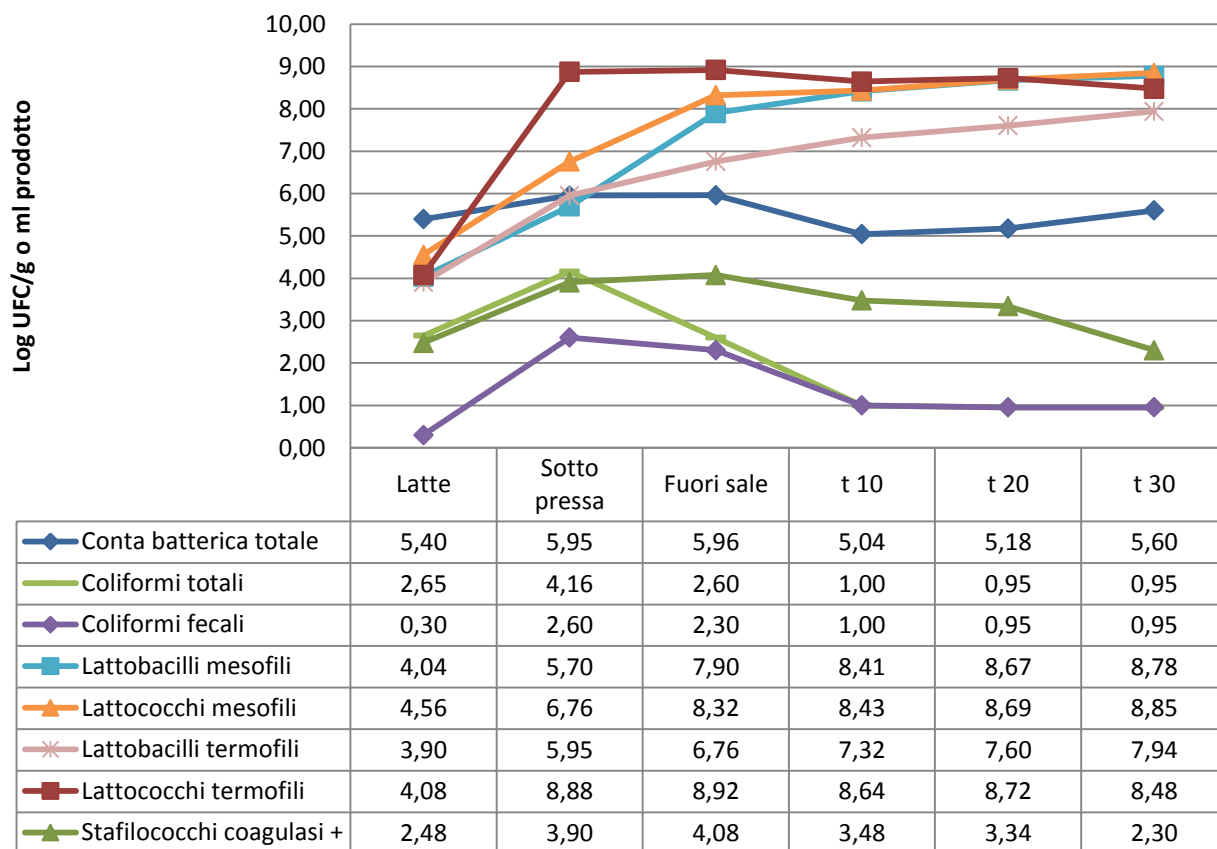
1 Caseificio Fagagna Borgo Riolo



	Latte	Sotto pressa	Fuori sale	t 10	t 20	t 30
◆ Conta batterica totale	5,48	6,34	7,32	6,81	7,75	4,70
■ Coliformi totali	3,40	4,60	4,28	2,45	2,90	2,78
▲ Coliformi fecali	1,48	3,60	3,70	1,90	2,90	0,95
◆ Lattobacilli mesofili	5,32	6,63	7,18	7,57	8,56	8,23
■ Lattococchi mesofili	5,18	6,65	7,30	7,80	7,86	7,08
▲ Lattobacilli termofili	5,08	6,90	6,62	7,30	7,04	7,45
▲ Lattococchi termofili	4,90	7,00	8,30	7,60	8,85	8,00
× Stafilococchi coagulasi +	2,30	3,70	3,78	3,00	3,78	2,60

campione	pH	aw
Sotto pressa	5,43	0,986
Fuori sale	5,4	0,992
T10	5,19	0,977
T20	5,03	0,969
T30	5,2	0,971

2 Caseificio di Fagagna Borgo Riolo



Campioni	pH	aw
Sotto pressa	5,41	0,998
Fuori sale	5,46	0,988
t 10	5,26	0,988
t 20	5,23	0,97
t 30	5,35	0,966

Nel caso di questo caseificio sono state eseguite alcune prove microbiologiche per verificare la qualità del latte conferito alla sera e conservato presso il caseificio fino alla mattina del giorno per la lavorazione (12 ore di sosta). Poiché il latte viene mantenuto alla temperatura di 10°C (anziché 8°C) sono state eseguite le analisi microbiologiche di campioni di latte raccolto la sera e lo stesso latte raccolto dopo 12 ore di stoccaggio a 12°C. I risultati sono riportati in tabella.

Campioni	1° Latte sera	2° Latte sera	1° Latte mattino	2° Latte mattino	1° Latte misto	2° Latte misto
Conta batterica totale	5,00	5,34	3,90	5,45	6,30	4,30
Coliformi totali	3,70	3,70	2,00	3,91	2,00	2,30
Coliformi fecali	1,30	2,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Muffe	2,48	2,00	0,95	2,85	0,95	1,30
Lieviti	2,70	3,00	0,95	3,00	1,00	2,00
Enterobatteri	3,60	3,30	1,60	3,78	1,85	2,34
Pseudomonas	4,15	4,30	0,95	4,70	6,48	2,95
Enterococchi	3,15	3,90	3,30	4,18	3,45	3,30
Lattobacilli mesofili	4,41	4,51	3,48	4,08	3,70	3,32
Lattococchi mesofili	4,78	4,76	4,30	4,51	5,48	3,49
Lattobacilli termofili	2,90	3,78	2,70	3,99	2,60	3,38
Lattococchi termofili	4,00	4,36	3,08	4,72	3,70	3,61
Leuconostoc	4,85	4,08	3,30	5,00	4,85	4,45
Stafilococchi coagulasi + Micrococchi	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Stafilococchi mannitolo +	4,08	3,85	3,38	4,11	3,70	2,30
Stafilococchi mannitolo +	3,70	4,08	2,90	4,96	3,60	2,00

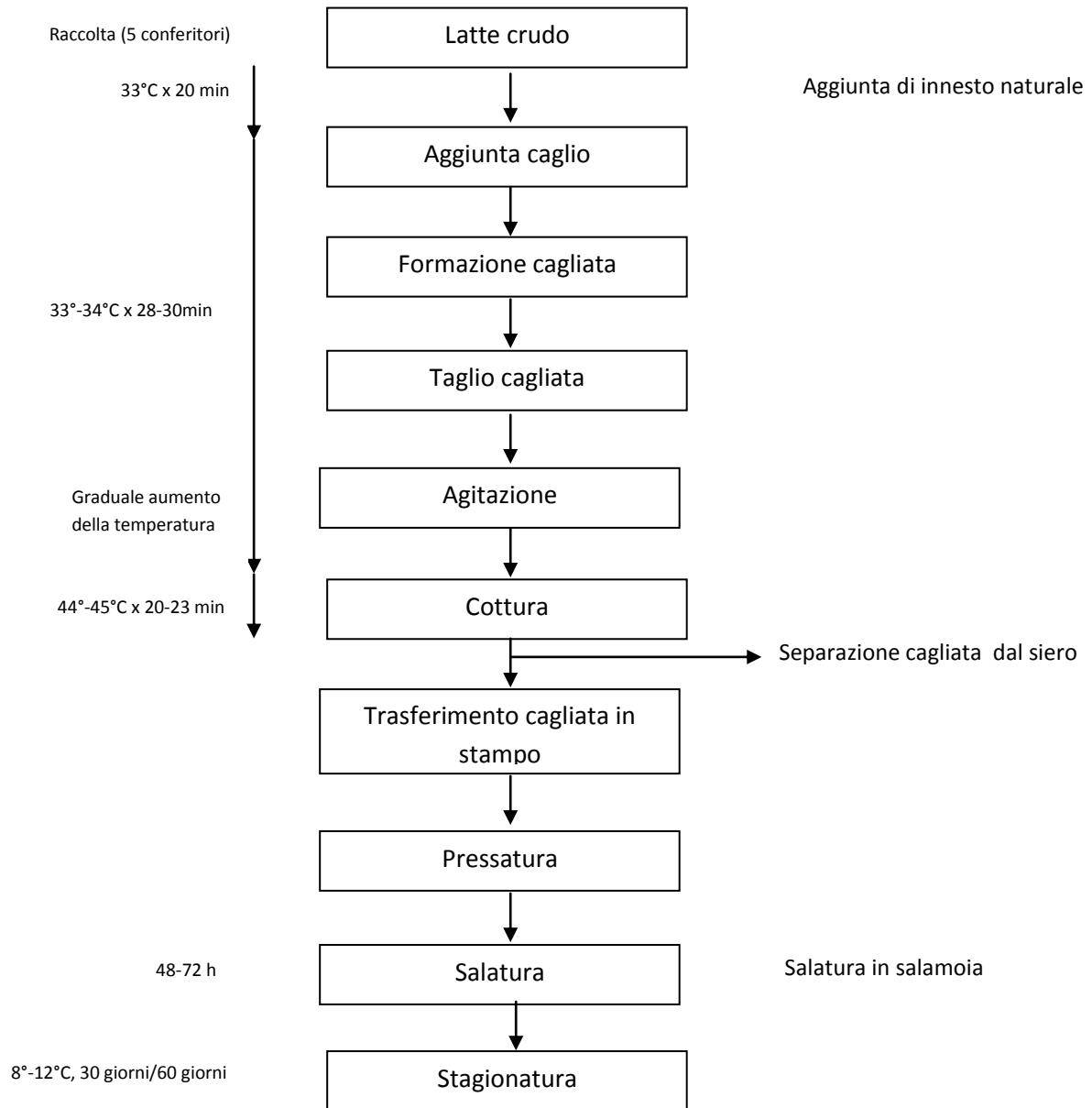
Legenda: latte sera: latte provenienza latte di massa unico conferitore, latte mattino: latte di massa proveniente da più conferitori, latte misto: latte sera+ latte mattino

I risultati ottenuti dimostrano che il latte di partenza presenta una buona qualità che non viene alterata dalla sosta per 12 ore a 10°C. Per alcuni indici microbiologici si può anche osservare una lieve diminuzione dei valori nel latte prelevato la mattina dovuta alle caratteristiche intrinseche del latte appena munto in cui sono presenti diverse sostanze con attività antimicrobica. Questi dati confermano l'importanza della qualità che deve avere il latte di partenza destinato alle caseificazioni in cui si vuole utilizzare latte non pastorizzato o termizzato.

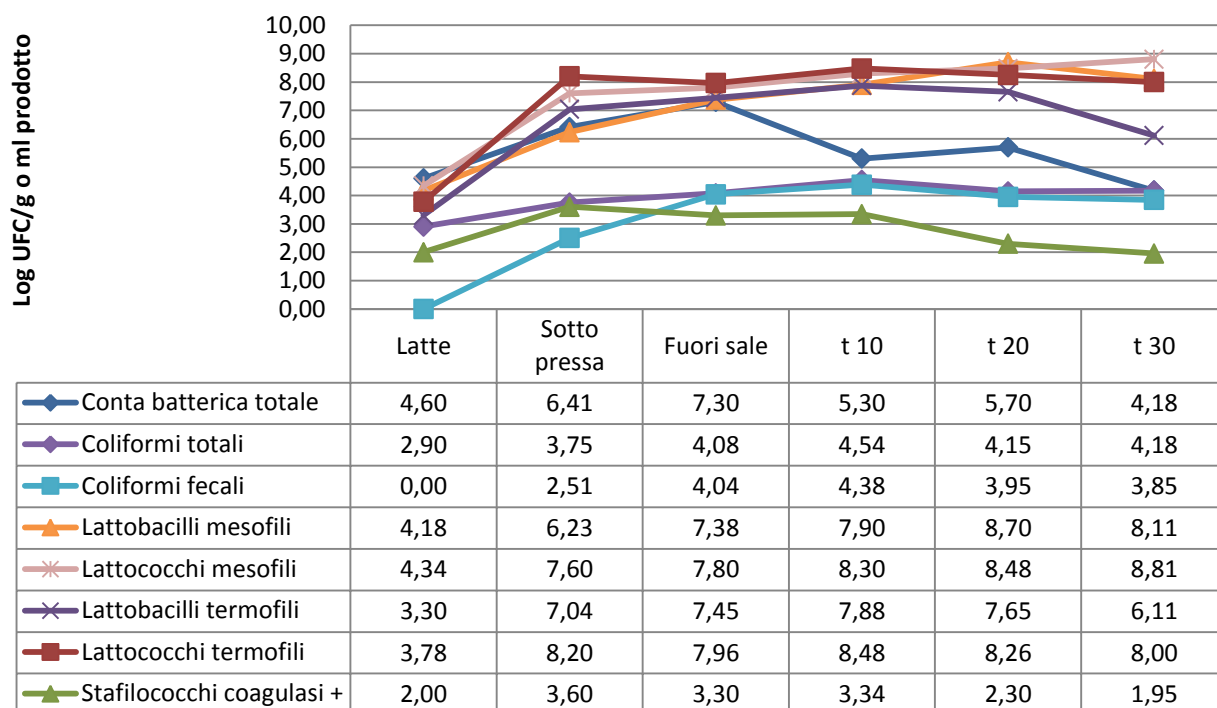
Caseificio di Mortegliano

Il latte utilizzato per le caseificazioni proviene da più conferitori e viene prelevato la mattina del giorno di lavorazione direttamente dai conferitori.

Il processo di lavorazione presso questo caseificio è stato riassunto (dalle due caseificazioni) in un diagramma di flusso di seguito riportato:

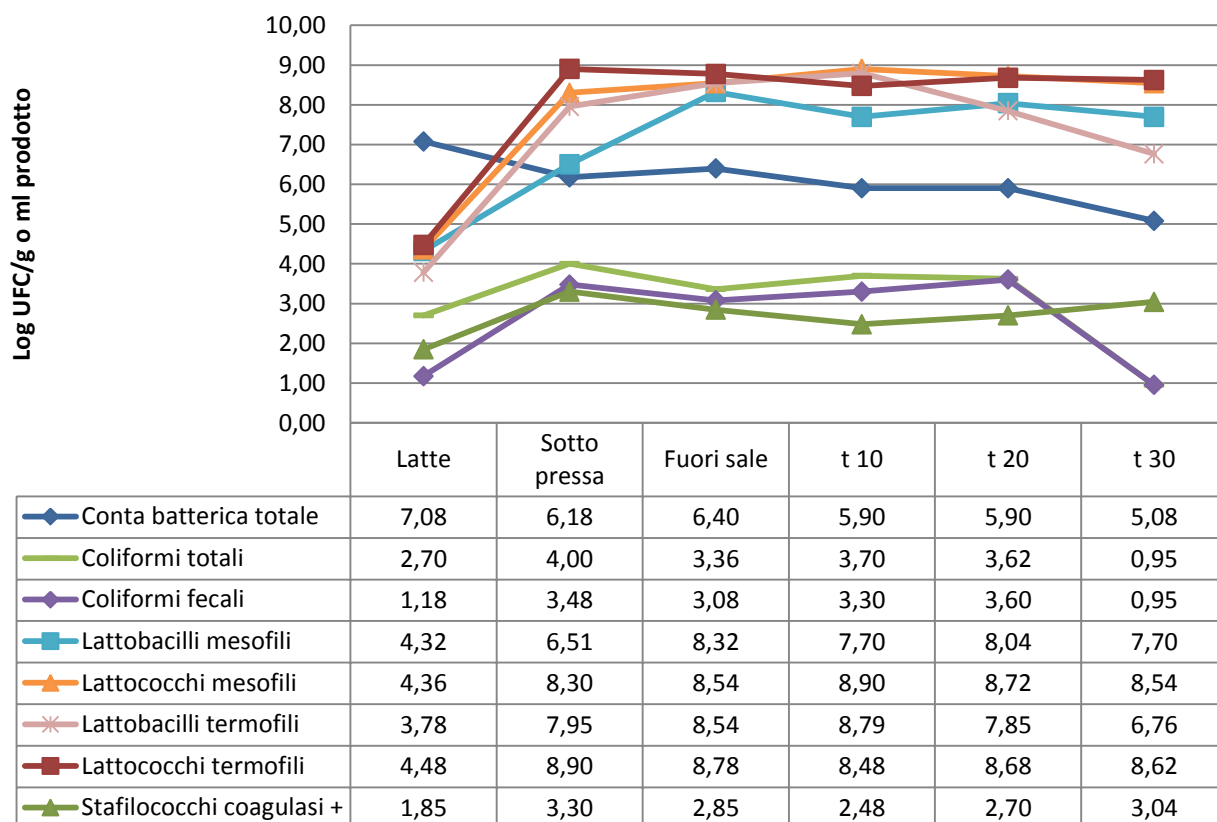


1°Caseificio Mortegliano



Campioni 1 prova	pH	aw
Sotto pressa	5,77	0,981
Fuori sale	5,76	0,974
t 10	5,58	0,974
t 20	5,19	0,967
t 30	5,17	0,973

2° Caseificio Mortegliano



Campioni 2 prova	pH	aw
Sotto pressa	5,4	0,987
Fuori sale	5,35	0,985
t 10	5,4	0,973
t 20	5,13	0,985
t 30	5,11	0,965

Sono state effettuate delle prove ulteriori per verificare la qualità del latte dei conferitori e la qualità microbiologica degli innesti.

Campioni	Coliformi totali	Coliformi fecali
Innesto (11 aprile 2012)	2000	1500
A 1 latte crudo	850	150
A 2 latte pastorizzato	< 1	< 1
A 3 innesto	< 1	60
B 1 latte crudo	800	30
B 2 latte pastorizzato	8	< 1
B 3 innesto	< 1	5

dati espressi in UFC/mL

Da questi dati si può osservare che la pastorizzazione diminuisce il numero di coliformi fecali, ma non li elimina completamente; questo numero di cellule è in grado di moltiplicarsi alle condizioni di incubazione che questo caseificio adotta per la preparazione dell'innesto che sono di circa 42°-44° C. Il fatto di utilizzare il latte di più conferitori può aumentare il rischio di trovare la presenza di coliformi fecali.

Di seguito sono riportate le cariche microbiche di latte crudo dei singoli conferitori per verificare l'eventuale provenienza di coliformi fecali. In alcuni casi si può osservare che il numero di coliformi fecali risulta piuttosto alto (n.11, 14).

Campioni	Coliformi totali	Coliformi fecali
Latte 1	41	1
Latte 3	160	9
Latte 9	72	2
Latte 11	160	8
Latte 13	45	5
Latte 14	97	7

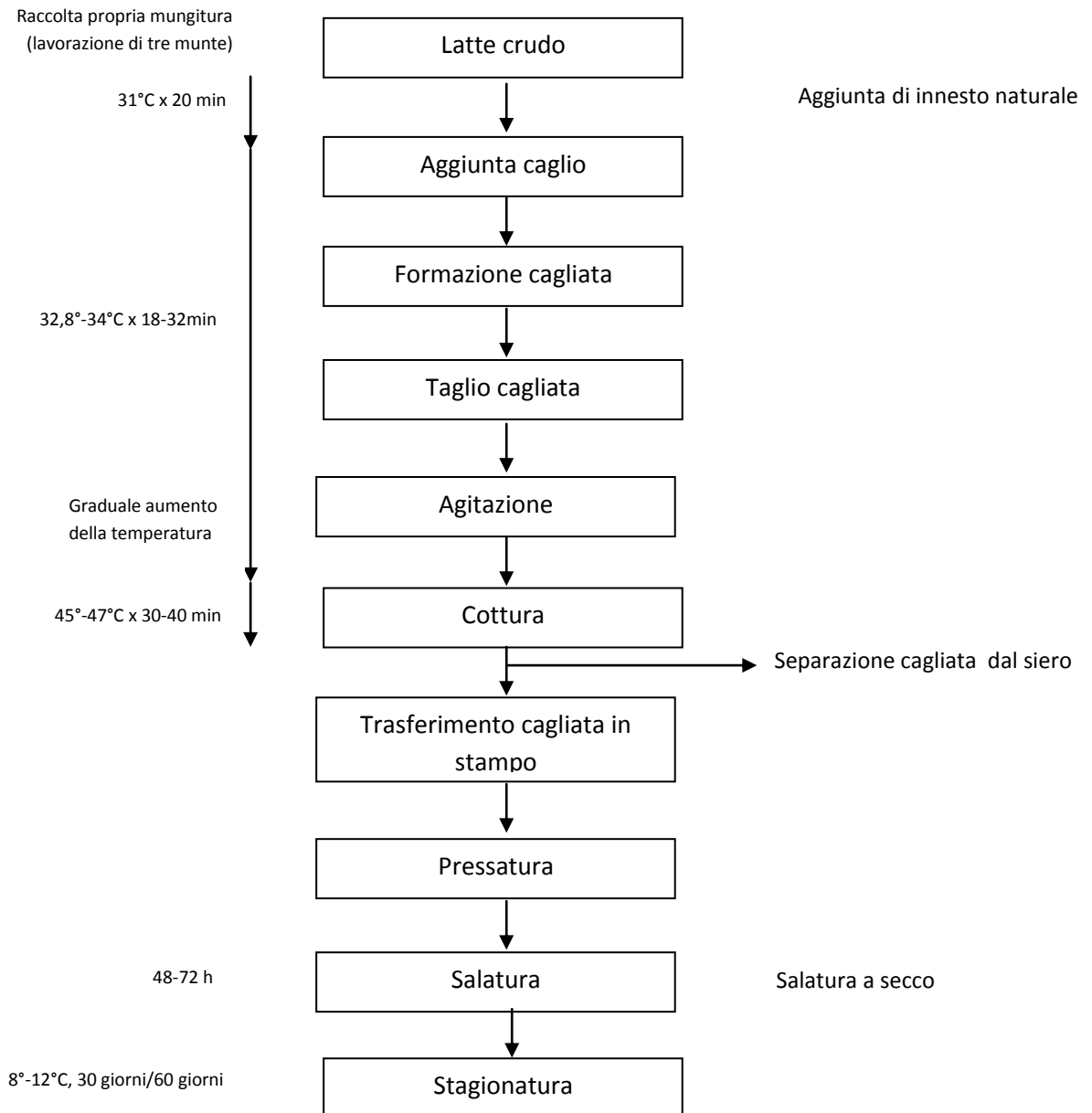
Dati espressi in UFC/ mL di prodotto

Campioni Mortegliano 19 dicembre 2011		
Campioni	Coliformi totali	Coliformi fecali
Latte 1	70	< 1
Latte 3	30	10
Latte 9	41	1
Latte 11	750	30
Latte 14	980	30

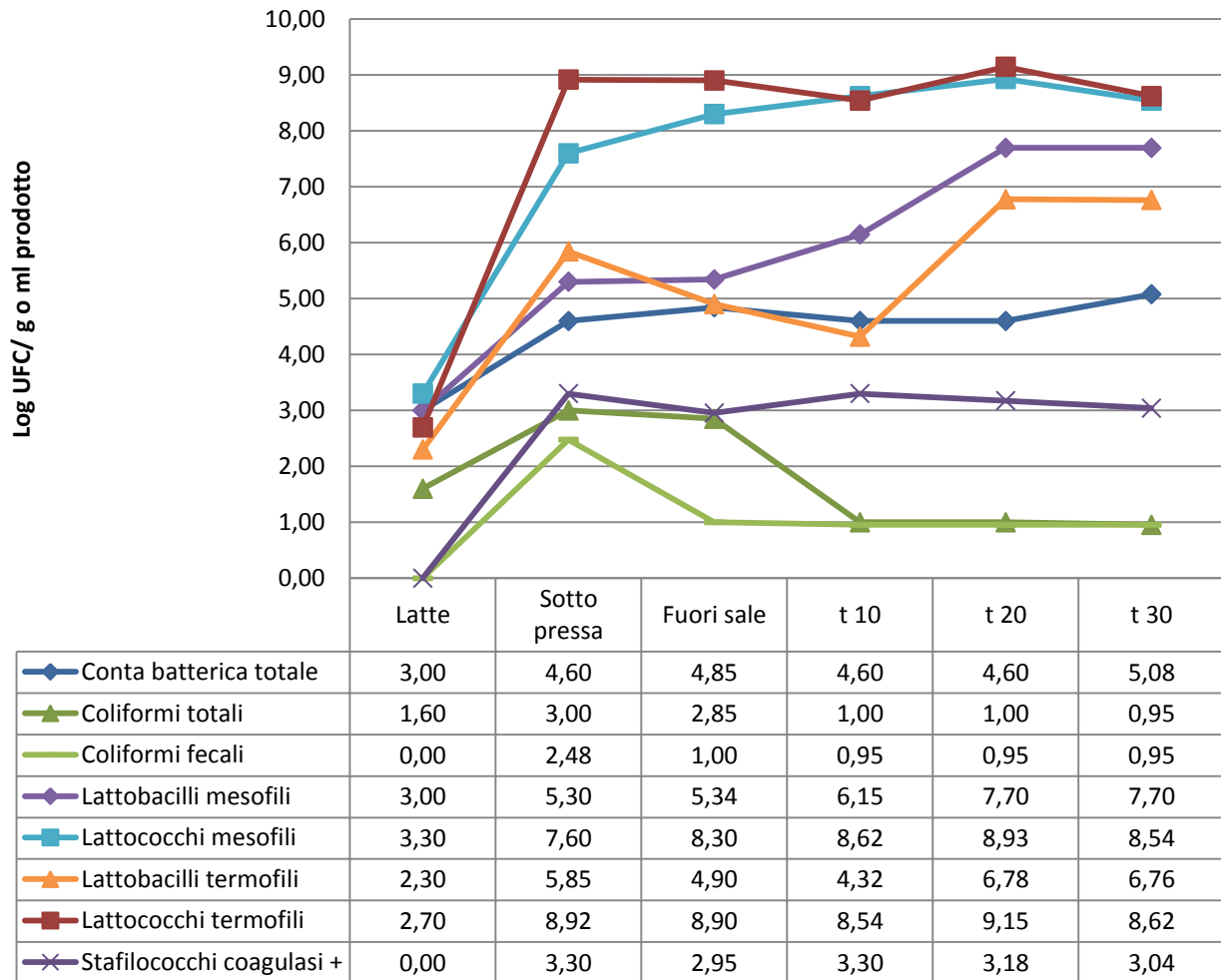
Dati espressi in UFC/ mL di prodotto

Caseificio Az. Agricola Budai (Fauglis di Gonars)

Questo caseificio lavora latte che viene conservato a 4°C fino a tre giorni poiché avviene la raccolta di più munte. Il latte deriva direttamente dall’Azienda e quindi non necessita di trasporto. La caseificazione viene fatta dal titolare senza l’ausilio di altri operatori; la lavorazione avviene in un unico locale piuttosto stretto. Il processo di lavorazione presso questo caseificio è stato riassunto (dalle due caseificazioni) in un diagramma di flusso di seguito riportato:

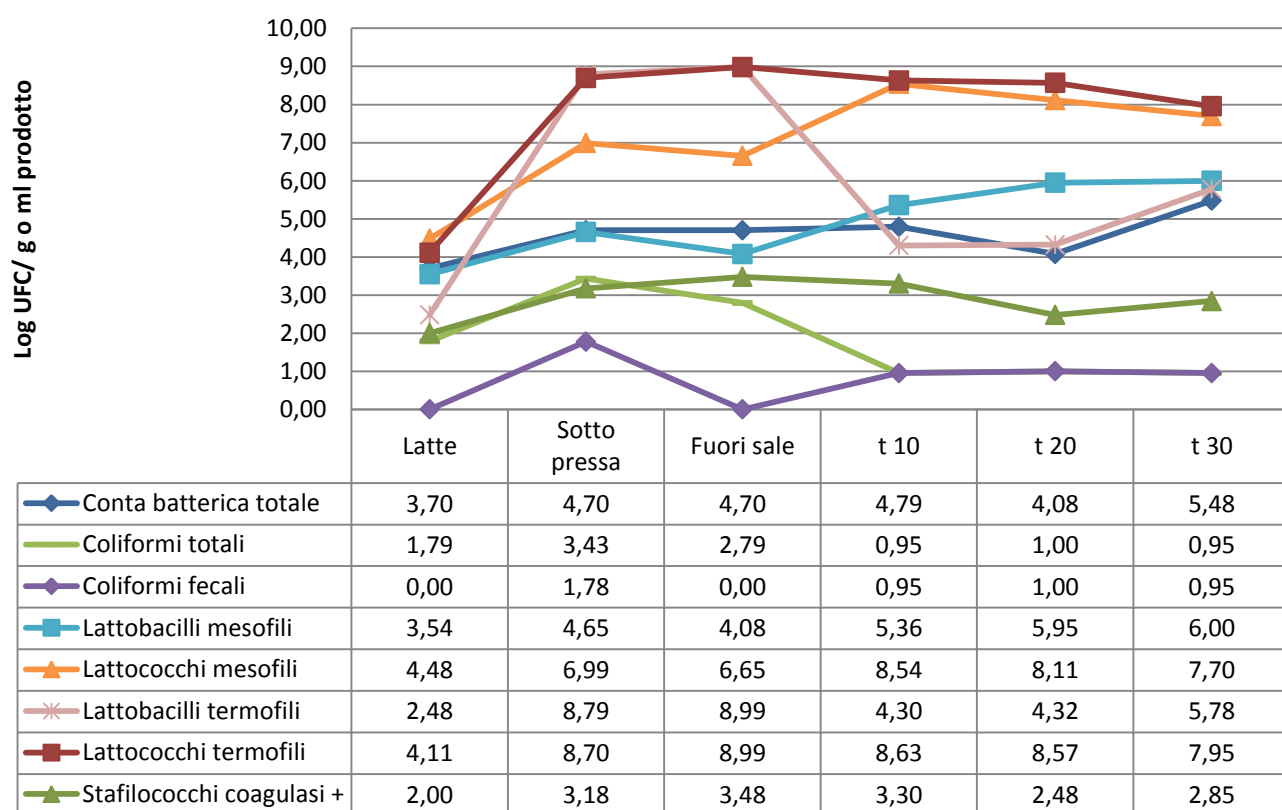


1° Caseificio Az. Agricola Budai



Campioni	pH	aw
Sotto pressa	5,58	0,997
Fuori sale	5,34	0,988
t 10	5,53	0,979
t 20	5,65	0,984
t 30	5,66	0,9782

2° Caseificio Az. Agricola Budai



Campioni	pH	aw
Sotto pressa	5,2	0,9981
Fuori sale	5,01	0,9929
t 10	5,19	0,9914
t 20	5,51	0,9742
t 30	5,61	0,9658

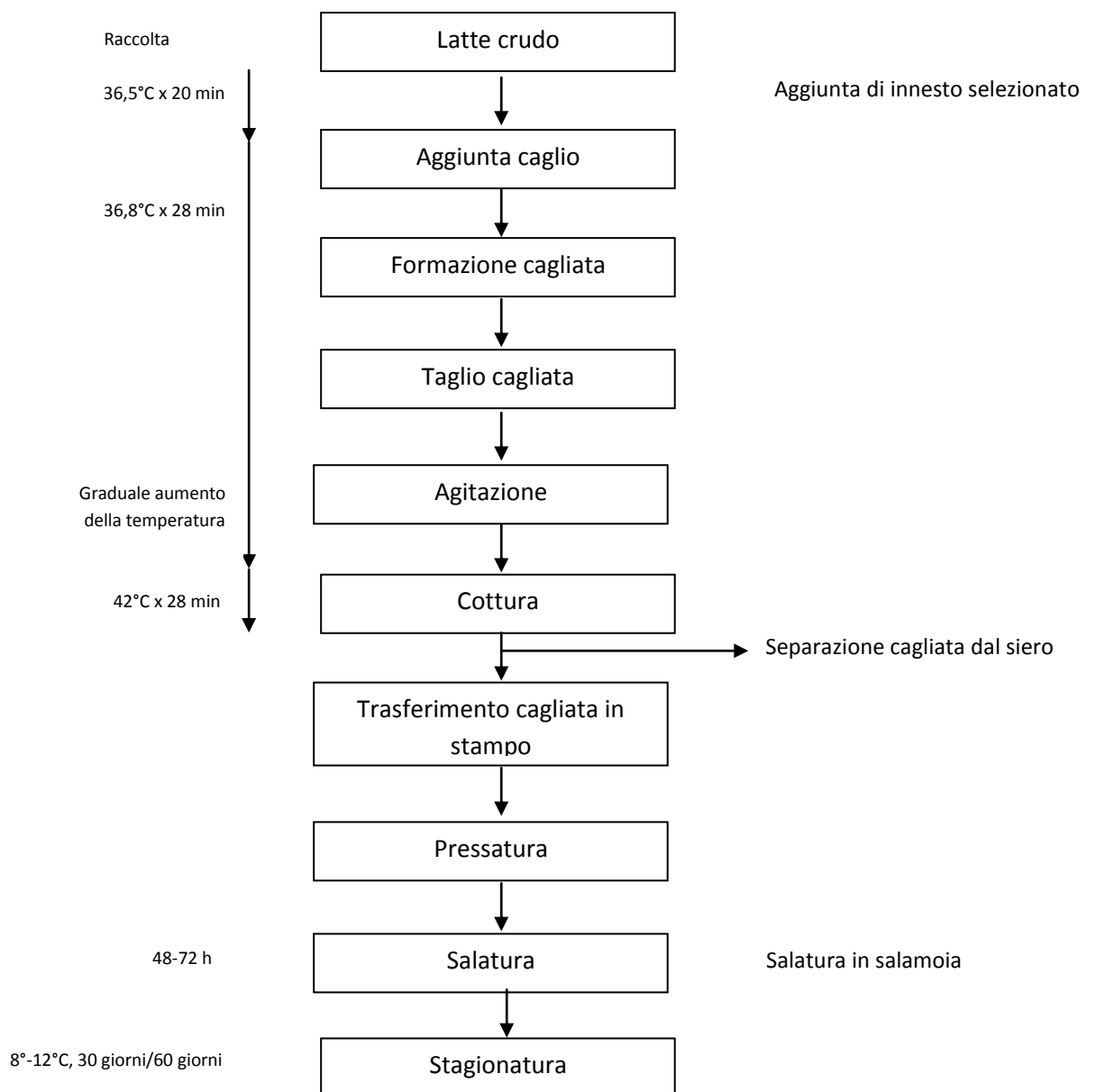
Dai grafici si può notare in entrambe le caseificazioni come l'evoluzione della flora lattica sia meno omogenea degli altri caseifici; questo è sicuramente dovuto al latte conservato per un tempo prolungato, alla preparazione dell'innesto e alla lavorazione molto artigianale.

Latterie di Cividale

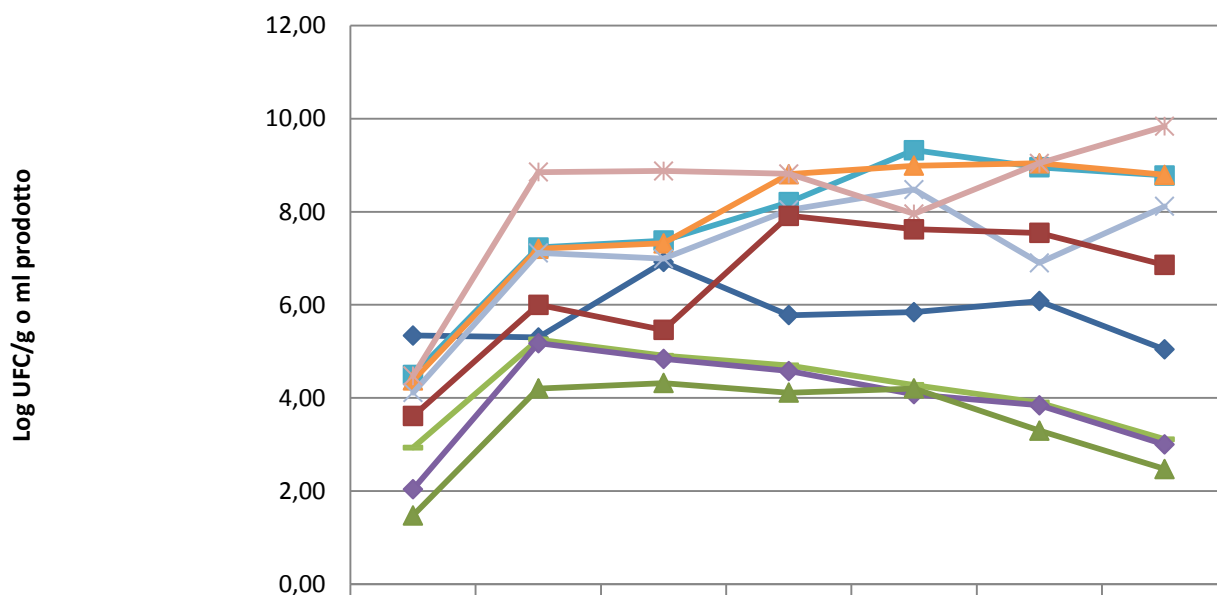
La lavorazione presso questo caseificio si avvicina a una lavorazione di tipo industriale, solo alcuni giorni sono destinati a caseificazioni a partire da latte crudo mentre solitamente viene lavorato latte termizzato. Il latte viene conferito da più produttori.

L'uso di innesto selezionato standardizza la qualità del prodotto dal punto di vista delle caratteristiche organolettiche.

Il processo di lavorazione presso questo caseificio è stato riassunto (dalle due caseificazioni) in un diagramma di flusso di seguito riportato:



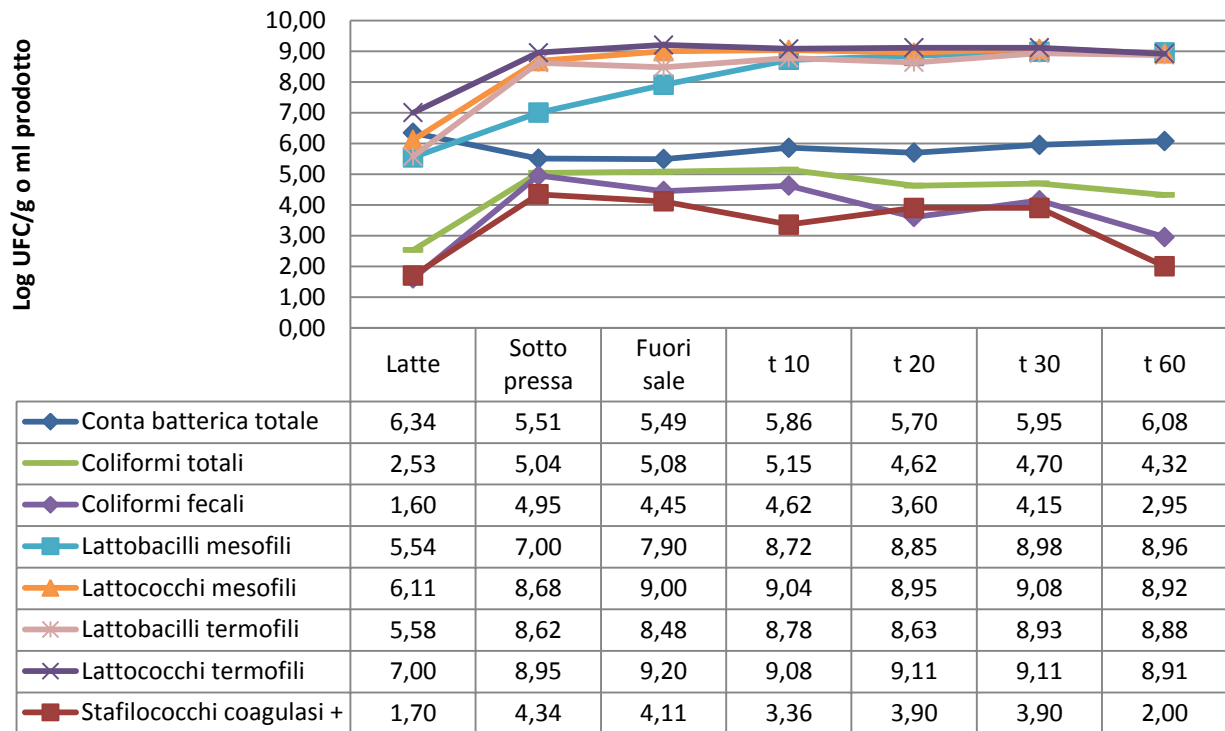
1° Latterie di Cividale



	Latte	Sotto pressa	Fuori sale	t 10	t 20	t 30	t 60
◆ Conta batterica totale	5,34	5,30	6,92	5,78	5,85	6,08	5,04
— Coliformi totali	2,93	5,26	4,91	4,70	4,28	3,90	3,11
◆ Coliformi fecali	2,04	5,18	4,84	4,58	4,08	3,85	3,00
■ Lattobacilli mesofili	4,49	7,23	7,38	8,20	9,32	8,95	8,78
▲ Lattococchi mesofili	4,38	7,20	7,32	8,81	8,99	9,04	8,79
× Lattobacilli termofili	4,11	7,11	6,99	8,04	8,48	6,90	8,11
* Lattococchi termofili	4,48	8,85	8,88	8,81	7,95	9,04	9,83
■ Leuconostoc	3,61	6,00	5,46	7,91	7,62	7,54	6,86
▲ Stafilococchi coagulasi +	1,48	4,20	4,32	4,11	4,20	3,30	2,48

Campioni	pH	aw
Sotto pressa	5,69	0,991
Fuori sale	5,35	0,989
t 10	5,46	0,985
t 20	5,33	0,975
t 30	5,14	0,967
t 60	5,49	0,9689

2° Latterie di Cividale



Campioni	pH	aw
Latte		
Innesto		
Salamoia		
Sotto pressa		0,992
Fuori sale	5,39	0,987
t 10	5,39	0,982
t 20	5,21	0,974
t 30	5,13	0,9762
t 60	5,39	0,9777

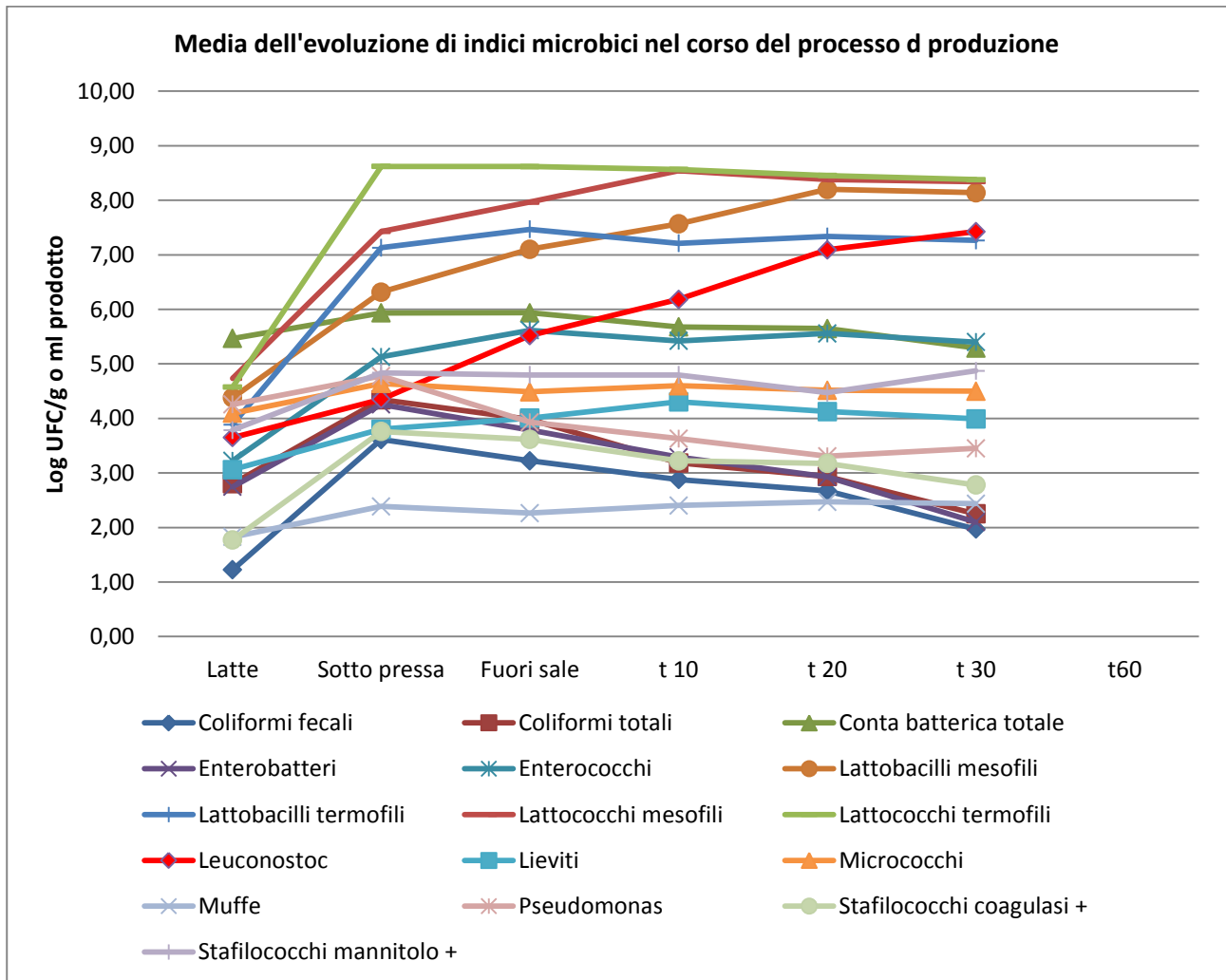
Nonostante l'azienda sia di grandi dimensioni e caratterizzata da una produzione di tipo industriale piuttosto che artigianale, le caseificazioni hanno presentato alcuni problemi di tipo tecnologico dovute ad alte cariche microbiche di diversi indici che hanno provocato problemi di occhiatura del prodotto tali da indurre a non poter vendere il prodotto a 30 giorni di stagionatura ma a prolungarla fino ad almeno 60 giorni (i dati sono riportati nei grafici e nella tabella riportata sotto).

Commento ai risultati:

In generale dall'osservazione dei grafici dei singoli caseifici si può evidenziare come la flora lattica prenda il sopravvento sugli indici igienici considerati. Questi ultimi tendono a rimanere costanti o diminuire nelle successive fasi di maturazione, per questo risulta di estrema importanza la qualità del latte di partenza che deve avere una concentrazione bassa di coliformi totali e fecali e stafilococchi coagulasi +.

Questa considerazione vale anche con il latte utilizzato nella preparazione dell'innesto. In un caso (Mortegliano) si sono verificati problemi di gonfiore nei formaggi dovuti all'alta concentrazione di coliformi risultati dall'analisi degli innesti.

Di seguito è stato costruito un grafico che riporta la media dei valori microbiologici ricavati dai caseifici.



Nel corso della fase di pressatura tutte le specie microbiche i microrganismi si concentrano con valori variabili di aumento tra 1 – 2 log.

Dall'osservazione del grafico le specie di microrganismi coliformi fecali, coliformi totali ed *Enterobacteriaceae* tendono a diminuire nel corso del processo di stagionatura fino a 30 gg.

La conta batterica totale tendenzialmente resta costante nel corso di tutte le fasi di produzione.

Gli stafilococchi coagulasi + tendono a concentrarsi nella fase di pressatura, rimangono a valori costanti anche nei campioni fuori salamoia, mentre iniziano a diminuire lentamente dai 10 giorni di stagionatura in poi. Vi è comunque da sottolineare il fatto che la carica di stafilococchi coagulasi + nel latte di partenza deve essere molto bassa.

Analogo comportamento presentano anche gli stafilococchi mannitolo+ anche se per questo parametro le cariche di partenza sono più elevate.

La flora lattica deriva dal latte di partenza ma principalmente dall'innesto aggiunto nel corso della caseificazione. I lattobacilli termofili e mesofili si concentrano in fase di pressatura del formaggio e restano costanti durante tutte le fasi successive di stagionatura raggiungendo valori di 10^7 - 10^8 . I lattococchi mesofili come per gli altri indici si concentrano in fase di pressatura, tendono ad aumentare (fino a circa 1 log) fino a

10 giorni di stagionatura e successivamente si mantengono a valori costanti. I lattococchi termofili, data la temperatura in caldaia si concentrano in maniera molto marcata (quasi a simulare una fase esponenziale), restando a valori di concentrazione costante per il resto della stagionatura.

Il genere *Leuconostoc* tende ad aumentare progressivamente soprattutto nelle fasi di stagionatura.

I micrococchi costituiscono una flora microbica rappresentativa poiché raggiungono concentrazioni medie di circa 4 log UFC/g prodotto mantenendosi costanti nel corso della stagionatura.

Le specie appartenenti al genere *Pseudomonas* si ritrovano in concentrazioni piuttosto elevate nel latte, successivamente nonostante la fase di pressatura tendono a diminuire e ad assestarsi a valori di circa 3 log UFC/G prodotto nel corso della stagionatura.

La presenza di lieviti si attesta a valori non molto elevati, con un lieve aumento nel corso delle fasi di stagionatura.

Le muffe sono presenti in concentrazioni basse mantenendosi anch'esse costanti nel corso della maturazione.

Media dei dati ottenuti dai risultati delle varie lavorazioni (espressi in log UFC/g o ml prodotto)

Campioni		Latte	Sotto pressa	Fuori sale	t 10	t 20	t 30
MEDIA	Coliformi fecali	1,23	3,61	3,22	2,88	2,67	1,97
MEDIA	Coliformi totali	2,80	4,34	3,98	3,18	2,94	2,25
MEDIA	Conta batterica totale	5,47	5,94	5,94	5,68	5,65	5,29
MEDIA	Enterobatteri	2,75	4,26	3,79	3,29	2,93	2,10
MEDIA	Enterococchi	3,22	5,13	5,62	5,42	5,56	5,40
MEDIA	Lattobacilli mesofili	4,38	6,32	7,10	7,57	8,20	8,14
MEDIA	Lattobacilli termofili	3,89	7,13	7,47	7,21	7,34	7,26
MEDIA	Lattococchi mesofili	4,74	7,43	7,97	8,54	8,38	8,34
MEDIA	Lattococchi termofili	4,57	8,62	8,62	8,56	8,45	8,38
MEDIA	Leuconostoc	3,65	4,35	5,52	6,18	7,09	7,43
MEDIA	Lieviti	3,06	3,80	4,01	4,30	4,12	3,99
MEDIA	Micrococchi	4,09	4,64	4,49	4,60	4,52	4,50
MEDIA	Muffe	1,83	2,39	2,26	2,40	2,47	2,44
MEDIA	Pseudomonas	4,26	4,78	3,93	3,63	3,31	3,45
MEDIA	Stafilococchi coagulasi +	1,77	3,76	3,62	3,22	3,17	2,78
MEDIA	Stafilococchi mannitolo +	3,78	4,84	4,80	4,80	4,47	4,87

Allegato:**Dati ottenuti dalle analisi microbiologiche dei campioni prelevati nei caseifici**

Legenda:

B1 B2	Brazzacco
F1 F2	Fagagna
M1 M2	Mortegliano
Bu1 Bu2	Budai
C1 C2	Cividale

	Campioni	Latte	Sotto pressa	Fuori sale	t 10	t 20	t 30	t60
B2	Coliformi fecali	2,48	4,56	4,45	4,62	3,60	2,11	
B1	Coliformi fecali	3,18	5,00	4,38	2,48	2,08	1,00	
F1	Coliformi fecali	1,48	3,60	3,70	1,90	2,90	0,95	
F2	Coliformi fecali	0,30	2,60	2,30	1,00	0,95	0,95	
M1	Coliformi fecali	0,00	2,51	4,04	4,38	3,95	3,85	
M2	Coliformi fecali	1,18	3,48	3,08	3,30	3,60	0,95	
Bu1	Coliformi fecali	0,00	2,48	1,00	0,95	0,95	0,95	
Bu2	Coliformi fecali	0,00	1,78	0,00	0,95	1,00	0,95	
C1	Coliformi fecali	2,04	5,18	4,84	4,58	4,08	3,85	3,00
C2	Coliformi fecali	1,60	4,95	4,45	4,62	3,60	4,15	2,95
MEDIA		1,23	3,61	3,22	2,88	2,67	1,97	2,98
DEV ST		1,14	1,25	1,63	1,61	1,30	1,41	0,03
MIN		0,00	1,78	0,00	0,95	0,95	0,95	2,95
MAX		3,18	5,18	4,84	4,62	4,08	4,15	3,00
B2	Coliformi totali	3,40	5,20	5,08	5,15	4,62	2,11	
B1	Coliformi totali	4,11	5,00	4,81	3,20	2,20	1,00	
F1	Coliformi totali	3,40	4,60	4,28	2,45	2,90	2,78	
F2	Coliformi totali	2,65	4,16	2,60	1,00	0,95	0,95	
M1	Coliformi totali	2,90	3,75	4,08	4,54	4,15	4,18	
M2	Coliformi totali	2,70	4,00	3,36	3,70	3,62	0,95	
Bu1	Coliformi totali	1,60	3,00	2,85	1,00	1,00	0,95	
Bu2	Coliformi totali	1,79	3,43	2,79	0,95	1,00	0,95	
C1	Coliformi totali	2,93	5,26	4,91	4,70	4,28	3,90	3,11
C2	Coliformi totali	2,53	5,04	5,08	5,15	4,62	4,70	4,32
MEDIA		2,80	4,34	3,98	3,18	2,94	2,25	3,72
DEV ST		0,75	0,80	1,00	1,74	1,54	1,53	0,85
MIN		1,60	3,00	2,60	0,95	0,95	0,95	3,11
MAX		4,11	5,26	5,08	5,15	4,62	4,70	4,32

B2	Conta batterica totale	6,78	6,86	5,49	5,86	5,90	5,45	
B1	Conta batterica totale	6,95	7,51	4,95	6,85	5,81	5,30	
F1	Conta batterica totale	5,48	6,34	7,32	6,81	7,75	4,70	
F2	Conta batterica totale	5,40	5,95	5,96	5,04	5,18	5,60	
M1	Conta batterica totale	4,60	6,41	7,30	5,30	5,70	4,18	
M2	Conta batterica totale	7,08	6,18	6,40	5,90	5,90	5,08	
Bu1	Conta batterica totale	3,00	4,60	4,85	4,60	4,60	5,08	
Bu2	Conta batterica totale	3,70	4,70	4,70	4,79	4,08	5,48	
C1	Conta batterica totale	5,34	5,30	6,92	5,78	5,85	6,08	5,04
C2	Conta batterica totale	6,34	5,51	5,49	5,86	5,70	5,95	6,08
MEDIA		5,47	5,94	5,94	5,68	5,65	5,29	5,56
DEV ST		1,39	0,92	1,00	0,76	0,97	0,57	0,73
MIN		3,00	4,60	4,70	4,60	4,08	4,18	5,04
MAX		7,08	7,51	7,32	6,85	7,75	6,08	6,08
B2	Enterobatteri	3,45	4,00	5,08	4,99	4,70	2,18	
B1	Enterobatteri	3,98	5,00	4,28	3,08	1,85	1,00	
F1	Enterobatteri	3,11	5,00	4,18	2,00	2,78	1,00	
F2	Enterobatteri	2,85	4,20	2,48	0,95	1,30	0,95	
M1	Enterobatteri	2,48	3,60	3,92	4,43	3,53	3,70	
M2	Enterobatteri	2,32	3,90	3,00	3,34	3,78	0,95	
Bu1	Enterobatteri	1,48	3,57	2,36	1,70	1,30	0,95	
Bu2	Enterobatteri	1,85	3,32	2,85	2,70	0,95	1,90	
C1	Enterobatteri	2,41	5,18	4,65	4,72	4,38	3,60	2,70
C2	Enterobatteri	3,54	4,78	5,08	4,99	4,70	4,76	3,45
MEDIA		2,75	4,26	3,79	3,29	2,93	2,10	3,07
DEV ST		0,79	0,68	1,04	1,46	1,49	1,43	0,53
MIN		1,48	3,32	2,36	0,95	0,95	0,95	2,70
MAX		3,98	5,18	5,08	4,99	4,70	4,76	3,45
B2	Enterococchi	3,95	6,08	5,95	6,11	5,51	7,70	
B1	Enterococchi	4,36	6,51	6,58	6,20	5,04	4,78	
F1	Enterococchi	3,96	5,83	5,34	5,00	6,42	4,78	
F2	Enterococchi	2,68	4,78	5,83	5,99	6,08	6,51	
M1	Enterococchi	1,95	4,92	5,92	5,90	5,85	6,08	
M2	Enterococchi	3,32	6,08	6,11	6,08	6,82	4,28	
Bu1	Enterococchi	2,67	4,08	4,04	4,70	5,23	4,28	
Bu2	Enterococchi	2,57	3,08	4,63	3,61	3,51	3,78	
C1	Enterococchi	3,49	4,90	5,79	4,51	5,63	5,63	5,54
C2	Enterococchi	3,26	5,04	5,95	6,11	5,51	6,18	5,70
MEDIA		3,22	5,13	5,62	5,42	5,56	5,40	5,62
DEV ST		0,75	1,04	0,75	0,91	0,90	1,23	0,11
MIN		1,95	3,08	4,04	3,61	3,51	3,78	5,54
MAX		4,36	6,51	6,58	6,20	6,82	7,70	5,70

B2	Lattobacilli mesofili	4,18	6,95	7,90	7,72	8,85	8,94	
B1	Lattobacilli mesofili	5,18	6,96	7,63	7,96	7,38	8,00	
F1	Lattobacilli mesofili	5,32	6,63	7,18	7,57	8,56	8,23	
F2	Lattobacilli mesofili	4,04	5,70	7,90	8,41	8,67	8,78	
M1	Lattobacilli mesofili	4,18	6,23	7,38	7,90	8,70	8,11	
M2	Lattobacilli mesofili	4,32	6,51	8,32	7,70	8,04	7,70	
Bu1	Lattobacilli mesofili	3,00	5,30	5,34	6,15	7,70	7,70	
Bu2	Lattobacilli mesofili	3,54	4,65	4,08	5,36	5,95	6,00	
C1	Lattobacilli mesofili	4,49	7,23	7,38	8,20	9,32	8,95	8,78
C2	Lattobacilli mesofili	5,54	7,00	7,90	8,72	8,85	8,98	8,96
MEDIA		4,38	6,32	7,10	7,57	8,20	8,14	8,87
DEV ST		0,80	0,85	1,34	1,03	0,98	0,91	0,13
MIN		3,00	4,65	4,08	5,36	5,95	6,00	8,78
MAX		5,54	7,23	8,32	8,72	9,32	8,98	8,96
B2	Lattobacilli termofili	3,60	6,00	8,48	8,78	8,63	8,43	
B1	Lattobacilli termofili	4,72	7,08	7,46	6,60	6,38	7,57	
F1	Lattobacilli termofili	5,08	6,90	6,62	7,30	7,04	7,45	
F2	Lattobacilli termofili	3,90	5,95	6,76	7,32	7,60	7,94	
M1	Lattobacilli termofili	3,30	7,04	7,45	7,88	7,65	6,11	
M2	Lattobacilli termofili	3,78	7,95	8,54	8,79	7,85	6,76	
Bu1	Lattobacilli termofili	2,30	5,85	4,90	4,32	6,78	6,76	
Bu2	Lattobacilli termofili	2,48	8,79	8,99	4,30	4,32	5,78	
C1	Lattobacilli termofili	4,11	7,11	6,99	8,04	8,48	6,90	8,11
C2	Lattobacilli termofili	5,58	8,62	8,48	8,78	8,63	8,93	8,88
MEDIA		3,89	7,13	7,47	7,21	7,34	7,26	8,49
DEV ST		1,05	1,06	1,23	1,69	1,31	0,99	0,54
MIN		2,30	5,85	4,90	4,30	4,32	5,78	8,11
MAX		5,58	8,79	8,99	8,79	8,63	8,93	8,88
B2	Lattococchi mesofili	4,60	7,00	9,00	9,04	8,95	8,79	
B1	Lattococchi mesofili	6,04	7,51	7,41	7,92	6,11	7,00	
F1	Lattococchi mesofili	5,18	6,65	7,30	7,80	7,86	7,08	
F2	Lattococchi mesofili	4,56	6,76	8,32	8,43	8,69	8,85	
M1	Lattococchi mesofili	4,34	7,60	7,80	8,30	8,48	8,81	
M2	Lattococchi mesofili	4,36	8,30	8,54	8,90	8,72	8,54	
Bu1	Lattococchi mesofili	3,30	7,60	8,30	8,62	8,93	8,54	
Bu2	Lattococchi mesofili	4,48	6,99	6,65	8,54	8,11	7,70	
C1	Lattococchi mesofili	4,38	7,20	7,32	8,81	8,99	9,04	8,79
C2	Lattococchi mesofili	6,11	8,68	9,00	9,04	8,95	9,08	8,92
MEDIA		4,74	7,43	7,97	8,54	8,38	8,34	8,86
DEV ST		0,84	0,66	0,79	0,44	0,88	0,79	0,09
MIN		3,30	6,65	6,65	7,80	6,11	7,00	8,79
MAX		6,11	8,68	9,00	9,04	8,99	9,08	8,92

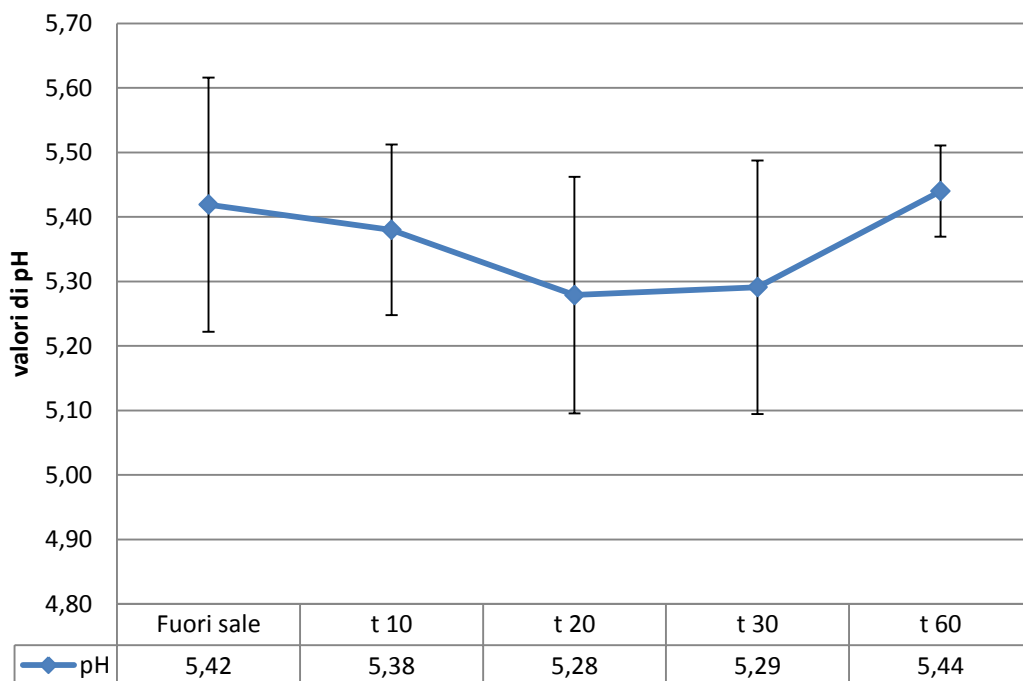
B2	Lattococchi termofili	4,18	8,87	8,20	9,08	9,11	8,99	
B1	Lattococchi termofili	6,04	8,93	8,04	8,30	6,15	6,95	
F1	Lattococchi termofili	4,90	7,00	8,30	7,60	8,85	8,00	
F2	Lattococchi termofili	4,08	8,88	8,92	8,64	8,72	8,48	
M1	Lattococchi termofili	3,78	8,20	7,96	8,48	8,26	8,00	
M2	Lattococchi termofili	4,48	8,90	8,78	8,48	8,68	8,62	
Bu1	Lattococchi termofili	2,70	8,92	8,90	8,54	9,15	8,62	
Bu2	Lattococchi termofili	4,11	8,70	8,99	8,63	8,57	7,95	
C1	Lattococchi termofili	4,48	8,85	8,88	8,81	7,95	9,04	9,83
C2	Lattococchi termofili	7,00	8,95	9,20	9,08	9,11	9,11	8,91
MEDIA		4,57	8,62	8,62	8,56	8,45	8,38	9,37
DEV ST		1,20	0,61	0,44	0,42	0,90	0,67	0,65
MIN		2,70	7,00	7,96	7,60	6,15	6,95	8,91
MAX		7,00	8,95	9,20	9,08	9,15	9,11	9,83
B2	Leuconostoc	3,70	6,30	5,95	6,00	7,67	7,78	
B1	Leuconostoc	0,95	0,95	6,00	6,00	6,08	7,48	
F1	Leuconostoc	5,62	5,97	6,00	6,08	6,15	6,90	
F2	Leuconostoc	2,90	4,00	7,26	7,72	8,08	8,04	
M1	Leuconostoc	4,71	3,65	5,93	6,00	7,00	7,54	
M2	Leuconostoc	4,08	5,08	5,36	5,93	7,60	7,04	
Bu1	Leuconostoc	3,49	3,26	3,90	5,15	6,95	7,04	
Bu2	Leuconostoc	3,95	4,00	3,36	5,04	6,08	7,34	
C1	Leuconostoc	3,61	6,00	5,46	7,91	7,62	7,54	6,86
C2	Leuconostoc	3,48	4,30	5,95	6,00	7,67	7,54	7,43
B2	Leuconostoc	2,30	3,70	4,90	5,26	4,72	3,90	
MEDIA		3,53	4,29	5,46	6,10	6,87	7,11	7,14
DEV ST		1,22	1,53	1,08	0,93	1,01	1,11	0,41
MIN		0,95	0,95	3,36	5,04	4,72	3,90	6,86
MAX		5,62	6,30	7,26	7,91	8,08	8,04	7,43
B1	Lieviti	3,79	4,00	4,00	5,00	2,70	4,00	
F1	Lieviti	3,91	3,78	3,48	4,43	5,48	2,70	
F2	Lieviti	2,48	3,11	2,90	3,23	3,60	4,60	
M1	Lieviti	3,23	4,36	5,11	3,95	4,64	5,40	
M2	Lieviti	2,95	4,00	4,36	4,72	4,63	3,04	
Bu1	Lieviti	2,08	2,85	2,60	3,18	3,60	3,04	
Bu2	Lieviti	2,78	2,60	2,85	2,85	1,95	3,30	
C1	Lieviti	3,45	4,78	4,94	5,18	5,20	5,15	4,51
C2	Lieviti	3,64	4,85	4,90	5,26	4,72	4,78	4,30
B1	Lieviti	5,48	5,69	4,00	4,61	3,00	3,48	
MEDIA		3,38	4,00	3,92	4,24	3,95	3,95	4,40
DEV ST		0,94	0,97	0,93	0,89	1,16	0,97	0,14
MIN		2,08	2,60	2,60	2,85	1,95	2,70	4,30
MAX		5,48	5,69	5,11	5,26	5,48	5,40	4,51

F1	Micrococchi	5,40	4,30	5,11	3,04	3,85	3,85	
F2	Micrococchi	3,48	4,60	4,85	5,18	5,85	4,70	
M1	Micrococchi	5,11	4,97	4,94	5,00	5,00	4,30	
M2	Micrococchi	3,64	5,00	4,60	5,76	5,26	4,60	
Bu1	Micrococchi	2,60	3,60	3,30	3,90	3,90	4,60	
Bu2	Micrococchi	3,60	2,78	3,78	3,90	3,95	3,78	
C1	Micrococchi	3,80	4,04	4,60	5,04	4,95	4,70	4,95
C2	Micrococchi	3,49	5,11	4,85	4,78	4,70	5,04	5,71
B2	Micrococchi	1,00	2,78	2,48	3,04	3,18	2,60	
MEDIA		3,57	4,13	4,28	4,40	4,51	4,24	5,33
DEV ST		1,29	0,91	0,90	0,97	0,84	0,74	0,53
MIN		1,00	2,78	2,48	3,04	3,18	2,60	4,95
MAX		5,40	5,11	5,11	5,76	5,85	5,04	5,71
B1	Muffe	1,70	2,60	2,00	1,95	1,95	1,95	
F1	Muffe	2,48	1,98	2,30	2,70	1,98	1,98	
F2	Muffe	1,48	1,95	2,00	1,95	1,95	1,95	
M1	Muffe	2,30	2,00	1,95	1,95	1,95	1,95	
M2	Muffe	1,00	2,60	2,00	2,00	2,30	2,85	
Bu1	Muffe	1,30	2,00	1,95	1,95	2,48	2,85	
Bu2	Muffe	2,00	1,95	2,00	1,95	1,95	2,48	
C1	Muffe	2,95	3,30	3,48	3,48	3,78	2,85	2,70
C2	Muffe	2,04	2,70	2,48	3,04	3,18	2,90	4,00
B2	Muffe	4,32	5,72	5,32	5,04	4,32	4,20	
MEDIA		2,16	2,68	2,55	2,60	2,58	2,60	3,35
DEV ST		0,96	1,16	1,08	1,02	0,87	0,71	0,92
MIN		1,00	1,95	1,95	1,95	1,95	1,95	2,70
MAX		4,32	5,72	5,32	5,04	4,32	4,20	4,00
B1	Pseudomonas	5,15	6,08	5,20	4,08	1,95	1,95	
F1	Pseudomonas	4,36	4,72	3,78	2,70	2,95	2,78	
F2	Pseudomonas	4,78	4,23	2,60	2,00	2,70	3,70	
M1	Pseudomonas	3,64	5,36	3,30	3,65	3,36	1,95	
M2	Pseudomonas	4,95	4,90	4,08	4,18	3,36	2,85	
Bu1	Pseudomonas	2,30	3,51	2,48	2,00	3,08	2,85	
Bu2	Pseudomonas	3,85	3,04	2,30	2,90	2,70	3,70	
C1	Pseudomonas	4,73	4,89	4,91	4,71	4,30	4,90	3,58
C2	Pseudomonas	4,49	5,34	5,32	5,04	4,32	5,63	4,92
B2	Pseudomonas	1,60	3,90	4,11	3,36	3,90	2,85	
MEDIA		3,99	4,60	3,81	3,46	3,26	3,32	4,25
DEV ST		1,18	0,93	1,12	1,06	0,75	1,20	0,95
MIN		1,60	3,04	2,30	2,00	1,95	1,95	3,58
MAX		5,15	6,08	5,32	5,04	4,32	5,63	4,92

B1	Stafilococchi coagulasi +	2,30	4,18	3,18	2,48	1,95	1,95	
F1	Stafilococchi coagulasi +	2,30	3,70	3,78	3,00	3,78	2,60	
F2	Stafilococchi coagulasi +	2,48	3,90	4,08	3,48	3,34	2,30	
M1	Stafilococchi coagulasi +	2,00	3,60	3,30	3,34	2,30	1,95	
M2	Stafilococchi coagulasi +	1,85	3,30	2,85	2,48	2,70	3,04	
Bu1	Stafilococchi coagulasi +	0,00	3,30	2,95	3,30	3,18	3,04	
Bu2	Stafilococchi coagulasi +	2,00	3,18	3,48	3,30	2,48	2,85	
C1	Stafilococchi coagulasi +	1,48	4,20	4,32	4,11	4,20	3,30	2,48
C2	Stafilococchi coagulasi +	1,70	4,34	4,11	3,36	3,90	3,90	2,00
B1	Stafilococchi coagulasi +	5,53	6,28	5,00	6,00	2,95	3,00	
MEDIA		2,16	4,00	3,70	3,49	3,08	2,79	2,24
DEV ST		1,37	0,90	0,68	1,01	0,74	0,61	0,34
MIN		0,00	3,18	2,85	2,48	1,95	1,95	2,00
MAX		5,53	6,28	5,00	6,00	4,20	3,90	2,48
F1	Stafilococchi mannitolo +	4,48	5,92	5,40	3,30	3,00	3,70	
F2	Stafilococchi mannitolo +	3,70	4,60	5,32	5,23	5,90	5,91	
M1	Stafilococchi mannitolo +	4,11	4,93	4,65	5,00	5,48	4,00	
M2	Stafilococchi mannitolo +	3,48	5,34	5,00	4,90	4,90	4,78	
Bu1	Stafilococchi mannitolo +	2,48	4,60	3,48	3,90	4,34	4,78	
Bu2	Stafilococchi mannitolo +	3,04	2,60	4,11	4,28	3,85	4,90	
C1	Stafilococchi mannitolo +	3,76	4,78	4,85	4,95	5,70	5,18	4,78
C2	Stafilococchi mannitolo +	3,57	5,00	5,08	5,20	4,30	6,57	5,62
MEDIA		3,58	4,72	4,74	4,60	4,68	4,98	5,20
DEV ST		0,62	0,96	0,65	0,70	1,00	0,94	0,60
MIN		0,62	0,96	0,65	0,70	1,00	0,94	0,60
MAX		4,48	5,92	5,40	5,23	5,90	6,57	5,62

Evoluzione della media dei valori di pH nel corso delle fasi di lavorazione

Media dei valori di pH raggiunti nel corso delle fasi di stagionatura



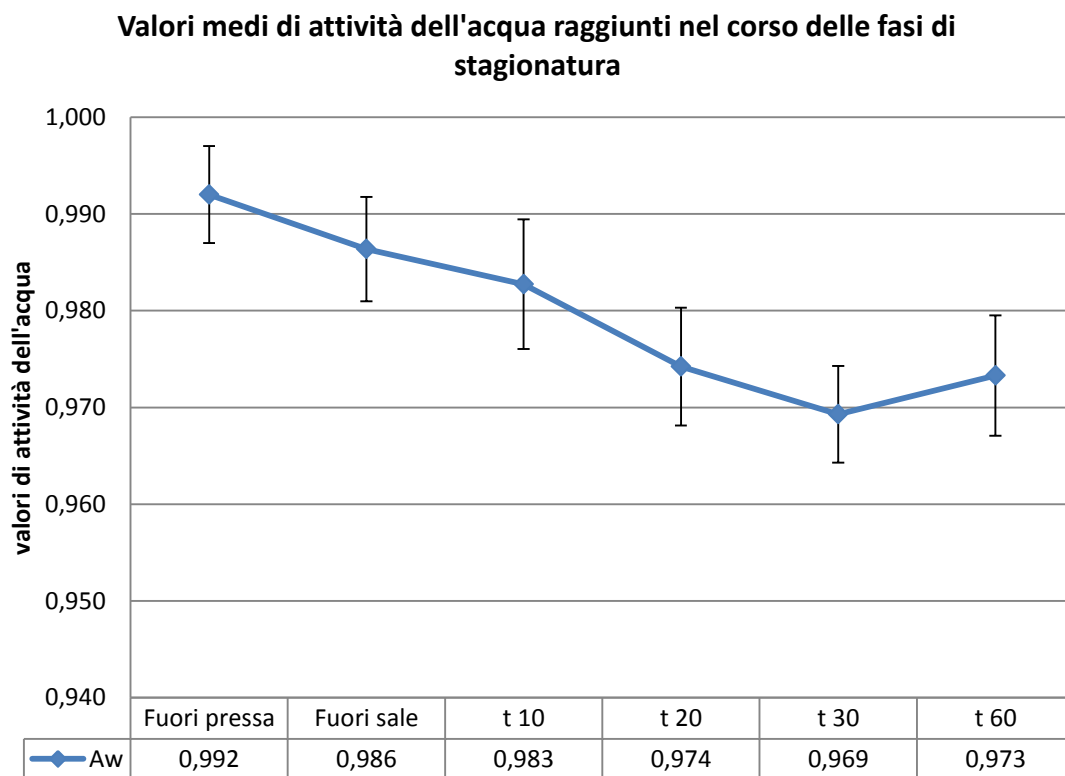
t 60: questo valore si riferisce solo al Caseificio di Cividale

Tabella con valori di pH

Caseifici	Fuori				
	sale	t 10	t 20	t 30	t60
B1	5,52	5,42	5,19	5,28	
B2	5,61	5,38	5,32	5,26	
F1	5,40	5,19	5,03	5,20	
F2	5,46	5,26	5,23	5,35	
M1	5,76	5,58	5,19	5,17	
M2	5,35	5,40	5,13	5,11	
Bu1	5,34	5,53	5,65	5,66	
Bu2	5,01	5,19	5,51	5,61	
C1	5,35	5,46	5,33	5,14	5,49
C2	5,39	5,39	5,21	5,13	5,39
media	5,42	5,38	5,28	5,29	5,44
ds	0,20	0,13	0,18	0,20	0,07
min	5,01	5,19	5,03	5,11	5,39
max	5,76	5,58	5,65	5,66	5,49

Come si può osservare dal grafico la velocità di diminuzione di pH avviene nel periodo di stagionatura tra i 10 e 20 giorni per rimanere piuttosto stabile nel periodo tra i 20 e 30 giorni stagionatura. Dalla tabella si può notare come i valori siano piuttosto variabili nel corso del primo intervallo di maturazione mentre siano molto meno dispersi a circa 30 giorni di maturazione.

Evoluzione della media dei valori di aw nel corso delle fasi di lavorazione



t 60: questo valore si riferisce solo al Caseificio di Cividale

Dal grafico si può notare come la diminuzione di aw avvenga con un andamento quasi lineare, cioè progressivamente nel corso di tutte le fasi del processo fino a 30 giorni di maturazione.

Tabella con valori di aw

Caseifici	Fuori pressa	Fuori sale	t 10	t 20	t 30	t60
B1	0,991	0,984	0,988	0,968	0,964	
B2	0,993	0,983	0,989	0,973	0,966	
F1	0,986	0,992	0,977	0,969	0,971	
F2	0,999	0,989	0,989	0,973	0,966	
M1	0,984	0,974	0,974	0,967	0,973	
M2	0,987	0,985	0,973	0,985	0,965	
Bu1	0,997	0,988	0,979	0,984	0,978	
Bu2	0,998	0,993	0,991	0,974	0,966	
C1	0,991	0,989	0,985	0,975	0,967	0,969
C2	0,992	0,987	0,982	0,974	0,976	0,978
media	0,992	0,986	0,983	0,974	0,969	0,973
ds	0,005	0,005	0,007	0,006	0,005	0,006
min	0,984	0,974	0,973	0,967	0,964	0,969
max	0,999	0,993	0,991	0,985	0,978	0,978

Dall'osservazione della tabella il caseificio di Brazzacco sembra ottenere un valore di aw più omogeneo nel prodotto a 30 giorni di stagionatura rispetto al prodotto degli altri caseifici.

I dati di pH e aw risultano piuttosto variabili tra caseifici e tra le stesse lavorazioni. Cividale, Fagagna e Brazzacco presentano comunque andamenti di pH e aw abbastanza ripetibili tra le varie lavorazioni. Mortegliano e Budai mostrano invece una elevata variabilità tra i dati facendo supporre che le fasi tecnologiche non sono completamente sotto controllo. Questo dimostra che per questa tipologia di prodotto esiste una discreta variabilità nelle pratiche di caseificazione che non permettono di evidenziare in maniera chiara e netta un parametro da utilizzare come metodo rapido di controllo. Risulta quindi molto importante che tutti i fattori che sono coinvolti nel processo di caseificazione siano in sinergia tra loro per poter avere un prodotto che sia igienicamente corretto e quindi commercializzabile.

CASEIFICAZIONI SPERIMENTALI PRESSO IL LABORATORIO DI SCIENZE DEGLI ALIMENTI

Le caseificazioni sperimentali sono state condotte nel laboratorio del Dipartimento di Scienze degli Alimenti seguendo un processo tecnologico estrapolato dai protocolli seguiti presso i caseifici selezionati, nel rispetto della tecnologia tradizionale per la lavorazione del formaggio Latteria a partire da latte crudo.

Il latte utilizzato per tutte le caseificazioni proveniva da un unico produttore ed è sempre stato portato in Dipartimento alla temperatura di $4 \pm 2^\circ\text{C}$ la mattina stessa del giorno di lavorazione. L'innesto naturale utilizzato proveniva da uno dei caseifici selezionati in questa sperimentazione.

La quantità di latte utilizzata per la caseificazione era di circa 55-60 litri, è stata utilizzata una caldaia polivalente interamente costruita in acciaio ed equipaggiata con sonda interna per il controllo della temperatura. La quantità di latte utilizzata ha permesso di ottenere 3 forme di formaggio di circa 2-3 Kg ciascuna per ogni ciclo di lavorazione (caseificazione).



Caldaia utilizzata per le lavorazioni con inoculo di microrganismi patogeni effettuate presso il laboratorio

Terminata la lavorazione in caldaia la cagliata è stata suddivisa nei rispettivi stampi. La fase di pressatura è stata condotta attraverso l'utilizzo di cerchi di legno fatti su misura per gli stampi della cagliata sui quali si è potuto appoggiare una serie di pesi che hanno permesso lo spurgo del siero dalla cagliata. Le cagliate prima di essere messe nella salamoia per la salatura sono state rivoltate 3 volte nell'arco delle 24 ore. Le salamoie sono state preparate sempre fresche ad ogni lavorazione. La fase di salatura in salamoia è stata protratta per 24 ore al termine della quale le forme di formaggio sono state poste in una piccola cella termostata alla temperatura di $10 \pm 1^\circ\text{C}$ per la fase di maturazione fino a 60 giorni.



Stampi e cagliata ottenuta dalle sperimentazioni effettuate presso il laboratorio



forma di formaggio ottenuta dalle caseificazioni sperimentali effettuate presso il laboratorio prima delle fasi di maturazione

I microrganismi utilizzati per le caseificazioni sperimentali appartenevano alle specie *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* e per ogni specie microbica sono stati selezionati tre ceppi di origine lattiero-casearia. Per ogni caseificazione l'inoculo è stato preparato utilizzando una miscela di tre ceppi appartenenti alla stessa specie microbica, utilizzando il latte come substrato colturale per lo sviluppo. Per simulare la situazione reale della tecnologia di produzione del formaggio i ceppi selezionati sono stati adattati alle temperature di stoccaggio di 8°C per un tempo di 12 ore. La concentrazione dell'inoculo finale nel latte in caldaia era dell'ordine di 10^2 - 10^3 UFC/ mL latte in modo da poter valutare nel tempo l'evoluzione dei microrganismi *target* nei formaggi.

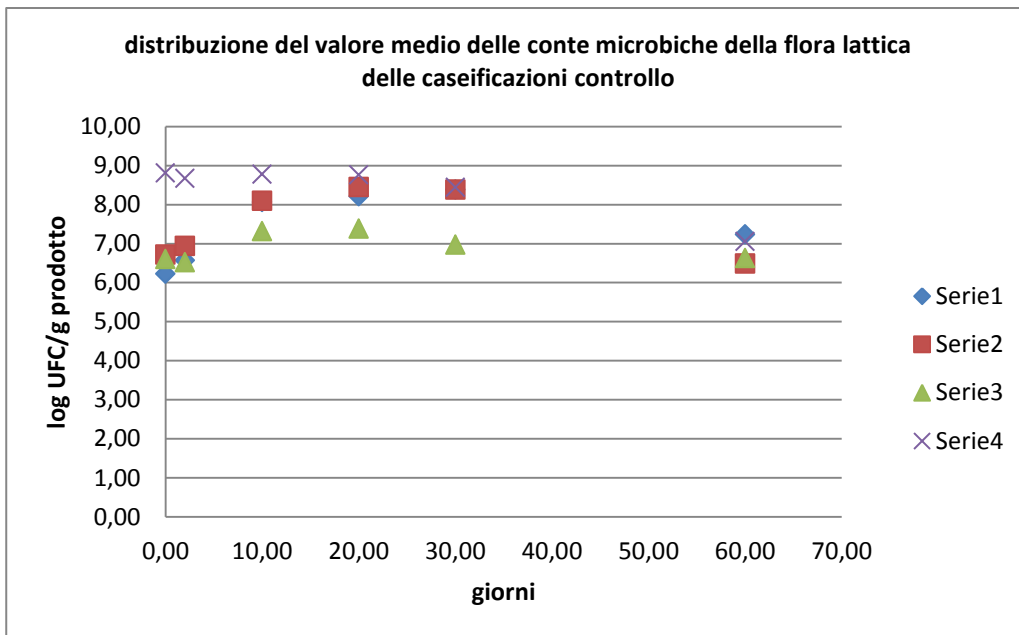
In tutte le caseificazioni sperimentali nel corso della maturazione non si sono verificati problemi tecnologici (es: gonfiore, muffe indesiderate).

Le caseificazioni controllo, le caseificazioni con *Escherichia coli* e con *Staphylococcus aureus* sono state condotte in doppio mentre quella con inoculo di *Listeria monocytogenes* è stata eseguita in triplo.

Per rappresentare i dati in grafico si è utilizzata questa legenda della scala in ascissa: 0= tempo 0 giorni, cagliata fresca in estrazione; 2= tempo 2 giorni, cagliata fuori sale; 10= tempo 10 giorni maturazione; 20= tempo 20 giorni maturazione; 30= tempo 30 giorni maturazione; 60= tempo 60 giorni di maturazione.

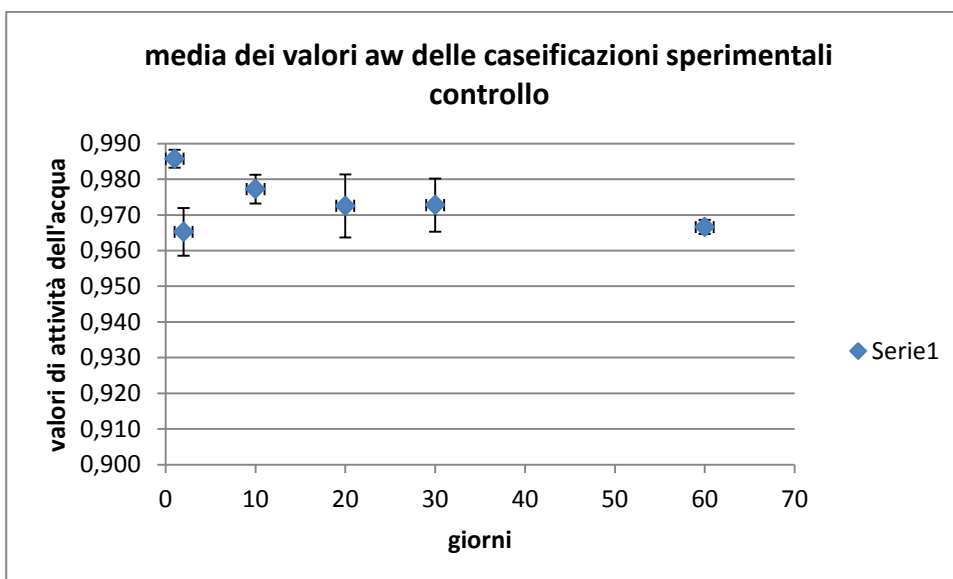
Caseificazioni sperimentali controllo

Le caseificazioni controllo sono state fatte senza l'aggiunta di microrganismi patogeni riproducendo la tecnologia tradizionale di produzione. Nel grafico viene rappresentata la distribuzione della flora lattica nel corso della maturazione.

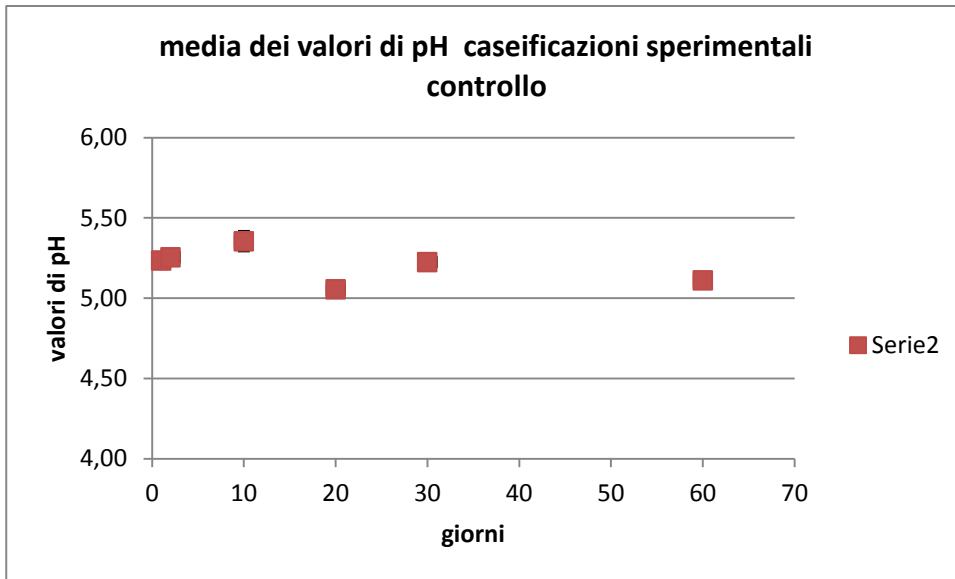


legenda: serie1: Lb mesofili; serie2: Lc mesofili; serie 3: Lb termofili; serie 4: Lc termofili

Per quanto riguarda il controllo dell'aw nelle fasi di maturazione i valori diminuiscono nel corso della maturazione arrivando a circa 0,968 a 60 giorni. Da osservare che i valori dei dati di aw tra i 20 e 30 giorni sono piuttosto variabili. Di seguito vengono rappresentati i dati graficamente.



Anche i valori di pH tendono a diminuire in maniera graduale nel corso della maturazione. Di seguito viene mostrato il grafico che riporta i valori di pH.



Caseificazioni sperimentali con inoculo di *Escherichia coli*

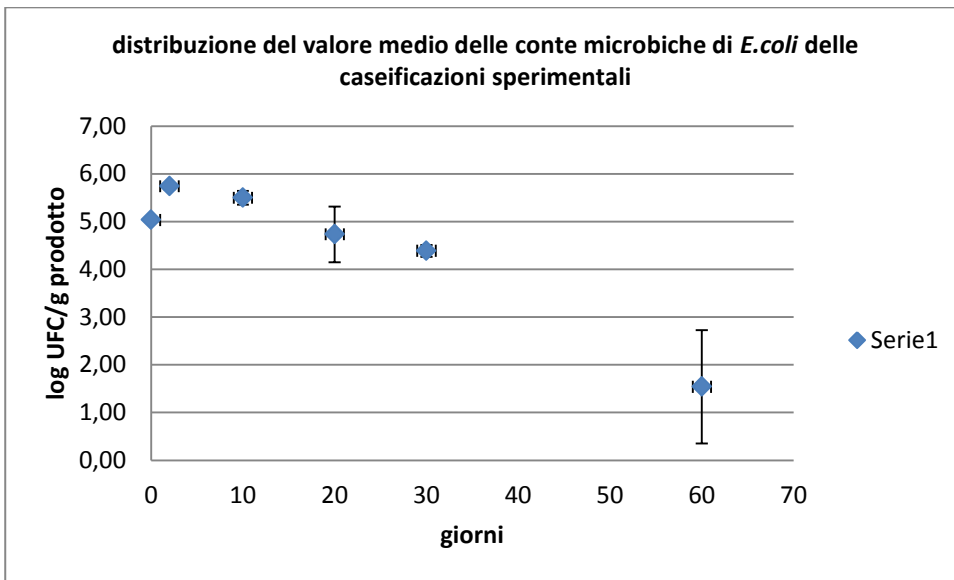
La tabella riporta la media delle conte microbiche di *Escherichia coli* nel corso delle fasi di lavorazione in caldaia e successive fasi di maturazione. I valori sono espressi come log UFC/ml o g prodotto.

Fasi caseificazione (<i>E.coli</i>)	Media (log UFC)
Latte crudo + inoculo	3,77 ± 0,10
cagliata in estrazione	5,04 ± 0,06
cagliata fuori sale	5,74 ± 0,06
t 10	5,50 ± 0,14
t20	4,73 ± 0,58
t30	4,39 ± 0,12
t60	1,54 ± 1,19

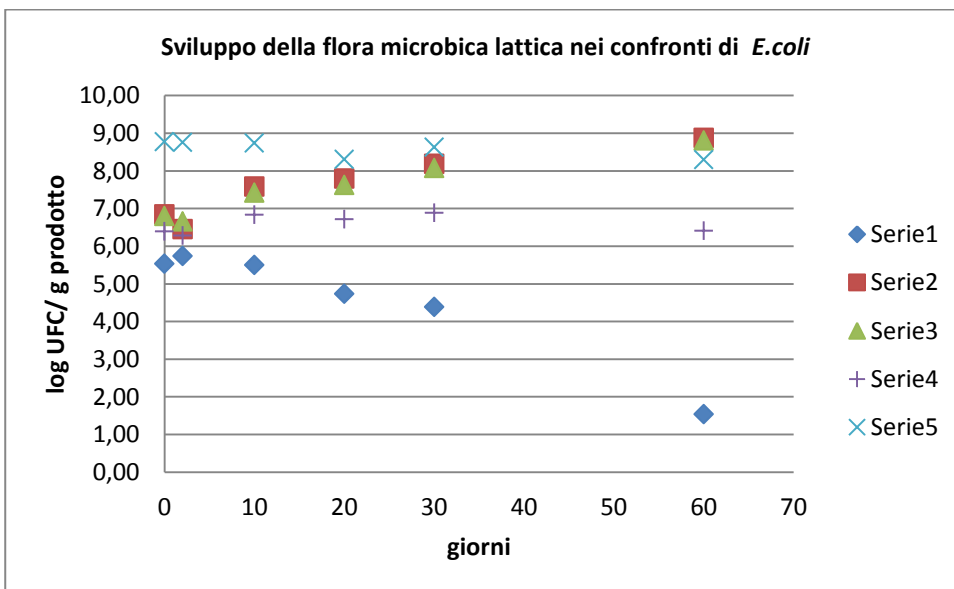
La media dei valori ottenuti dalle due caseificazioni mostra che il valore iniziale del latte inoculato con *Escherichia coli* è di 6.000 UFC/mL (log 3,77), questo valore non subisce variazioni nel corso di tutto il processo di caseificazione in caldaia.

Successivamente nel momento in cui la cagliata viene separata dal siero, i microrganismi presenti si concentrano nella cagliata, l'aumento corrisponde a circa a circa 2 log (5,04 log =109.000 UFC/mL). Questa fase risulta sicuramente critica perché il numero dei microrganismi patogeni se presenti aumenta notevolmente; è comunque molto importante sottolineare il fatto che si concentrano allo stesso modo anche tutti i microrganismi appartenenti alla flora lattica che sono quelli utili per il proseguimento della trasformazione a formaggio. Sicuramente l'andamento della flora microbica presente, sia quella "utile" che quella "dannosa", è influenzata dalla carica microbica iniziale del latte di partenza. Proprio la flora microbica dei lattici contrasta lo sviluppo di *E.coli*, l'acidificazione che evolve durante il processo porta a una diminuzione di pH fermando lo sviluppo di *E. coli*. Nel corso della maturazione, nel primo periodo il valore di *E.coli* resta costante, successivamente verso i 10 giorni di maturazione il valore inizia a diminuire lentamente, proseguendo nella diminuzione a 30 fino a scendere drasticamente a 60 gg; tra 30 e 60 giorni di maturazione avviene una diminuzione media di circa 2,8 log. Dal grafico riportato sotto si può inoltre

osservare che, pur osservando un andamento di decrescita del microrganismo nel corso della maturazione, vi è comunque una certa variabilità nei dati raccolti.

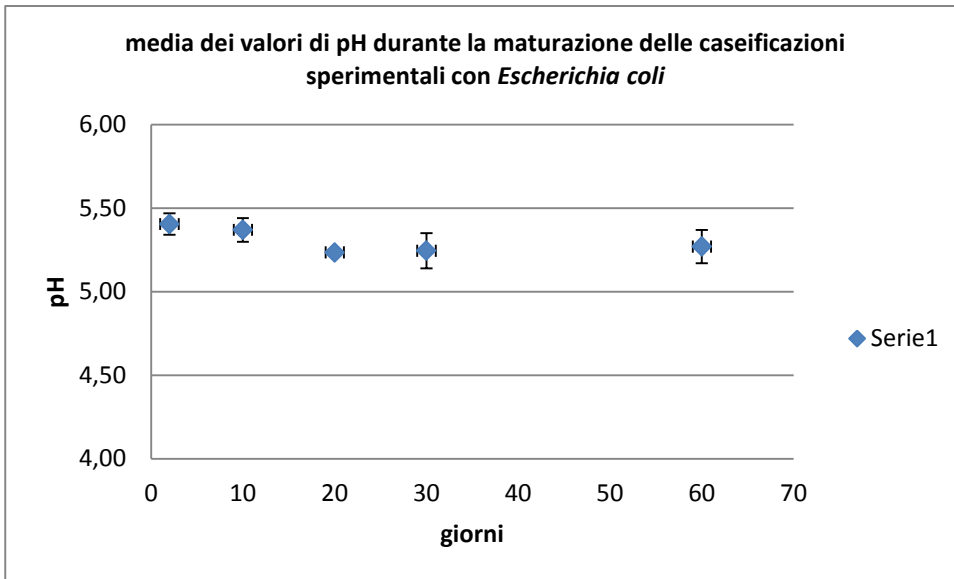


Dal grafico successivo, che descrive lo sviluppo della microflora lattica nei confronti di *E.coli*, si può osservare come nel corso della maturazione *E.coli* diminuisce mentre la flora lattica si mantiene a valori di 8,3-8,8 log per i lattobacilli mesofili e lattococchi (sia mesofili che termofili) di circa 6,4 log per i lattobacilli termofili. *E.coli* viene inibito dalla crescita dei batteri lattici che, inoculati in elevata concentrazione attraverso l'innesto, sono in grado di svilupparsi in un ambiente favorevole in modo tale da prendere il sopravvento. Inoltre il metabolismo dei batteri lattici determina, già nelle fasi condotte in caldaia, una diminuzione del pH che rende ulteriormente sfavorevole le condizioni di crescita di *E.coli* e in generale del gruppo dei coliformi.

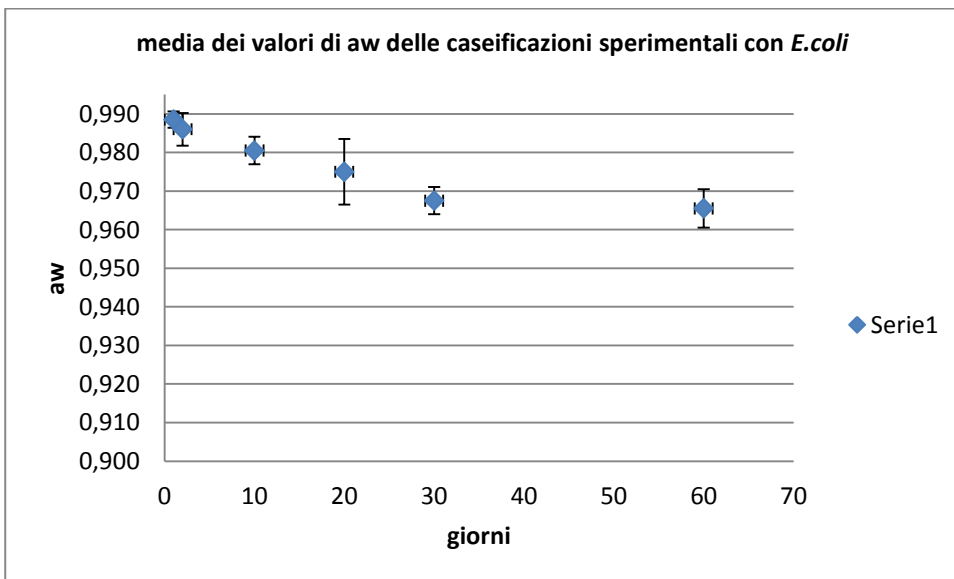


legenda: serie 1: *E.coli*; serie 2: Lb mesofili; serie3: Lc mesofili; serie 4: Lb termofili; serie5: Lc termofili

Durante le ultime fasi di maturazione del formaggio (tra 30 e 60 giorni) il pH si mantiene intorno a valori di circa $5,2 \pm 0,1$ (grafico di seguito).



Nel grafico successivo sono riportati i valori medi di aw nel corso della maturazione del formaggio con inoculo di *E. coli*. Tali valori dimostrano una graduale diminuzione nel corso delle fasi di maturazione attestandosi a un valore di circa 0,966 tra i 30 e 60 giorni. Il valore di aw è un fattore che concorre a controllare lo sviluppo di microrganismi patogeni, si può osservare dal grafico che questo valore in realtà mostri una certa variabilità tra le due lavorazioni, in particolare a 20 giorni di maturazione questa variabilità risulta accentuata.

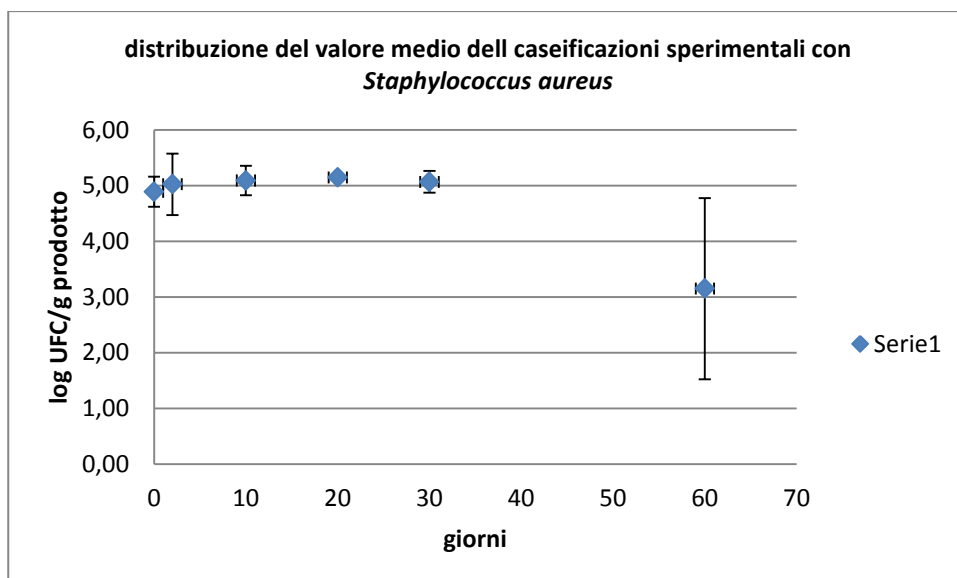


Caseificazioni sperimentali con inoculo di *Staphylococcus aureus*

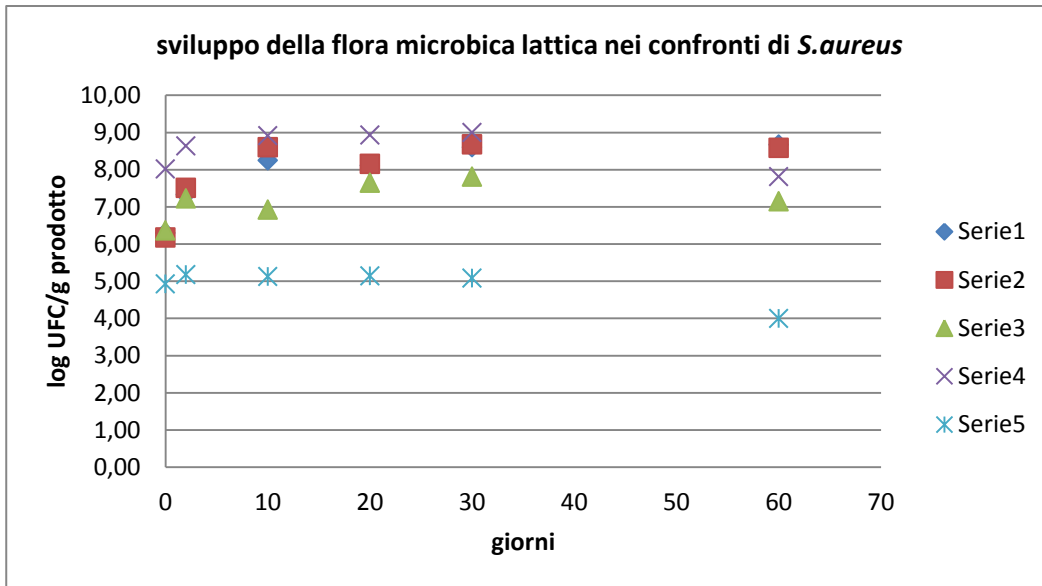
Per le due caseificazioni condotte con l'inoculo di *S. aureus*, la concentrazione iniziale nel latte era di circa 3,4 log. In tabella sono riportati le concentrazioni nelle fasi in caldai e nel corso della maturazione.

Fasi caseificazione (<i>S. aureus</i>)	Media (log UFC)
latte + inoculo	3,64 ± 0,06
cagliata in estrazione	4,89 ± 0,27
cagliata fuori sale	5,02 ± 0,55
t 10	5,09 ± 0,27
t20	5,15 ± 0,04
t30	5,07 ± 0,19
t60	3,15 ± 1,63

La fase di estrazione della cagliata risulta critica poiché è la fase in cui tutta la flora microbica presente nel formaggio si concentra, ciò va a beneficio dei batteri lattici che prendono il sopravvento, ma l'aumento del numero di microrganismi coinvolge anche i microrganismi indesiderati o patogeni. Il comportamento di *Staphylococcus aureus* nel corso delle fasi di caseificazione denota un comportamento senza particolari apprezzabili variazioni di concentrazione che perdura dalla fase di estrazione della cagliata fino a circa 30 giorni. Successivamente a 60 giorni i cambiamenti che si verificano nell'equilibrio della flora microbica portano ad una evidente diminuzione di questo microrganismo (valore medio di riduzione di circa 3 log). Tuttavia seppur mantenendo una tendenza alla diminuzione a 60 giorni i dati registrati denotano una elevata variabilità.

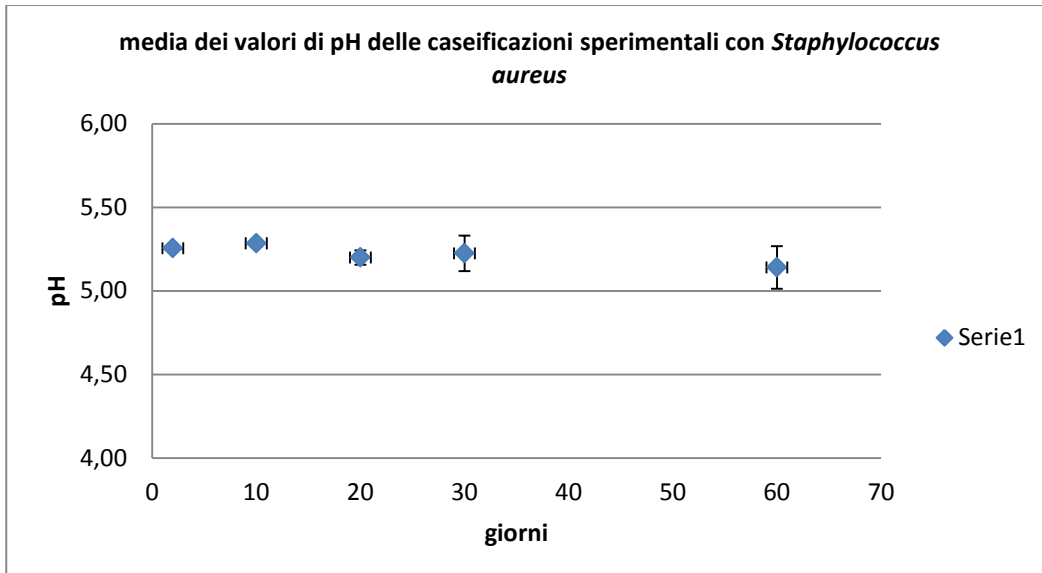


Il grafico riportato di seguito mostra lo sviluppo di *S.aureus* nei confronti della flora lattica .

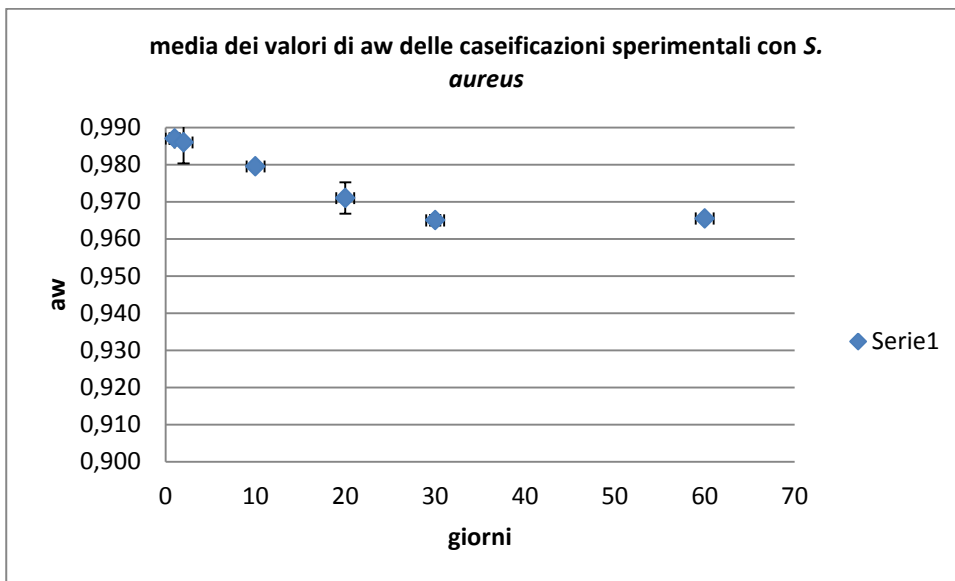


legenda: serie1: Lb mesofili; serie2: Lc mesofili; serie 3: Lb termofili; serie 4: Lc termofili; serie 5: *S. aureus*

Parallelamente anche i valori di pH, come indice tecnologico, risultano in diminuzione creando un ambiente sfavorevole per la crescita di alcuni microrganismi tra cui anche *S. aureus* e dando maggior stabilità al prodotto. Il grafico di seguito riportato mostra come vi sia una tendenza alla diminuzione di questo valore, seppur in questo caso non molto marcata, attestandosi a 30 giorni di maturazione a circa 5,24 e a 60 a circa 5,14.



I valori di aw ottenuti da queste caseificazioni con *S. aureus* sono riportati nel grafico sotto. Anche in questa sperimentazione la tendenza dei valori di aw è quella di diminuire nel corso della stagionatura, in maniera marcata nelle prime fasi di maturazione; mentre a 30 giorni vengono raggiunti valori di 0,966 che si mantengono tali anche a 60 giorni.

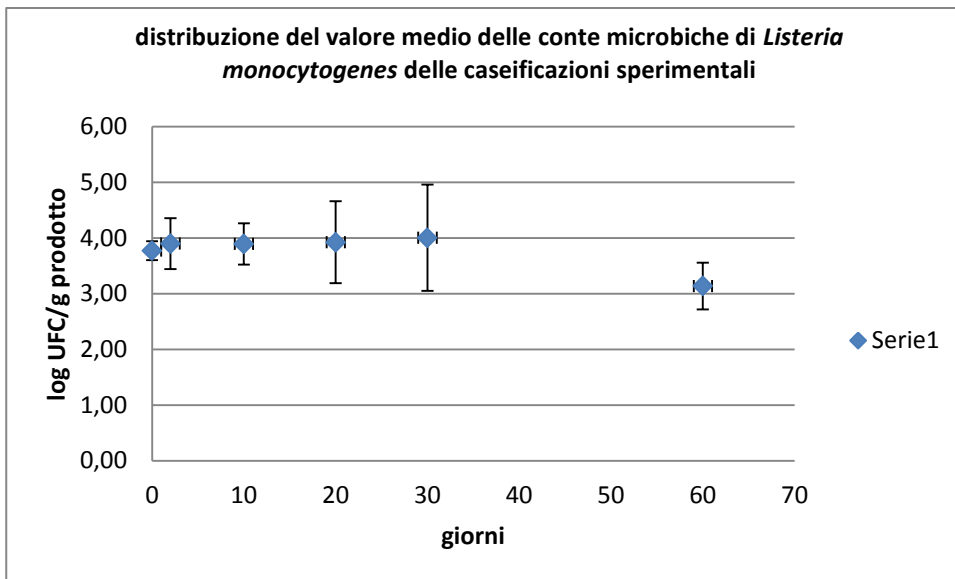


Caseificazioni sperimentali con inoculo di *Listeria monocytogenes*

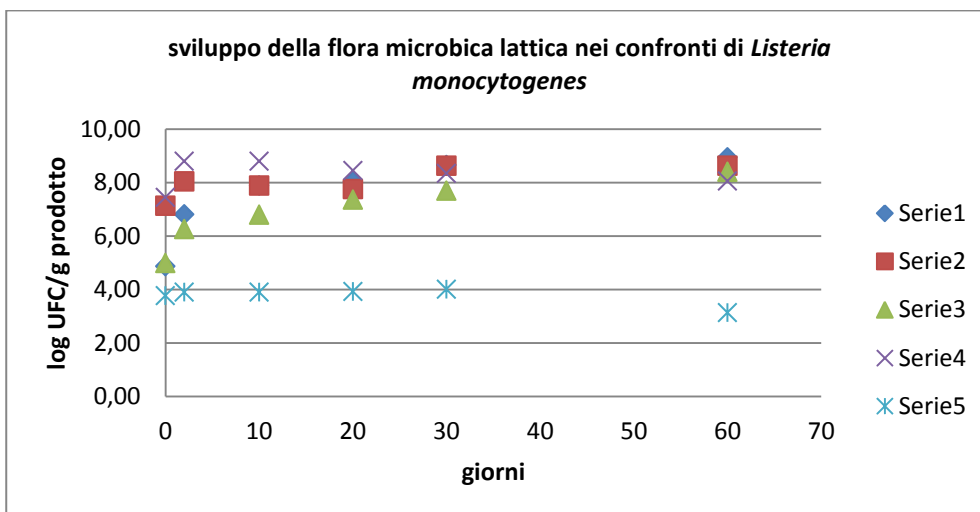
Per questo microrganismo sono state effettuate tre caseificazioni, in tabella vengono riportati valori della media dei risultati ottenuti dalle tre sperimentazioni.

Fasi caseificazione (<i>L. monocytogenes</i>)	Media
latte + inoculo	2,70 ± 0,14
cagliata in pressa	3,77 ± 0,17
cagliata fuori sale	3,90 ± 0,46
t 10	3,89 ± 0,37
t 20	3,92 ± 0,73
t30	4,00 ± 0,96
t60	3,14 ± 0,42

Dal grafico riportato di seguito si può notare che la tendenza della media dei dati indica che *Listeria* nel corso della maturazione non aumenta, ma d'altra parte va comunque evidenziato che vi è una certa dispersione dei valori soprattutto tra i 20 e 30 giorni di maturazione. Questa variabilità dei dati potrebbe essere imputata a un diverso adattamento dei ceppi di *Listeria* in questo ambiente nel corso della maturazione. Tra i 30 e i 60 giorni di maturazione *Listeria* subisce un decremento di circa 1 log. L'ambiente "formaggio" non favorisce lo sviluppo di *Listeria*, ma essendo un microrganismo resistente a diverse condizioni di crescita sopravvive per un tempo più lungo in tale ambiente. Al contempo il metabolismo dei lattici determina nel corso della maturazione un ambiente sempre più sfavorevole al microrganismo che tra i 30 e 60 giorni di maturazione inizia a scomparire.

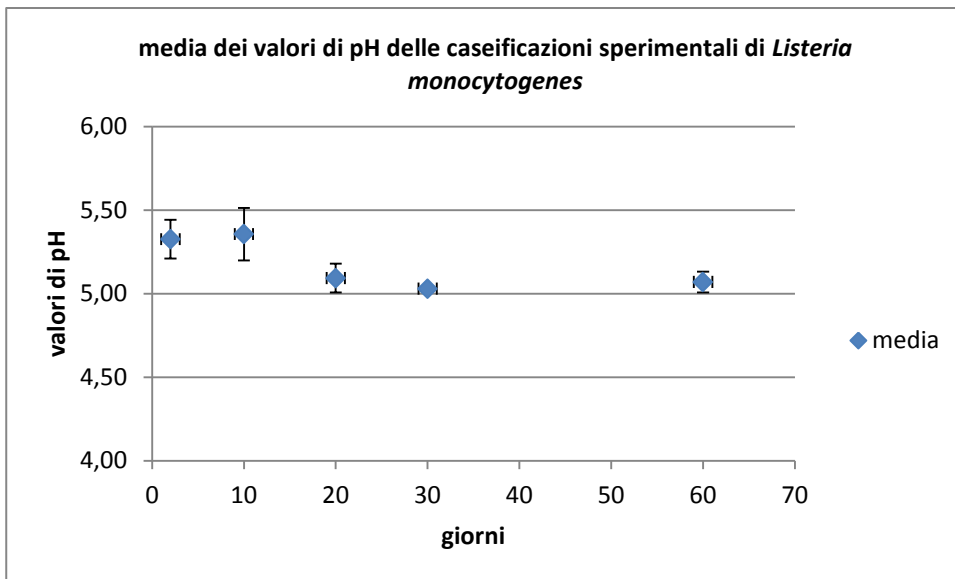


Dal grafico successivo si può osservare lo sviluppo di *Listeria* nei confronti della flora lattica

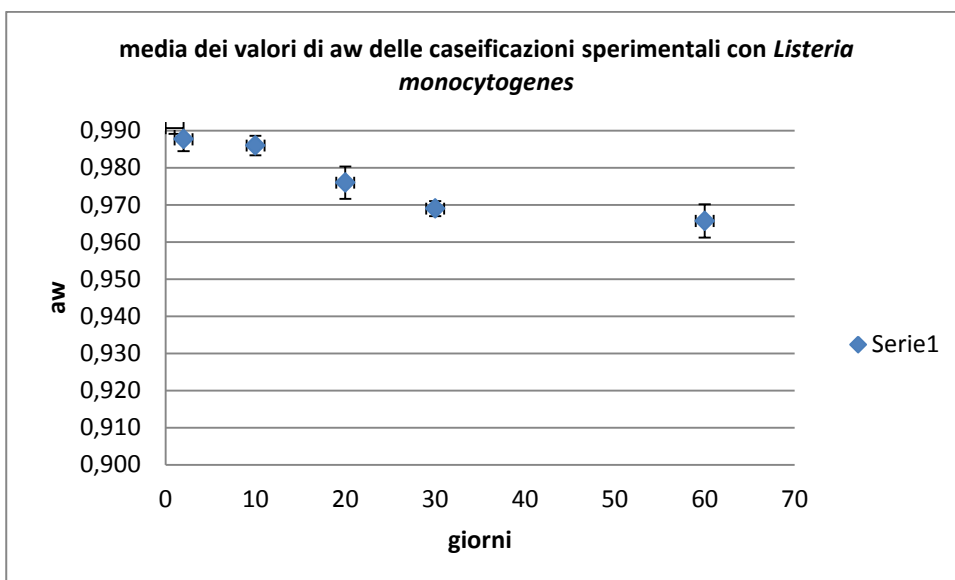


legenda: serie1: Lb mesofili; serie2: Lc mesofili; serie 3: Lb termofili; serie 4: Lc termofili; serie 5: *L.monoc*

Il pH nel corso della maturazione tende a scendere stabilizzandosi intorno a valori di 5,2. *Listeria* è un microrganismo moderatamente resistente all'acidità, il suo pH limite di crescita è tra 5,3-5,5, tuttavia è in grado di sopravvivere anche a condizioni di pH prossime a 4; per queste sue caratteristiche questo microrganismo risulta un contaminante delle produzioni lattiero casearie.



L'attività dell'acqua subisce un decremento nel corso della sperimentazione stabilizzandosi tra 0,968-0,966 tra i 30 e i 60 giorni di maturazione.

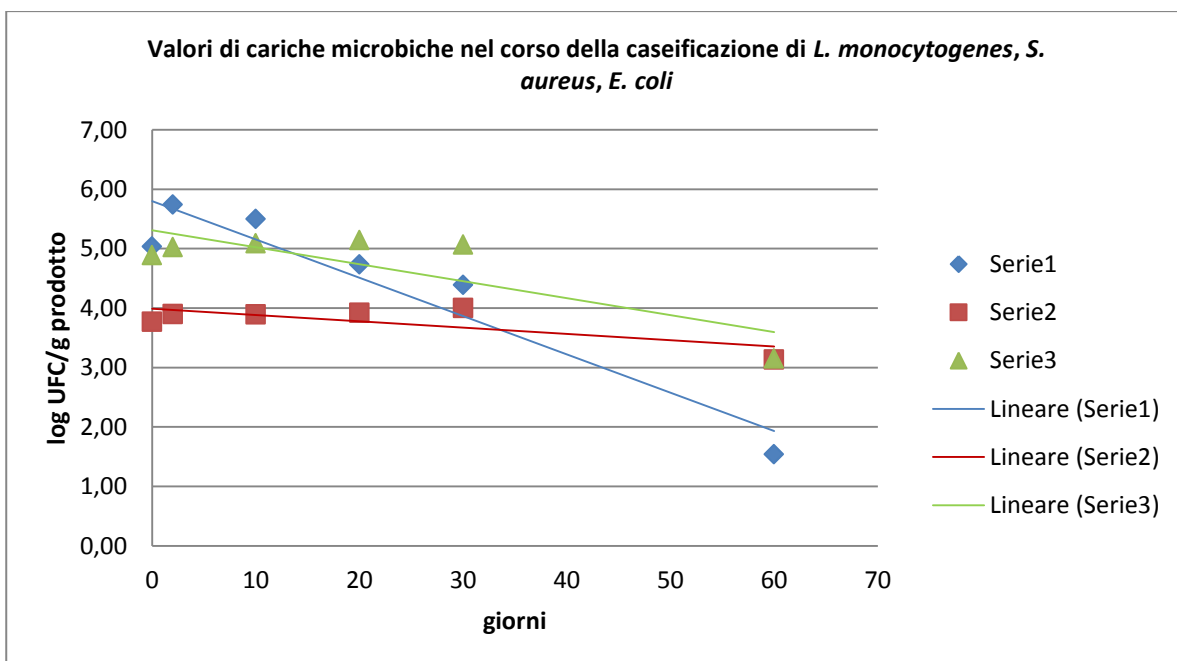


Dai risultati ottenuti *L. monocytogenes* mostra una maggior capacità di sopravvivenza rispetto agli altri patogeni analizzati.

Le fasi tecnologiche che avvengono in caldaia (temperatura latte, temperatura di cottura, flora lattica competitiva) non sono sufficienti a diminuire o abbattere il microrganismo patogeno nelle prime fasi di lavorazione del formaggio. Tuttavia nel corso delle successive fasi di lavorazione e maturazione intervengono una serie di fattori che rendono l'ambiente "formaggio" non idoneo alla moltiplicazione di *L. monocytogenes*. Tra questi fattori vanno ricordati la diminuzione di pH dovuta al metabolismo dei batteri lattici, la progressiva diminuzione di aw dovuta alla penetrazione del sale e alla perdita di umidità, nonché la diminuzione degli zuccheri fermentescibili, la riduzione del potenziale redox e l'aumento dello stress osmotico. Nel periodo di maturazione successivo (60 gg) l'ambiente che si viene a creare agisce in modo significativo sulla vitalità del microrganismo, riducendo in modo sensibile il numero di cellule vive.

L. monocytogenes si trova quindi in un ambiente prevalentemente ostile al suo sviluppo, anche se va sottolineato che nei primi 30 giorni di maturazione il microrganismo non diminuisce di concentrazione. Pertanto le lavorazioni casearie a latte crudo devono assolutamente essere fatte utilizzando latte di altissima qualità, quindi sottoposto ad una elevata frequenza di controlli microbiologici, e l'ambiente di lavorazione deve essere igienicamente pulito in maniera da non dare la possibilità a *Listeria* di colonizzare tale ambiente. Anche in questo caso un numero maggiore di controlli potrebbe essere auspicabile.

Il grafico, mostrato di seguito, riporta la tendenza del comportamento delle tre specie microbiche utilizzate come inoculo nelle caseificazioni sperimentali; come si può osservare dalle linee di tendenza *E.coli* è la specie microbica che più risente della competizione della flora lattica, dell'abbassamento dell'*aw* ; *S. aureus* presenta un comportamento intermedio, mentre *L. monocytogenes* è il microrganismo che ne risente di meno.



legenda: serie1: *E.coli*; serie 2: *L. monocytogenes*; serie 3: *S. aureus*

Fasi della lavorazione in caldaia riprodotte in laboratorio

Il processo di produzione del formaggio Latteria a partire da latte crudo, non prevede trattamenti termici, anche blandi, di risanamento del latte. Di conseguenza la salubrità del prodotto è regolata dal delicato equilibrio di competizione tra le varie specie microbiche, soprattutto dal ruolo dei batteri lattici che vengono trasferiti nel latte in elevatissima concentrazione attraverso l'aggiunta dell'innesto.

In queste prove sperimentali eseguite in laboratorio abbiamo voluto ricreare le fasi di lavorazione del latte in caldaia per osservare se il processo poteva influenzare lo sviluppo di microrganismi in particolare i microrganismi patogeni utilizzati nelle caseificazioni sperimentali.

E' stato quindi utilizzato latte crudo proveniente da un unico produttore con aggiunta di innesto fornito da uno dei caseifici selezionati, sono quindi stati preparati gli inoculi di miscele di ceppi appartenenti alle specie *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella enteritidis*. In queste condizioni si è simulato il processo che avviene in caldaia, controllando i tempi, le temperature e i pH raggiunti fino al momento in cui la cagliata dovrebbe essere estratta e separata dal siero. Le temperature di cottura raggiunte in questa fase corrispondono ai valori più alti registrati nelle lavorazioni dei caseifici selezionati.

Escherichia coli

1° Simulazione fasi lavorazione in caldaia	ore	pH	Temperatura °C	<i>E.coli</i> UFC/mL
aggiunta innesto (concentrazione iniziale)	10.34	6,78	21	2800
aggiunta lisozima	10.57	6,64	32	
aumento a 37°C	11.22	6,61	36,9	3800
sosta x 30' a 37°C	11.43	6,6	38,2	
sosta x 30' a 37°C	11.52	6,57	38,3	
"taglio"	12.07	6,53	38,5	3500
cottura	12.27	6,49	41,9	5500
cottura	12.40	6,4	44,5	
cottura	12.50	6,38	45,8	
fine cottura	13.00	6,33	46,2	4600

2° Simulazione fasi lavorazione in caldaia	ore	pH	Temperatura °C	<i>E.coli</i> UFC/mL
aggiunta innesto (concentrazione iniziale)	9.39	6,68	20	3000
aggiunta lisozima	10.18	6,68	32	
aumento a 37°C	10.35	6,57	37	2100
sosta x 30' a 37°C	10.50	6,55	37,5	
sosta x 30' a 37°C	11.05	6,53	37,8	
"taglio"	11.20	6,51	38,2	2700
cottura	11.38	6,47	42,3	
cottura	11.48	6,45	43,8	4400
cottura	11.58	6,41	45,1	
fine cottura	12.09	6,37	46	4000

Simulazione fasi lavorazione in caldaia	pH	Temperatura °C	<i>E.coli</i> log UFC/mL latte
aggiunta innesto (concentrazione iniziale)	6,73	20,5	3,46
fine cottura	6,35	46,1	3,63

Considerando che la durata delle operazioni in caldaia è di circa 2,5 ore; se valutiamo i valori medi tra inizio processo e fine cottura si osserva che il pH scende di circa 0,35 unità di pH, mentre *E. coli* si mantiene agli stessi valori. Dai dati ottenuti, il processo in caldaia non inibisce lo sviluppo del microrganismo inoculato.

Staphylococcus aureus

1° Simulazione fasi lavorazione in caldaia	ore	pH	Temperatura °C	<i>S. aureus</i> UFC/mL
aggiunta innesto (inoculo iniziale)	10.16	6,84	20,2	4900
aggiunta lisozima	10.47	6,68	32,2	
aumento a 37°C	11.03	6,67	37	4100
sosta x 30' a 37°C	11.33	6,62	38,2	
"taglio"	11.48	6,6	38,5	4300
cottura	12.05	6,52	40,7	
cottura	12.22	6,45	44,5	4600
cottura	12.30	6,43	45,1	
cottura	12.36	6,41	45,8	
fine cottura	12.40	6,35	46,1	9800

2° Simulazione fasi lavorazione in caldaia	ore	pH	Temperatura °C	<i>S. aureus</i> UFC/mL
aggiunta innesto (inoculo iniziale)	10.16	6,69	20	3100
aggiunta lisozima	10.44	6,61	32	
aumento a 37°C	10.59	6,56	36,9	3800
sosta x 30' a 37°C	11.30	6,55	37,7	
"taglio"	11.45	6,51	38,1	4200
cottura	12.03	6,5	40,3	
cottura	12.08	6,47	42,3	
cottura	12.18	6,46	43,9	3400
cottura	12.25	6,43	45,2	
fine cottura	12.36	6,35	45,8	3700

Simulazione fasi lavorazione in caldaia	pH	Temperatura °C	<i>S. aureus</i> log UFC/mL
aggiunta innesto (inoculo iniziale)	6,77	20,1	3,59
fine cottura	6,35	46,0	3,78

Anche per *S. aureus* il tempo di sosta in caldaia non ha determinato alcun effetto sulla sua presenza nel latte.

Listeria monocytogenes

1° Simulazione fasi lavorazione in caldaia	ore	pH	Temperatura °C	<i>L. monoc.</i> UFC/mL
aggiunta innesto (concentrazione iniziale)	9.52	6,73	21	300
aggiunta lisozima	10.23	6,65	32,2	
aumento a 37°C	10.45	6,58	37	700
sosta x 30' a 37°C	11.15	6,56	37,8	
"taglio"	11.30	6,48	38	210
cottura	11.48	6,4	40,6	
cottura	12.01	6,39	42,8	190
cottura	12.10	6,38	45,3	
fine cottura	12.22	6,25	45,7	600

2° Simulazione fasi lavorazione in caldaia	ore	pH	Temperatura °C	<i>L. monoc.</i> UFC/mL
aggiunta innesto (concentrazione iniziale)	10.14	6,71	20	100
aggiunta lisozima	10.35	6,65	32	
aumento a 37°C	10.55	6,64	36,9	400
sosta x 30' a 37°C	11.24	6,64	38,2	
"taglio"	11.43	6,59	38,3	150
cottura	12.03	6,49	42,8	
cottura	12.15	6,37	44,9	110
cottura	12.25	6,32	45,8	
fine cottura	12.34	6,3	45,9	50

Simulazione fasi lavorazione in caldaia	pH	Temperatura °C	<i>L. monoc.</i> log UFC/mL
aggiunta innesto (concentrazione iniziale)	6,71	20	2,30
fine cottura	6,50	45,8	2,51

Anche per questo microrganismo il comportamento è lo stesso; temperatura e pH in fase di lavorazione in caldaia non influiscono sullo sviluppo o inibizione di *Listeria*.

Salmonella enteritidis

Simulazione fasi lavorazione in caldaia	ore	pH	Temperatura °C	Salm. ent. UFC/mL
aggiunta innesto (concentrazione iniziale)	11.44	6,82	20	500
aggiunta lisozima	12.13	6,71	32,8	
aumento a 37°C	12.28	6,71	37	200
sosta x 30' a 37°C	13.08	6,66	38,3	
"taglio"	13.24	6,54	38,5	10
cottura	13.37	6,5	41	
cottura	13.52	6,43	44,6	20
cottura	14.00	6,35	45,2	
fine cottura	14.15	6,33	45,7	10

Simulazione fasi lavorazione in caldaia	ore	pH	Temperatura °C	Salm. ent. UFC/mL
aggiunta innesto (concentrazione iniziale)	10.15	6,66	20	3000
aggiunta lisozima	10.57	6,56	31,9	
aumento a 37°C	11.02	6,53	37,3	1100
sosta x 30' a 37°C	11.50	6,50	38,5	
"taglio"	12.05	6,43	38,7	1500
cottura	12.17	6,39	41	
cottura	12.30	6,34	43,8	1200
cottura	12.38	6,31	45	
fine cottura	12.50	6,21	46	130

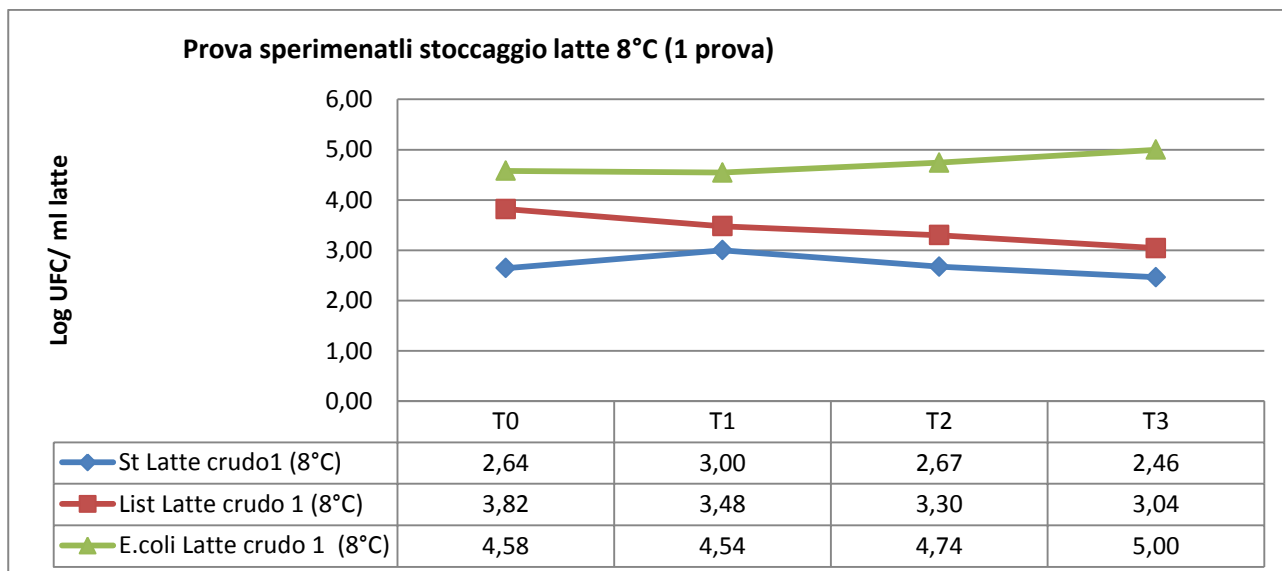
Simulazione fasi lavorazione in caldaia	pH	Temperatura °C	Salm.ent. log UFC/mL
aggiunta innesto (concentrazione iniziale)	6,74	20,0	-
fine cottura	6,27	45,9	-

Questo microrganismo sembrerebbe subire l'influenza della temperatura e del pH in caldaia. Dai risultati ottenuti *Salmonella* diminuirebbe di circa 1 log nel corso del processo in caldaia. Nella tabella riassuntiva sopra riportata non è stato possibile inserire la media dei valori perché le cariche iniziali di *Salmonella* differivano di 1 log. Osservando comunque le singole tabelle le due prove confermano lo stesso risultato.

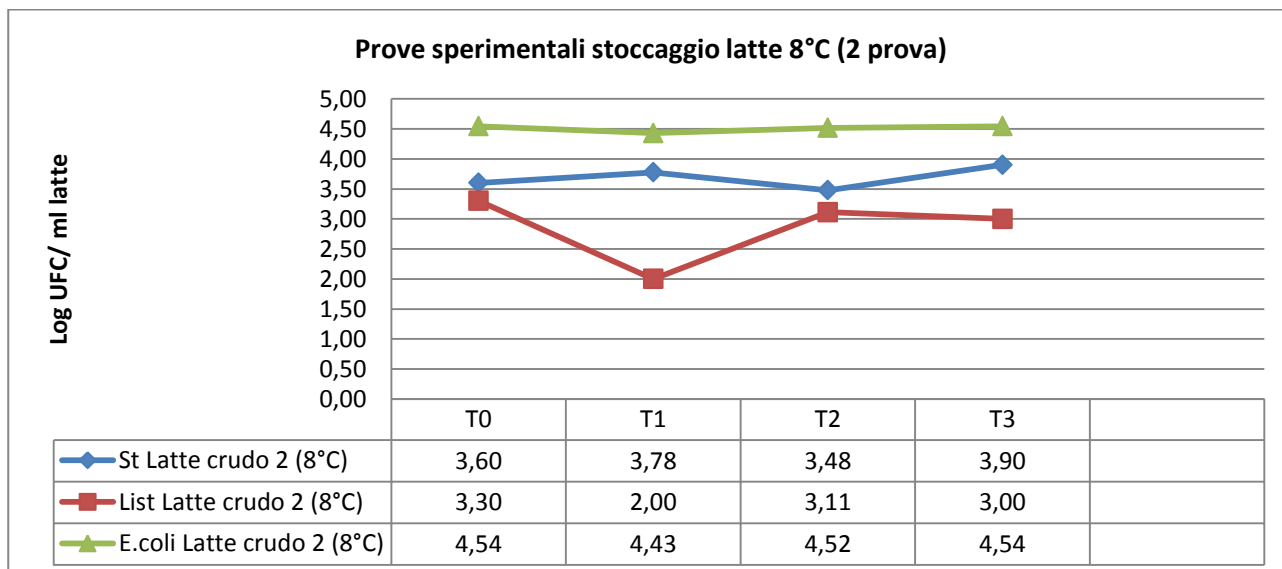
Prove sperimentali di stoccaggio del latte a diverse temperature

Sono state fatte delle prove di stoccaggio con latte inoculato da diversi microrganismi patogeni quali *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* e *Staphylococcus aureus* a diverse temperature (8°C, 10°C, 12°C) per tempi diversi. I microrganismi sono stati incubati in latte crudo (scelta di un latte di ottima qualità con basse cariche microbiche).

Temperatura stoccaggio 8°C:



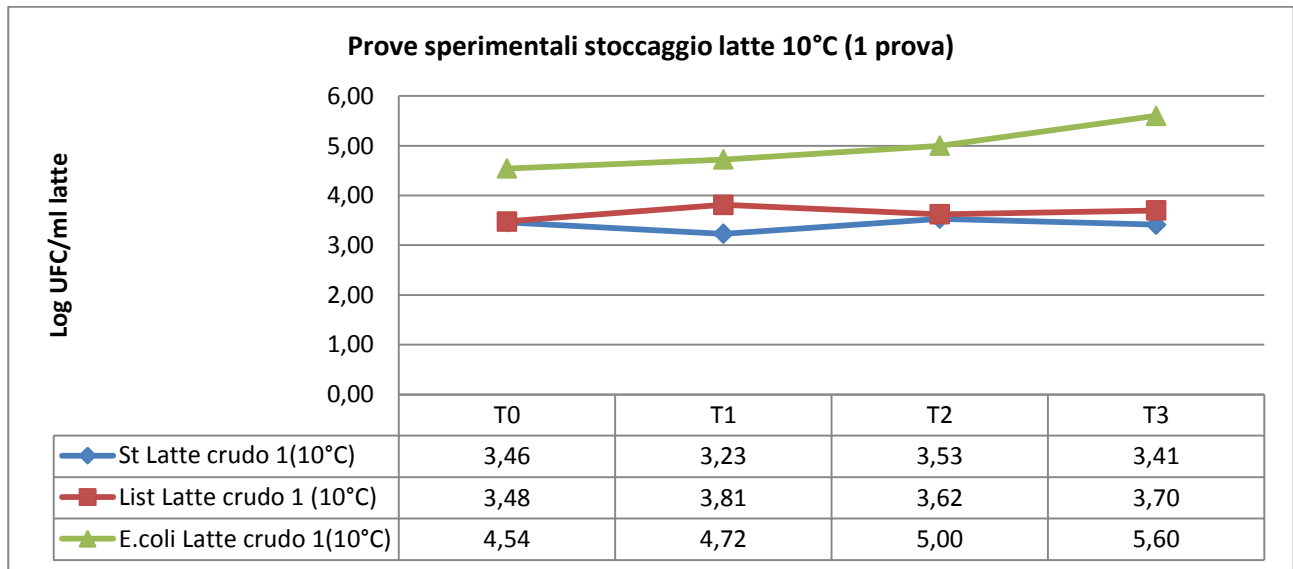
Legenda: T0= tempo 0 ; T1= 18 ore stoccaggio; T2= 24 ore stoccaggio; T3=42 ore stoccaggio



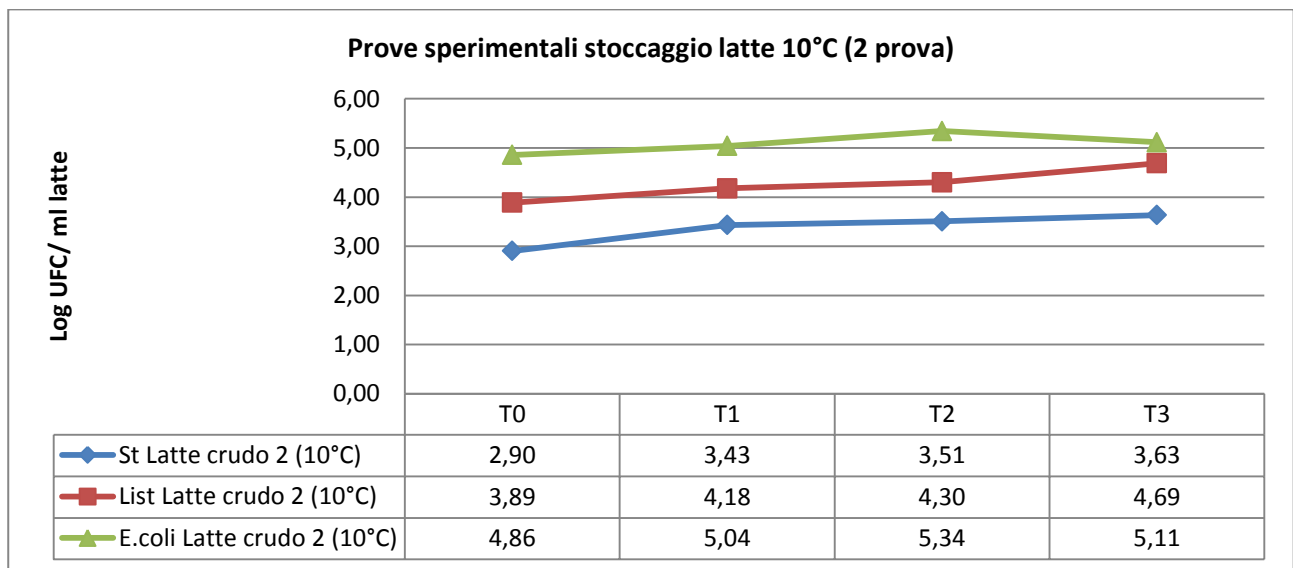
Legenda: T0= tempo 0 ; T1= 18 ore stoccaggio; T2= 24 ore stoccaggio; T3=42 ore stoccaggio

Da questi grafici si può osservare che non vi è moltiplicazione microbica nel corso del periodo di stoccaggio.

Temperatura di stoccaggio 10°C



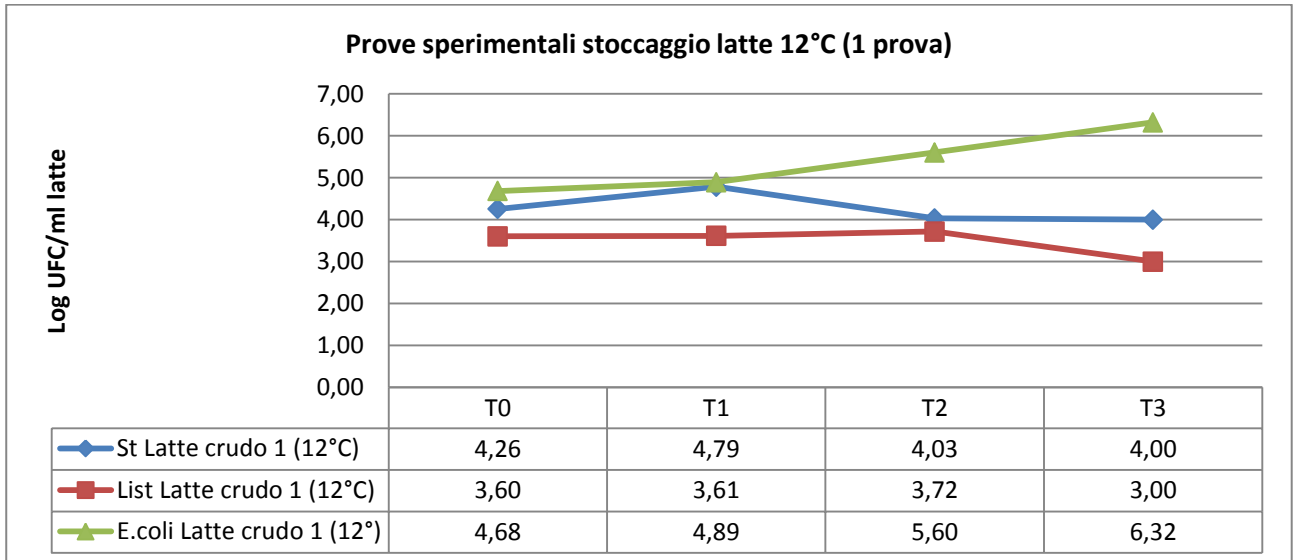
Legenda: T0= tempo 0 ; T1= 18 ore stoccaggio; T2= 24 ore stoccaggio; T3=42 ore stoccaggio



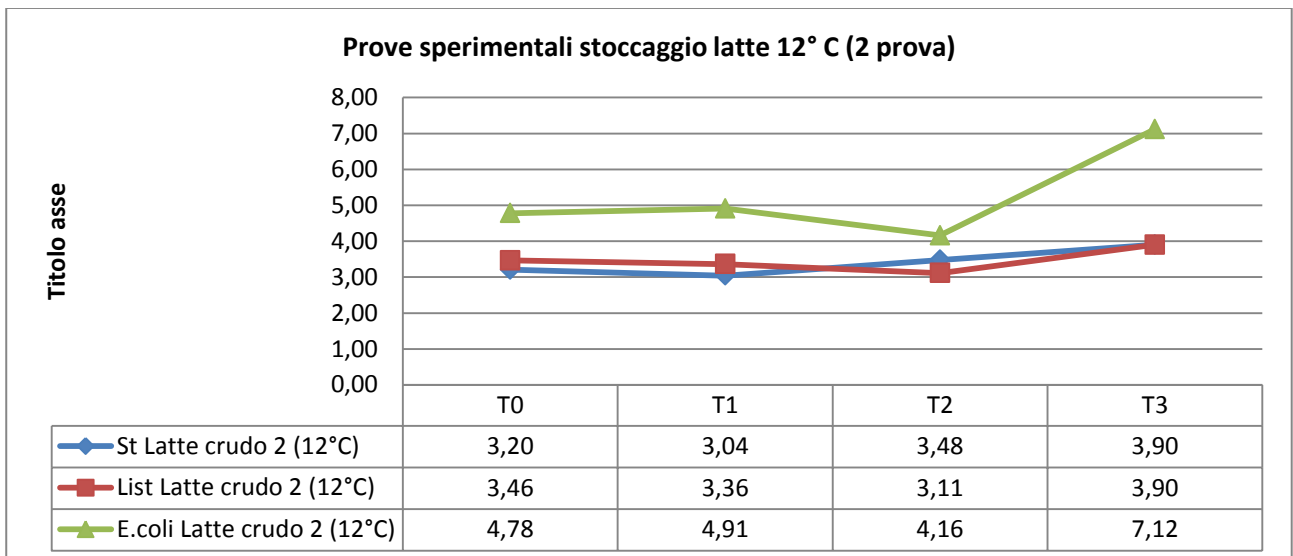
Legenda: T0= tempo 0 ; T1= 18 ore stoccaggio; T2= 24 ore stoccaggio; T3=42 ore stoccaggio

Dai grafici si può osservare che *L. monocytogenes* e *S. aureus* tendono a non moltiplicarsi nelle prime ore di stoccaggio ed il loro adattamento inizia nelle ore successive (comportamento più marcato descritto dal grafico relativo alla 2 prova), mentre *Escherichia coli* inizia una lenta moltiplicazione (soprattutto osservabile nel grafico nella 1 prova).

Temperatura stoccaggio 12°C



Legenda: T0= tempo 0 ; T1= 18 ore stoccaggio; T2= 24 ore stoccaggio;T3=42 ore stoccaggio



Legenda: T0= tempo 0 ; T1= 18 ore stoccaggio; T2= 24 ore stoccaggio;T3=42 ore stoccaggio

Anche in questo caso l'indice microbico che si adatta meglio al substrato a queste condizioni di temperatura è *Escherichia coli* che quindi inizia a moltiplicarsi tra le 24 ore e 42 ore di sosta.

Risulta quindi importante una temperatura corretta di stoccaggio del latte soprattutto se questo è destinato a caseificazioni in cui non è previsto trattamento termico.

Dati sulla contaminazione di superfici e aria confinata degli ambienti dei caseifici

La contaminazione ambientale riveste un ruolo importante poiché attraverso le particelle sospese nell'aria e le particelle che si depositano sulle superfici può aumentare il grado di contaminazione dei luoghi in cui avvengono le trasformazioni degli alimenti. Il prodotto quindi può subire una contaminazione dovuta ai microrganismi presenti nell'ambiente.

Particolare attenzione deve quindi essere posta a lavorazioni in cui non ci sono dei metodi drastici di abbattimento della carica microbica (es. alte temperature) come ad esempio questo tipo di caseificazioni in cui la lavorazione viene fatta con latte crudo e le temperature di cottura in caldaia sono al massimo intorno ai $45^{\circ} \pm 1C$.

In questa sperimentazione si è scelto di valutare il grado di contaminazione ambientale delle superfici di piani di lavoro e di attrezzature, e la contaminazione microbica dell'aria confinata di un unico locale o più spazi di lavorazione. Il grado di contaminazione delle superfici, inoltre, consente di verificare se il piano di sanificazione è efficace, ovvero se i prodotti utilizzati sono efficaci e sono usati secondo una corretta procedura.

Le analisi della contaminazione dell'aria e delle superfici sono state fatte presso i cinque caseifici selezionati e le superfici analizzate erano superfici pulite. I valori dei risultati ottenuti dal campionamento delle superfici sono stati espressi in UFC/25 cm². I dati ottenuti dai campionamenti dell'aria sono espressi in UFC/m³ di aria e derivano dalla media di cinque prelievi ottenuti in cinque punti differenti del locale.

Sono stati fatti campionamenti di superfici per la ricerca di *Listeria monocytogenes* (6 punti di campionamento per ogni caseificio e per le due visite effettuate); tutti i campioni analizzati sono risultati negativi.

1° caseificazione Brazzacco

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
parete	< 1	< 1	< 1	5	30
parete cella stagionatura	< 1	< 1	< 1	< 1	< 5
piatto pressa	< 1	< 1	< 1	> 200	> 200
vasca affioramento	< 1	30	< 1	< 1	5
caldaia pulita	< 1	< 1	< 1	< 1	120

dati espressi in UFC/ 25 cm²

2° caseificazione Brazzacco

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
parete	< 1	25	5	5	> 200
parete cella stagionatura	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
piatto pressa	< 1	< 1	< 1	> 200	> 200
vasca affioramento	< 1	10	5	< 1	10
caldaia pulita	< 1	5	5	< 1	120

dati espressi in UFC/ 25 cm²

1° caseificazione Cividale

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
piano pressa	<1	<1	<1	> 200	> 200
fascera plastica	<1	<1	<1	5	4
parete vicino polivalente	<1	<1	<1	3	5
parete zona salatura	<1	<1	<1	2	> 200
caldaia polivalente	<1	45	<1	15	4

2° caseificazione Cividale

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
Caldaia	<1	<1	<1	12	7
Fascera plastica	<1	3	5	3	> 200
Piano pressa	<1	<1	<1	<1	<1
Parete vicino polivalente	<1	<1	<1	<1	<1
Parete	<1	<1	<1	<1	<1

1° caseificazione Fagagna

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
parete cella stagionatura	<1	<1	<1	128	<1
stampo plastica cagliata	<1	<1	<1	4	<1
parete sotto finestra	<1	<1	<1	2	10
piano acciaio pressatura pulita	<1	<1	<1	<1	<1
fascera acciaio pulita	<1	<1	<1	<1	5

2° caseificazione Fagagna

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
Piano pressatura	<1	<1	<1	5	5
Parete	<1	<1	<1	25	<1
Esterno tank per siero grasso	<1	<1	<1	5	<1
Taglia cagliata	<1	<1	<1	10	5
Tela	<1	<1	<1	10	<1

1° caseificazione Budai

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
piatto pressa	<1	12	<1	4	15
parete	<1	<1	<1	5	5
fascera alluminio	<1	<1	<1	<1	<1
piano inox pressatura	<1	<1	<1	5	<1
piano zona salatura	<1	<1	<1	8	<1

2°caseificazione Budai

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
stampo plastica	< 5	2	<1	3	<1
piastrella	<1	<1	<1	5	<1
fascera	< 5	<1	<1	< 5	8
piano inox press.	<1	<1	<1	4	5
piano salatura	< 5	5	<1	2	<1

1°caseificazione Mortegliano

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
caldaia non in uso	<1	<1	<1	140	4
disco pressa non in uso	<1	120	<1	>200	<1
fascia acciaio pressatura	<1	<1	<1	>200	>200
maniglia cella	<1	<1	<1	<1	32
parete zona lavorazione	<1	<1	<1	90	<1

2°caseificazione Mortegliano

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti
parete zona lavorazione	<1	<1	<1	4	<1
piano pressa	<1	30	12	<1	>200
stampo	<1	15	15	>200	<1
tela	<1	6	<1	<1	5
vasca conferimento latte	<1	<1	<1	20	5

Per quanto riguarda la situazione ambientale legata allo stato di igiene delle superfici risulta buona per tutti i caseifici. Come limiti di cariche microbiologiche possono essere presi come indicativi questi valori (riferiti a 25 cm²):

- microrganismi considerati patogeni assenza dalle superfici;
- coliformi totali: <10 indicano uno stato igienico buono; <25 sufficiente stato igienico; >250 stato igienico insufficiente
- conta batterica totale: < 5 ottimo grado di pulizia; <25 grado di igiene buono; <250 grado di igiene buono; >250 grado di igiene insufficiente.

In qualche caso (es: Mortegliano) vi è una situazione che potrebbe essere migliorata, le cause potrebbero essere attribuite al fatto che in quello stabilimento lavorano parecchie persone e inoltre vengono contemporaneamente preparate diverse tipologie di prodotti caseari. Il rischio di contaminazioni inevitabilmente potrebbe aumentare, di conseguenza nei periodi di lavoro in cui vi sono lavorazioni a rischio come quelle a latte crudo vi dovrebbe essere un'attenzione maggiore. Alcuni valori di cariche alte si osservano per i lieviti.

Grado di contaminazione dell'aria confinata dei locali

1° caseificazione Brazzacco

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locali	867	27	311
stagionatura	< 16	16	< 16

2° caseificazione Brazzacco

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locali	985	700	< 20
stagionatura	350	> 3000	< 20

1° caseificazione Cividale

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locale	623	1200	1200

2 caseificazione Cividale

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locale	623	1200	1200

1° caseificazione Fagagna

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locale	30	150	30

2° caseificazione Fagagna

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locale	1300	300	<30

1° caseificazione Budai

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locale	1200	3000	30

2° caseificazione Budai

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locale	1800	1300	30

1° caseificazione Mortegliano

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locale	2500	2200	2400

2° caseificazione Mortegliano

	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locale	250	110	30

I valori delle contaminazioni ambientali sono piuttosto elevati in tutti i caseifici. Per quanto riguarda conta batterica totale e lieviti, un ambiente con un qualità dell'aria ottima viene considerato un locale che ha una carica microbica $<100 \text{ UFC/m}^3$.

Lavorazione formaggio Caciotta

Le lavorazioni della Caciotta a latte crudo sono sempre meno diffuse, pertanto la sperimentazione è stata ridotta ad alcuni campioni. I dati forniscono comunque alcune indicazioni sullo stato igienico sanitario degli ambienti e del processo di lavorazione.

In tutti i campioni analizzati non è mai stata riscontrata la presenza di *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* spp.

Caseificio Paludo (Fagagna)

Campioni	Conta batterica totale	Coliformi totali	Coliformi fecali	Lattobacilli mesofili	Lattococchi termofili	Stafilococchi coagulasi +
Latte crudo	5,15	1,48	4,08	5,48	5,85	2,71
Innesto	-	3,40	2,30	5,85	8,91	-
Latte in caldaia	7,04	2,00	3,90	5,00	7,20	2,48
Formatura	5,64	3,00	3,53	6,00	8,15	<10
t 20	5,30	3,78	2,60	8,00	8,93	2,30

Campioni Aria confinata	Conta batterica totale	Muffe	lieviti
locale	413	30	15

dati espressi in m³ aria

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti	Conta batterica totale
interno caldaia	< 10	< 10	< 10	< 5	< 5	12
piastrella	10	650	< 10	< 5	2000	2000
piano inox pressa	< 10	1400	40	< 5	260	1000

dati espressi in 25 /cm² aria

Caseificio S. Osvaldo (Udine)

Campioni	Conta batterica totale	Coliformi totali	Coliformi fecali	Lattobacilli mesofili	Lattococchi termofili	Stafilococchi coagulasi +
Latte crudo	4,89	3,45	<1	3,60	4,71	<1
Innesto	-	2,00	2,00	4,30	8,74	-
Innesto stracchino	-	<1	<1	3,00	7,91	-
Formatura	5,00	<1	1,00	4,51	7,97	2,48
t 20	6,08	4,88	5,72	6,85	7,94	1,95

Campioni aria confinata	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locale	1340	720	20

dati espressi in m³ aria

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Conta batterica totale	Lieviti
piastrella parete	< 10	700	< 10	< 5	200	320
piano inox pressa	< 10	210	< 10	< 5	200	<5
stampo caciotta	< 10	10	< 10	250	200	<5

dati espressi in 25 /cm²

Caseificio Zoff (Cormons)

Campioni	Conta batterica totale	Coliformi totali	Coliformi fecali	Lattobacilli mesofili	Lattococchi termofili	Stafilococchi coagulasi +
Latte	5,15	1,36	0,80	3,50	4,80	2,15
Innesto		<1	<1	4,79	8,97	-
Latte in caldaia	5,48	<1	2,78	3,40	7,86	<1
Formatura	5,23	1,48	2,70	3,00	7,30	2,60
t 20	5,18	<1	1,00	4,30	7,22	3,48

Superfici	Stafilococchi coagulasi +	Coliformi totali	Coliformi fecali	Muffe	Lieviti	Conta batterica totale
interno caldaia	< 10	< 10	< 10	5	5	190
interno bidone latte	< 10	< 10	< 10	< 5	< 5	200
piatto pressa alluminio	< 10	< 10	< 10	5	140	210

dati espressi in 25 /cm²

Campioni aria confinata	Conta batterica totale	Muffe	Lieviti
locali	1600	100	10

dati espressi in m³ aria

Le cariche microbiche di alcuni indici igienici risultano elevate per i caseifici di S. Osvaldo e Paludo; anche la situazione igienica sia di aria che di superfici lascia supporre che ci sia scarsa attenzione alle operazioni di pulizia. Nel caseificio Zoff viene evidenziata una realtà migliore, più controllata con indici microbiologici contenuti; anche la situazione igienico sanitaria è buona.

Udine 29.11.2012

Il Responsabile Scientifico del progetto
Dr.ssa Maifreni Michela