



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO**  
**FACOLTÀ DI SCIENZE AGRARIE E ALIMENTARI**  
**CORSO DI LAUREA IN**  
**VALORIZZAZIONE E TUTELA DELL'AMBIENTE E**  
**DEL TERRITORIO MONTANO**

**Caratteristiche e problematiche**  
**della produzione di formaggi caprini in montagna**

Relatore: Alberto Tamburini

Elaborato Finale di: Li Moli Giulia

Matricola 927121

Anno accademico: 2020/2021



# Indice

Riassunto	5
Capitolo 1- Introduzione	8
1.1. La capra	8
1.2. Consistenze del numero di capre nel mondo, in Europa e in Italia	9
1.3. La situazione zootecnica in Lombardia	12
1.4. L'allevamento caprino	14
1.4.1. Allevamento caprino nelle Alpi	16
1.5. Il prodotto di capra	17
1.5.1. Il latte di capra	18
1.5.2. Differenze con il latte vaccino	20
1.5.2. La carne di capra	21
Capitolo 2 – Scopo dell'elaborato	22
Capitolo 3 – Materiali e metodi	23
3.1. Materiali	23
3.2. Metodi	25
Capitolo 4 – Risultati	26
4.1. Inquadramento meteorologico	26
4.2. Produzione di formaggella	29
4.2.1. Formaggella prodotta con latte di vacca e di capra	29
4.2.2. Formaggella prodotta con latte di capra	31
4.2.3. Formaggella prodotta con latte di vacca	33
4.2.4. Formaggella prodotta nel periodo “fresco”	35
4.2.5. Formaggella prodotta nel periodo “caldo”	37
4.3. Produzione di formaggio stagionato	38
4.3.1. Formaggio stagionato prodotto con latte di capra e di vacca	38
4.3.2. Formaggio stagionato prodotto con latte di capra	40
4.3.3. Formaggio stagionato prodotto con latte di vacca	42
4.3.4. Formaggio stagionato prodotto nel periodo “fresco”	43
4.3.5. Formaggio stagionato prodotto nel periodo “caldo”	45
4.4. Analisi qualitative del latte	47
4.5. Razione	51
4.6. Conto economico	53
Capitolo 5 – Conclusioni	55

Bibliografia	57
Ringraziamenti	60

# Riassunto

Il territorio lombardo è per più del 40% montuoso rispetto alla superficie totale e il numero di allevamenti caprini presenti nella Lombardia montana risulta essere maggiore rispetto alle fasce altimetriche di collina e pianura. Questo è strettamente legato a caratteristiche della capra, definita come “alimentatore opportunista”, in quanto ha un’elevata capacità di adattamento all’ambiente, derivante dalle sue caratteristiche comportamentali, in quanto è in grado di diversificare le sue fonti alimentari grazie all’esperienza acquisita. Grazie a queste caratteristiche la capra assume quello che viene definito “valore ecologico”, poiché il pascolo dei caprini permette di recuperare aree con fitta vegetazione arbustiva e spinosa, riducendo anche presenza del sottobosco che potrebbe portare al rischio di incendi.

Relativamente alla produzione di latte di capra, la domanda di questo prodotto è aumentata per una maggiore consapevolezza dei consumatori, soprattutto per coloro che sembrano affetti da allergie al latte vaccino o da disturbi gastrointestinali e che sostituiscono con successo il latte di vacca con quello caprino. Il latte caprino è spesso trasformato in caseifici aziendali, così come è avvenuto nel caseificio dell’azienda agricola a conduzione familiare presa in esame, sita a Vezza d’Oglio in Valcamonica, che alleva capre di razza Camosciata, parallelamente ad un allevamento di bovine Brune da latte.

Lo scopo di questo elaborato è stato lo studio delle caratteristiche di lavorazione del latte caprino e la trasformazione in formaggi stagionati e formaggelle, con particolare riguardo alle problematiche che possono sorgere in questi processi.

La temperatura ambientale dei locali di caseificazione è stata influenzata dalle temperature esterne e questo ha mostrato effetti sulle lavorazioni, influenzando le temperature e i tempi necessari per i processi di maturazione e coagulazione e quelli di cottura e riposo. I prodotti ottenuti e monitorati sono stati le formaggelle e il formaggio stagionato.

Riguardo alla produzione di formaggelle, durante il periodo “fresco”, comprendente i mesi di aprile e maggio, la temperatura ambientale, pari a  $8,0 \pm 1,41^\circ\text{C}$ , ha influenzato il tempo e il calore necessario per i processi di maturazione, con durata di  $40 \pm 0$  minuti e temperatura del latte all’innesto di  $23,3 \pm 4,67^\circ\text{C}$ , e coagulazione, con durata di  $32,5 \pm 3,54$  minuti e temperatura di aggiunta del caglio di  $37,1 \pm 0,49^\circ\text{C}$ . Invece, per quanto riguarda il periodo “caldo”, comprendente il mese di giugno, il tempo di maturazione, pari a  $29,3 \pm 5,86$  minuti, è diminuito in quanto essendo la temperatura ambiente pari a

17,3±1,15°C più alta, è stato necessario meno calore e quindi meno tempo per scaldare il latte, mentre il tempo necessario alla coagulazione, pari a 35±1 minuti, è risultato maggiore. Anche la durata di cottura e di riposo è aumentata nel periodo “caldo”, pari a 12,6±0,58 minuti per la cottura e 23±3,61 per il riposo. Nel periodo “fresco” sono state invece pari a 8±0 minuti per la cottura e 5±0 minuti per il riposo.

Parlando invece della produzione di formaggio stagionato la temperatura ambientale di 7,67±1,86°C ha influenzato i tempi di cottura pari a 13,7±3,39 minuti, e di riposo pari a 24,3±4,76 minuti, nel periodo definito “fresco”, da febbraio a maggio, che sono risultati maggiori rispetto a quelli registrati per le formaggelle. Invece, per quanto riguarda il periodo “caldo”, da luglio a settembre, la temperatura ambientale di 17,3±1,15°C, non sembra aver avuto effetti evidenti sui processi di caseificazione.

Il peso delle forme ha subito variazioni attribuibili alle differenti dimensioni delle fascere utilizzate e alla manualità del casaro, mentre la resa è stata influenzata dalla variazione di quantità di latte in caldaia e dalla durata di cottura e riposo, ed in particolare la resa maggiore per quanto riguarda le formaggelle è stata pari al 11,2±2,38%, ottenuta a partire da 205±82,8 litri di latte vaccino e caprino durante il periodo “fresco”, mentre per il formaggio stagionato la resa maggiore è stata pari al 10,5±0,99%, ottenuta a partire da 238,6±49,1 litri di latte caprino.

Non si sono mostrati effetti visibili per quanto riguarda la quantità di fermenti e la quantità di caglio aggiunti, in quanto utilizzati in dosi proporzionali alla quantità di latte in caldaia. Le percentuali di grasso e proteine del latte utilizzato per la caseificazione sono state in linea con i valori standard. Per quanto riguarda la percentuale di grasso, è quella che ha avuto maggiore variabilità, passando da una percentuale del 4,15% ad aprile per poi avere un picco a giugno con 5,08% e riscendere a 3,43% a luglio. La media complessiva del grasso nel latte caprino è stata di 4,03±0,77%. Le proteine invece hanno avuto un andamento abbastanza costante durante la prova, attestandosi a una media di 3,23±0,10%. Il contenuto di lattosio, pari a 4,44±0,10%, non ha subito brusche variazioni, come era da attendersi essendo il lattosio il componente osmoticamente attivo del latte, ed è raro che abbia variazioni, a meno che non sia in atto un'infezione mammaria.

Dal conto economico calcolato sui dati dichiarati dall'azienda è emerso che l'allevamento caprino contribuisce limitatamente al sostentamento economico aziendale, poiché il reddito lordo al netto delle spese alimentari (IOFC) riesce appena a soddisfare il costo di manodopera dell'allevatrice, con valori totali medi di 24.544€ all'anno.

Possiamo comunque sottolineare che in questo difficile ambiente montano, la lavorazione del latte caprino, la sua trasformazione in prodotti di capra e la conseguente

vendita diretta risultano essere un valore aggiunto per questa azienda e ne costituiscono un'attrattiva per i clienti.

# Capitolo 1- Introduzione

## 1.1. La capra

La capra (*Capra hircus*) è un animale mammifero ruminante a ciclo poliestrionale stagionale. Il fatto che l'attività sessuale sia stagionale è strettamente collegato alla produzione durante l'anno. Ciò potrebbe essere un problema per i sistemi di produzione lattiero-casearia e per quelli di carne, il cui obiettivo è quello di avere una produzione costante durante l'anno.

L'inizio e la durata della stagione riproduttiva dipendono da vari fattori ambientali quali la latitudine, il clima e, in particolar modo, il fotoperiodo, ovvero la variazione annuale della lunghezza del giorno.

Relativamente all'apparato digerente, la capra è un poligastrico, ovvero prima del vero e proprio stomaco, ci sono tre pre-stomaci: il reticolo, il rumine e l'omaso. Lo stomaco vero prende il nome di abomaso. Le capre, così come i ruminanti in generale, vengono chiamati fermentatori craniali, in quanto hanno un sistema complesso tra l'esofago e lo stomaco vero. La differenza sostanziale tra lo stomaco e i pre-stomaci sta nel fatto che questi ultimi non sono provvisti di ghiandole. Infatti, nei pre-stomaci avviene esclusivamente una fermentazione ruminale operata da microrganismi ruminanti specifici che vivono in simbiosi con l'animale, ed un assorbimento dei prodotti di fermentazioni più piccoli (Tamburini 2021).

Le capre presentano delle caratteristiche fisiologiche che gli conferiscono un vantaggio rispetto agli altri ruminanti consentendogli di adattarsi a condizioni ambientali difficili, quali le loro ridotte dimensioni corporee, la struttura del vello e la loro efficienza digestiva. Grazie a queste qualità sono in grado di sopravvivere in condizioni climatiche sfavorevoli (Gaughan et al. 2019).

Illustrata in Tabella 1 la classificazione sistematica della capra.



<b>Regno</b>	Animalia
<b>Classe</b>	Mammalia
<b>Ordine</b>	Artiodactyla
<b>Superordine</b>	Ungulata
<b>Sottordine</b>	Ruminantia
<b>Famiglia</b>	Bovidae
<b>Sottofamiglia</b>	Caprinae
<b>Genere</b>	<i>Capra</i>
<b>Specie</b>	<i>C. hircus</i>

Tabella 1: Classificazione sistematica della capra. (Wilson e Reeder 2005)

## 1.2. Consistenze del numero di capre nel mondo, in Europa e in Italia

Nel mondo, secondo i dati riportati dalla FAO (2019, tabella 2), il totale di capi caprini per l'anno 2019 era pari a 1.094 milioni. Di questi, la percentuale maggiore è concentrata in Asia (52,6%) e in Africa (41,9%). Al terzo posto troviamo le Americhe con una percentuale del 3,59%. In Europa i caprini ammontano a 16.139.476 capi, che risulta essere l'1,48% rispetto al totale. All'ultimo posto si trova l'Oceania, con lo 0,40% sul totale (FAO 2019).

Continente	Numero di capre	Percentuale
Africa	458.815.721	41,9%
Americhe	39.248.509	3,59%
Asia	575.537.616	52,6%
Europa	16.139.476	1,48%
Oceania	4.326.973	0,40%

Tabella 2: Consistenza del numero di capre nel mondo. Fonte: FAO 2019

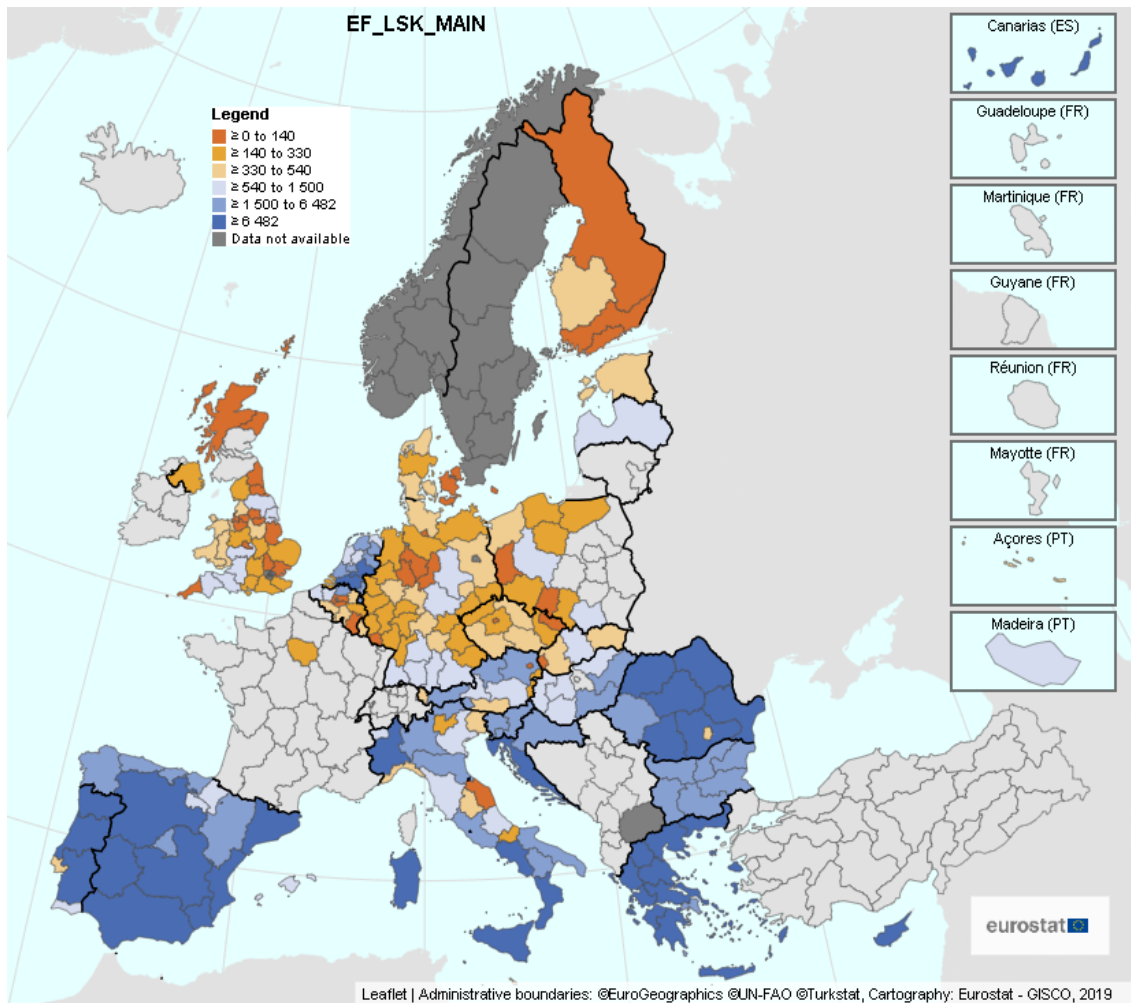


Figura 1: Consistenza del numero di capre in Europa (Eurostat 2016)

In Europa (figura 1) il numero maggiore di capre si trova in Grecia, per un totale di 3.541.680 capi. Al secondo posto troviamo la Spagna (2.490.680 capi), al terzo la Romania (1.372.790 capi), al quarto la Francia (1.014.380 capi). Al quinto posto troviamo l'Italia (Eurostat 2016).

In Italia (tabella 3) il numero totale di caprini nel 2020 ammontava a 1.065.712 capi. Di questi, troviamo che il numero maggiore è concentrato nella regione Sardegna con 278.747 capi, pari al 26,2% sul totale. Al secondo posto troviamo la Calabria, con 118.005 capi, pari all'11,1% sul totale. Nonostante il numero di caprini sia più elevato nel mezzogiorno, al terzo posto troviamo la Lombardia, con 106.630 capre, pari al 10% sul totale (ISTAT 2020).

In Italia vi sono varie tipologie di allevamenti caprini. Si va dagli allevamenti di tipo intensivo, analogo alle realtà per vacche da latte ad alta produzione, ad allevamenti di tipo estensivo con pascoli naturali presenti soprattutto in aree montane e collinari. Questo è molto legato sia alla grande adattabilità di questi animali, sia alla varietà di razze presenti (Avondo 2014).

Regione	Numero di capre	Percentuale	Regione	Numero di capre	Percentuale
Piemonte	78.371	7,4%	Marche	15.948	1,5%
Valle d'Aosta	5.643	0,5%	Lazio	36.207	3,4%
Liguria	7.727	0,7%	Abruzzo	25.331	2,4%
Lombardia	106.639	10,0%	Molise	13.692	1,3%
Trentino	39.034	3,7%	Campania	46.680	4,4%
Veneto	24.216	2,3%	Puglia	51.477	4,8%
Friuli	6.922	0,6%	Basilicata	61.320	5,8%
Emilia	24.235	2,3%	Calabria	118.005	11,1%
Toscana	25.250	2,4%	Sicilia	93.892	8,8%
Umbria	6.376	0,6%	Sardegna	278.747	26,2%

Tabella 3: Consistenza capi caprini in Italia (ISTAT 2020).

### 1.3. La situazione zootecnica in Lombardia

Ogni allevamento evidenzia diverse caratteristiche che variano in base all'area di produzione, come le zone di montagna, di pianura o di collina. In particolare, la Lombardia presenta una superficie di 23.860 km<sup>2</sup> di cui il 47% del territorio è pianeggiante, il 12% collinare e il 41% montuoso (Regione Lombardia 2020).

In Lombardia vi erano nel 2010 54.333 aziende agricole attive, che rappresentano il 3,3% del totale nazionale (ISTAT 2013). Il numero di aziende agricole in relazione alla zona altimetrica è risultato maggiore in pianura rispetto alla montagna. In pianura, secondo i dati relativi al 6° censimento generale dell'agricoltura in Lombardia, nel 2010 vi erano 30.004 aziende agricole, rispetto alle 12.768 aziende agricole montane.

Dal 2000 al 2010 le aziende agricole in montagna sono diminuite da 16.858 a 12.768, con una variazione percentuale pari al -24,3%.

Parlando invece di allevamenti lombardi, la loro consistenza rappresenta il 10% di quella nazionale e il 27,5% del patrimonio zootecnico in termini di Unità Bestiame Adulto (UBA), unità di misura che permette di considerare unitamente le diverse specie allevate (ISTAT 2013).

Le aziende con allevamenti si distribuiscono principalmente tra pianura e montagna. In particolare, gli allevamenti in pianura sono il 47,8% mentre in montagna sono pari al 34,6%. Anche in questo caso possiamo notare come gli allevamenti attivi si concentrino principalmente in pianura. Ciò a dimostrazione del fatto che la Lombardia e, più nello specifico la Pianura Padana, è altamente vocata all'agricoltura e all'allevamento. Questo fatto deriva da una lunga evoluzione. Infatti, dopo la Seconda Guerra Mondiale in Pianura Padana la maggior parte degli allevamenti era di piccole dimensioni, la conduzione era familiare, il lavoro era manuale, così come la mungitura, che veniva effettuata sul posto. Venivano allevate razze non specializzate e anche specie differenti, per incrementare il reddito. Infine, vi era una bassa produzione per ettaro. Si parlava infatti di allevamento estensivo.

Negli anni '50-60 tuttavia ci sono stati molti miglioramenti, sia in termini economici che tecnici. Per quanto riguarda i fattori economici vi è stato un aumento della domanda interna dei prodotti di origine animale e il sostegno ai prezzi da parte dello stato. Come fattori tecnici sono stati predominanti la selezione e miglioramento genetico e il miglioramento delle tecniche di allevamento e di alimentazione. La combinazione di questi fattori ha fatto sì che la situazione, a inizio anni '80, sia cambiata rispetto al passato. Infatti, si è gradualmente passati da allevamenti di tipo estensivo ad allevamenti monospecifici di tipo intensivo, con razze ad alta specializzazione da latte o da carne (Tamburini 2021).

Parlando nello specifico di allevamento caprino, in Tabella 4 vengono riportate le consistenze del numero di allevamenti caprini e il numero di capi in Lombardia nella fascia altimetrica relativa alla montagna, rapportata a collina e pianura, riportati nel VI Censimento dell'agricoltura risalente all'anno 2010. Possiamo notare come il numero di aziende, così come il numero di capi, sia maggiore in montagna, rispetto alle due restanti zone altimetriche. Questo è legato a varie caratteristiche della capra, che verranno approfondite di seguito.

Fascia altimetrica	n° aziende	n° capi
Montagna	1528	37624
Collina	355	6725
Pianura	327	13356

Tabella 4: Consistenza aziende e numero di capi ripartite per fascia altimetrica. (ISTAT 2010).

## 1.4. L'allevamento caprino

La capra è stato il primo animale da allevamento ad essere addomesticato. Non a caso, la sua domesticazione è avvenuta in vicinanza della regione della Mesopotamia, culla delle prime civiltà. Ciò ha caratterizzato il fatto che la capra sia da sempre stata presente in quelli che erano gli aspetti delle società antiche. Ancora oggi la capra è importante per tanti aspetti in vari ambiti, quali religione, alimentazione, economia (Boyazoglu et al. 2005).

Dalla fine degli anni '80 all'inizio degli anni 2000, in molti paesi gli stock caprini sono diminuiti per tre motivazioni principali. Innanzitutto, per il processo di industrializzazione che ha subito l'agricoltura. Secondariamente per lo sviluppo di allevamenti bovini e ovini, ed infine, la lotta contro la desertificazione e la deforestazione, le quali venivano deputate al pascolamento eccessivo di questi animali. Nonostante questo, alla fine degli anni 2000 questa attitudine si è modificata. Negli ultimi 20 anni il numero di capre al mondo è aumentato del 58% circa e ora il numero di capre nel mondo è al terzo posto per grandezza dopo i bovini e gli ovini (Morand-Fehr et al. 2004).

Questo progresso e aumento del numero di capre nel mondo può essere spiegato da vari fattori positivi relativi a questi animali.

Innanzitutto, la capra è descritta come "*intermediate or opportunistic feeder*", ovvero un alimentatore opportunisto (Avondo 2014). Questa definizione le è stata affibbiata in quanto ha una elevata capacità di adattamento in relazione alla situazione ambientale in cui si trova. Essa, infatti, può adeguarsi a diete altamente energetiche o proteiche e a situazioni intensive o estensive con pascoli naturali con specie erbacee o arbustive. Questo è possibile poiché presenta diverse caratteristiche.

Si parla di caratteristiche comportamentali, poiché sceglie di cosa cibarsi, selezionando le parti della pianta più nutritive e scartando quelle tossiche, grazie all'esperienza acquisita. Inoltre, la capra presenta un'attitudine all'esplorazione e ha la caratteristica di

diversificare le sue fonti alimentari, adattandosi alla specie vegetale, alla fase di sviluppo vegetativo della pianta e anche al variare della vegetazione. Come implicazione possiamo notare quindi la continua variazione nella composizione della dieta. Infatti, durante la primavera vengono predilette le specie erbacee, in quanto molte specie legnose possono tardare a vegetare. Questo consumo di piante erbacee diminuisce in estate e inizio autunno quando vi è disponibilità di pascolo aereo, quindi piante arboree. Infatti, il picco di prelievo di specie arboree si ha in estate, per la presenza di foglie verdi. Successivamente in autunno inoltrato tornano ad essere predilette le specie erbacee. Le specie arbustive invece vengono consumate in ogni stagione. Gli organi delle piante di cui si cibano le capre comprendono foglie, fiori, frutti, germogli e in molti casi anche rametti (Puccio et al. 2007).

Secondariamente, si parla di aspetti fisiologici legati alla secrezione salivare e al riciclo dell'azoto (Avondo 2014).

Infine, abbiamo degli aspetti morfologici: il principale organo di prensione della capra è il labbro superiore, il quale è dotato di grande mobilità e le permette di selezionare le specie, ma soprattutto le parti di pianta che più preferisce. Oltre a questa caratteristica, come già detto, si tratta di un poligastrico, per cui il notevole sviluppo di rumine, reticolo e intestino crasso permettono una triturazione meccanica, che, associata all'attività microbica, permette alla capra una buona efficienza nella digestione e nell'assimilazione degli alimenti. Inoltre, la presenza dei pre-stomaci le permette di cibarsi di un'ampia gamma di foraggi rispetto agli altri ruminanti domestici, che comprende anche specie legnose (Puccio et al. 2007).

Oltre a ciò, avviare un allevamento di capre è molto meno dispendioso in termini di investimenti iniziali per l'acquisto di animali vivi per fondare un gregge, rispetto all'acquisto di bovini o ovini (Morand-Fehr et al. 2004). Inoltre, nei paesi in via di sviluppo dove sussiste ancora l'economia del baratto, gli allevatori possono utilizzare le capre come attività di scambio per andare a costituire miglioramenti nei loro allevamenti o nell'agricoltura (Morand-Fehr et al. 2004). Dall'altra parte, nei paesi industrializzati, la capra assume un valore ecologico. Infatti, sempre più frequentemente, le capre vengono utilizzate per recuperare aree caratterizzate dalla presenza di fitta vegetazione arbustiva e spinosa, per il successivo pascolo di ovini e bovini. Ciò ha un'altra implicazione positiva poiché in questo modo viene tolto del sottobosco che potrebbe portare al rischio di incendi (Hart 2001).

### 1.4.1. Allevamento caprino nelle Alpi

La capra per le sue caratteristiche anatomiche, fisiologiche e comportamentali è un animale particolarmente adeguato all'uso delle aree marginali della montagna (Puccio et al. 2007).

L'allevamento dei piccoli ruminanti, nel settore delle attività zootecniche nella storia delle Alpi, ha rivestito un ruolo molto importante. Inizialmente questa attività aveva l'obiettivo fondamentale di rendere disponibili aree di pascolo per animali più esigenti dal punto di vista nutrizionale, tramite il pascolamento estensivo dei piccoli ruminanti.

Tuttavia, a seguito del progressivo spopolamento delle aree montane, anche l'allevamento ha subito un ridimensionamento e ha dovuto orientarsi verso specie e razze più specializzate, per massimizzare le produzioni (Battaglini 2007).

Nelle zone montane abbiamo sia sistemi intensivi che estensivi. La differenza tra i sistemi di produzione sta nell'uso del pascolo e nel tipo genetico allevato. Riguardo al tipo genetico, i sistemi di produzione intensivi e semi-intensivi utilizzano razze come Saanen e Camosciata delle Alpi, mentre quelli estensivi prediligono razze autoctone (Corti 2007).

Lo svantaggio principale per quanto riguarda gli allevamenti intensivi senza pascolo sta nel fatto che hanno la necessità di acquistare all'esterno i foraggi, oltre al bisogno di dover utilizzare notevoli quantità di mangimi e concentrati, situazione che evidenzia problemi di impatto ambientale e ovviamente richiedono investimenti che un'azienda con autoproduzione di foraggi e utilizzo di pascoli naturali non deve sostenere. Oltre a questo, questi sistemi intensivi e semi-intensivi richiedono strutture per il ricovero degli animali, per lo stoccaggio degli alimenti destinati al bestiame, per la trasformazione del latte, le quali comportano notevoli investimenti. Il lato positivo di questi allevamenti sta nel fatto che c'è una buona utilizzazione del latte, il quale, nella maggior parte dei casi, viene lavorato direttamente in azienda (Corti 2007).

Gli allevamenti semi-intensivi ed estensivi utilizzano invece pascoli aziendali e naturali e da ciò ne deriva autosufficienza riguardo all'autoapprovvigionamento dei foraggi. I pascoli alpini vengono sfruttati con il sistema dell'alpeggio, dove la presenza di capre offre vari aspetti positivi, quali *in primis* il contenimento delle specie arbustive che vanno ad invadere il pascolo (Corti 2007). Secondariamente l'utilizzo di pascoli, e quindi foraggi naturali, conferisce al latte delle caratteristiche che, ad oggi, sono molto apprezzate dal consumatore. Lo svantaggio principale riscontrato da aziende estensive sta in un ridotto reddito che viene ricavato rispetto al lavoro disagiata di trasporto e conservazione dei foraggi e dalla lavorazione del latte (Corti 2007).



Un'altra implicazione positiva relativa all'allevamento dei piccoli ruminanti nelle zone montane sta in quelle che vengono definite "esternalità". Queste ultime vanno ad indicare il fatto che l'allevamento non solo va a produrre dei beni privati, quali ad esempio può fare il casaro nel momento in cui va a produrre il formaggio, che poi andrà a vendere. Tuttavia, oltre alla produzione di questo bene privato, il casaro, con la sua attività, andrà a svolgere altre funzioni che influenzeranno positivamente tre ambiti, quali territorio, ambiente e società. Infatti, potrà andare ad offrire quelle che prendono il nome di "esternalità positive", come ad esempio il mantenimento dell'assetto idrogeologico, servizi culturali e ricreativi, la tutela della biodiversità e del paesaggio (Battaglini 2007). Questa è quella che viene definita "multifunzionalità" dell'agricoltura e dell'allevamento. Questo concetto è stato anche ripreso nella riforma della PAC (Politica Agricola Comune) del 1999, che mira allo sviluppo sostenibile delle aree rurali.

Fatte queste considerazioni possiamo dire con certezza che anche dall'allevamento dei piccoli ruminanti potrebbero scaturire queste implicazioni positive nei tre ambiti, sociale, economico e ambientale, date dalle specie, dal territorio di allevamento e dalle produzioni locali tipiche (Battaglini 2007).

## 1.5. Il prodotto di capra

Le caratteristiche chimiche del latte caprino lo rendono adatto alla produzione di un'ampia gamma di prodotti, quali formaggio, latticello, yogurt, prodotti congelati come gelato o *frozen yogurt*, burro, dolci e caramelle. Oltre a questo, possiamo avere altri prodotti speciali per la cura della persona, come creme e prodotti cosmetici a base di latte caprino, che stanno riscontrando un notevole interesse da parte dei consumatori (Yangilar 2013).

Tuttavia, si possono ottenere prodotti di qualità solamente partendo da latte di capra di buona qualità. Infatti, l'allevamento caprino orientato alla produzione casearia permette di ottenere dei prodotti tipici, i quali possono andare a valorizzare delle microeconomie locali, ma sempre nel rispetto delle norme igienico-sanitarie (Battaglini 2007).

Il senso del gusto è il parametro principale che il consumatore utilizza quando prende decisioni relative all'acquisto di prodotti a base di latte di capra. Per questo motivo il gusto tipico del latte di capra viene considerato un attributo di qualità. Gli allevatori, quindi, possono produrre dei prodotti che ricevono quello che viene considerato un valore aggiunto in termini di caratteristiche nutrizionali e sensoriali (Yangilar 2013).

### 1.5.1. Il latte di capra

La capra è uno dei principali ruminanti che contribuisce a fornire prodotti lattiero-caseari per le popolazioni rurali, in particolare nei Paesi in via di sviluppo. La domanda di latte di capra è maggiore nell'ambito del consumo domestico. Questa domanda è aumentata per una maggiore consapevolezza dei consumatori, soprattutto per coloro affetti da allergie al latte vaccino o da disturbi gastrointestinali, che possono sostituire il latte di vacca con quello caprino (Singh et al. 2021). Nonostante questo, è molto più elevata la produzione di latte vaccino rispetto a quello caprino, con conseguente aumento del prezzo di mercato di quest'ultimo. Per questo motivo, la produzione e commercializzazione di latte di capra e dei prodotti lattiero-caseari derivati da esso è considerata una nicchia, seppur molto importante, nell'intero settore dell'industria lattiero casearia (Singh et al. 2021).

La composizione e l'attitudine alla trasformazione casearia del latte caprino variano in base a caratteristiche legate alla razza dell'animale, ai fattori ambientali, alla tecnica di allevamento, all'alimentazione e anche al momento della lattazione. Inoltre, la sua composizione lo rende consigliabile e preferibile per il consumo diretto da parte dell'uomo rispetto al latte di altre specie zootecniche (Capre.it 2021).

Il latte caprino dal punto di vista chimico è costituito da:

- **Lipidi:** sono le componenti che conferiscono caratteristiche dal punto di vista nutrizionale, fisico e sensoriale. Li troviamo raccolti in globuli lipidici in fase di emulsione nel latte. I lipidi del latte di capra sono per il 99% trigliceridi e steroli. Possiamo notare che i globuli lipidici nel latte caprino risultano essere di dimensioni e diametro inferiori rispetto a quelli presenti nel latte vaccino. Il diametro dei globuli di grasso nel latte di capra è circa 1,5-2  $\mu\text{m}$  rispetto a 2,5-3,5  $\mu\text{m}$  per quanto riguarda i globuli di grasso presenti nel latte vaccino. Per questo motivo il latte di capra risulta essere più digeribile (Singh et al. 2021). Vi è la presenza di percentuali maggiori di acidi grassi a catena corta e media (da C10 a C14, capronico, caprilico e caprinico), che conferiscono al latte e ai formaggi caprini il caratteristico odore e sapore (Capre.it 2021).
- **Sostanze azotate:** il latte caprino presenta un contenuto in proteine simile al latte vaccino (Tabella 5). A una fase micellare costituita dalle caseine si contrappone una fase in soluzione costituita dalle sieroproteine. Rispetto al latte vaccino, il latte di capra presenta valori minori di  $\alpha$ -caseina, valori maggiori di  $\beta$ -caseina e valori simili di k-caseina (Singh et al. 2021). Le caseine hanno una funzione molto importante legata ai processi di trasformazione casearia. Infatti, quando il latte

viene acidificato e portato a pH di 4,6-4,7 e a una temperatura di 20° le caseine precipitano. Questa reazione prende il nome di coagulazione lattica. Vi è un altro tipo di coagulazione chiamata presamica in cui vengono utilizzati enzimi come caglio o chimosina (Capre.it 2021).

- **Carboidrati:** il lattosio è il principale carboidrato presente nel latte caprino. Il contenuto di lattosio nel latte di capra è leggermente inferiore rispetto al latte di vacca (Tabella 5). Il lattosio è un disaccaride che viene sintetizzato da glucosio e galattosio a livello della ghiandola mammaria, e nel latte si trova in soluzione (Lad et al. 2017). Il lattosio è un componente estremamente importante nella costituzione del latte sotto vari punti di vista. Dal punto di vista nutrizionale per la presenza del galattosio, in quanto non vi sono altre fonti alimentari che lo forniscono. Il galattosio è molto importante nelle membrane delle cellule che formano il sistema nervoso. Oltre a ciò, il lattosio è importante poiché è il componente osmoticamente attivo del latte. La logica è la seguente: più energia c'è, più lattosio verrà sintetizzato, più acqua verrà escreta, più latte verrà prodotto. Infatti, le cellule alveolari sintetizzano il lattosio partendo dal glucosio. Il glucosio deriva da una sintesi chiamata gluconeogenesi, che avviene nel fegato partendo dal precursore acido propionico, nei ruminanti presente nel sangue grazie alle fermentazioni ruminali, che avvengono generalmente ad opera dei microrganismi che utilizzano come substrato l'amido. Infine, il lattosio, essendo il componente osmoticamente attivo del latte, è molto raro che abbia variazioni. L'unica variazione che possiamo riscontrare nel contenuto di lattosio nel latte si ha quando c'è un'infezione mammaria, generalmente la mastite. Per questo può essere considerato un indicatore molto importante per capire se l'animale ha contratto una malattia della mammella (Tamburini 2021).
- **Vitamine:** il latte caprino presenta un contenuto di vitamina A maggiore rispetto al latte vaccino. Questo poiché le capre convertono tutto il  $\beta$ -carotene degli alimenti in vitamina A, ed è per questo motivo che il latte caprino presenta un colore più bianco rispetto a quello vaccino. Inoltre, il latte di capra presenta una concentrazione simile al latte umano in vitamina A. Quest'ultima è importante per il sistema immunitario.  
Il latte di capra ha, inoltre, basse concentrazioni di vitamina B6 e vitamina D, entrambe molto importanti durante l'infanzia. Vi è anche presenza di vitamina C, noto antiossidante idrosolubile importante per il sistema immunitario, che

troviamo in quantità maggiori nel latte di capra rispetto a quello vaccino (Lad et al. 2017).

- **Minerali:** il latte di capra presenta un contenuto maggiore in potassio, calcio, cloruro, fosforo, selenio, zinco e rame rispetto al latte vaccino. Dal punto di vista della nutrizione umana minerale, quindi, il latte di capra è da preferire rispetto a quello vaccino, in quanto presenta un contenuto più elevato della maggior parte dei minerali (Lad et al. 2017).

<b>Composition</b>	<b>Goat</b>	<b>Cow</b>	<b>Human</b>
Fat (%)	3.8	3.6	4.0
Solids-non-fat (%)	8.9	9.0	8.9
Lactose (%)	4.1	4.7	6.9
Protein (%)	3.4	3.2	1.2
Casein (%)	2.4	2.6	0.4
Albumin, globulin (%)	0.6	0.6	0.7
Non-protein N (%)	0.4	0.2	0.5
Ash (%)	0.8	0.7	0.3
Calories/100 ml	70	69	68

Tabella 5: Composizione media dei nutrienti nel latte di capra, vacca e umano. (Yangilar 2013).

### 1.5.2. Differenze con il latte vaccino

La principale differenza rispetto al latte vaccino sta nel fatto che i globuli lipidici nel latte caprino, come già accennato, sono di dimensione e diametro inferiore rispetto a quelli presenti nel latte di vacca. Per questo motivo il latte di capra è più facilmente digeribile (Lad et al. 2017). La dimensione dei globuli di grasso ha anche delle conseguenze di tipo tecnologico. Innanzitutto, vi è una difficile separazione del grasso dal latte per affioramento. In secondo luogo, i globuli di grasso faranno fatica a restare inglobati nel reticolo caseinico che successivamente diventerà cagliata. Questo comporta rese inferiori. In terzo luogo, vi è un veloce e facile irrancimento. La conseguenza è una maturazione più rapida dei formaggi (Capre.it 2021).

La composizione in proteine del latte caprino permette di ottenere una cagliata più morbida durante le lavorazioni che aiuta la salute dell'apparato digerente.

Le micelle di caseina caprina contengono più fosforo inorganico e calcio, sono meno stabili al calore e perdono  $\beta$ -caseina più rapidamente rispetto alle micelle di caseina bovina.

Le  $\beta$ -caseina e k-caseina sono maggiori nel latte di capra e quindi si ottiene un gel debole che permette maggiore digeribilità ma è anche responsabile della ridotta resa in formaggio.

Il contenuto in lattosio è leggermente inferiore nel latte di capra (Tabella 5).

L'intolleranza al lattosio è data da una carenza umana nella produzione dell'enzima digestivo lattasi, che permette la scomposizione del lattosio. Nei pazienti affetti da intolleranza al lattosio, quello non idrolizzato passa all'intestino crasso, ed essendo il componente osmoticamente attivo, richiama acqua, provocando disturbi gastrointestinali come diarrea, dolore addominale e flatulenza. Tuttavia, il latte di capra è più facilmente digeribile per la formazione di una cagliata più morbida e il profilo di caseina del latte caprino consente al lattosio di passare attraverso l'intestino crasso più velocemente, prevenendo i sintomi di intolleranza al lattosio.

Inoltre, il latte di capra presenta un livello di caseina alfa s-1 inferiore dell'89% rispetto al latte vaccino, perciò risulta essere meno allergenico (Lad et al. 2017).

### 1.5.2. La carne di capra

Riguardo ai prodotti secondari dell'allevamento, va osservato che un prodotto di tutti i sistemi di allevamento caprini è il capretto da latte, il quale ha un peso vivo alla macellazione dai 10 ai 18 kg. Sul peso vivo influiscono due fattori, quali le condizioni di allevamento e il tipo genetico, oltre all'età di macellazione. Oltre a questi il peso vivo è influenzato anche dalla domanda. I macelli locali infatti prediligono principalmente carcasse leggere con peso tra 12 e 13 kg, poiché legati alla vendita al dettaglio, mentre capretti più pesanti (fino ai 18 kg di peso vivo) sono destinati alla vendita diretta o all'utilizzo nel settore agrituristico (Corti 2007).

Da qualche anno a questa parte, inoltre, la carne di capra viene anche utilizzata per la produzione di salami e prosciutti. È tipico il caso dei cosiddetti "violini" tipici della Valchiavenna, prosciutti ottenuti con le cosce o le spalle della capra (Corti 2007).

## Capitolo 2 – Scopo dell'elaborato

Lo scopo di questo elaborato è evidenziare le caratteristiche della produzione di formaggi derivati da latte di capra in un'azienda agricola a conduzione familiare situata in alta Valle Camonica e le problematiche legate alla produzione e alla trasformazione del latte caprino in un areale di montagna.

## Capitolo 3 – Materiali e metodi

L'attività di tirocinio è stata svolta dal mese di febbraio al mese di ottobre 2021, presso l'azienda agricola G. L., sita in alta Valle Camonica, nel comune di Vezza d'Oglio (BS). Sono stati seguiti i processi di produzione e di trasformazione del latte caprino in formaggelle e formaggi stagionati.

### 3.1. Materiali

La mungitura delle capre veniva effettuata direttamente in stalla. Le capre venivano spostate sul palchetto (Figura 2) dove veniva effettuata la routine di mungitura, che prevedeva il lavaggio e l'asciugatura dei capezzoli, la mungitura tramite una mungitrice a carrello (Figura 3) e successivamente la sanificazione dei capezzoli. Successivamente veniva effettuata la pulizia del gruppo di mungitura che veniva pulito e disinfettato.



Figura 2: Palchetto.



Figura 3: Mungitrice a carrello.

In seguito, il latte, raccolto in bidoni in acciaio inox con capacità di 50 litri, veniva trasportato in caseificio, per la lavorazione e successiva trasformazione, con l'utilizzo di una caldaia a gas in acciaio inox con capacità di 300 litri (Figura 4).

Venivano effettuate due mungiture al giorno, circa alle ore 6.00 e alle ore 18.00. Durante il 2021 il latte veniva lavorato nei giorni di lunedì e giovedì. Il latte che non veniva lavorato il giorno stesso, veniva conservato in una cisterna refrigerata presente in caseificio.

Durante il 2021 l'attività di tirocinio ha previsto il monitoraggio delle trasformazioni di latte caprino e vaccino in formaggelle e formaggi stagionati.

La temperatura del latte durante la lavorazione veniva registrata con un termometro ad uso caseario.

Per quanto riguarda l'innesco è stato usato per tutta la durata delle rilevazioni e per ogni lavorazione una coltura di *Streptococcus thermophilus* in forma liofilizzata per inoculo diretto, prodotta dalla ditta Colombo s.r.l.

Veniva impiegato caglio naturale liquido 1:10.000, in dosi che variavano in base alla quantità di latte in caldaia, prodotto dalla stessa Colombo s.r.l.

Per la rottura della cagliata gli strumenti utilizzati prevalentemente erano lo *spino* e un taglia-cagliata *a spada*. Il formaggio veniva poi estratto a mano tramite delle fascere in plastica (Figura 5). Veniva poi posizionato su un carrello in acciaio inox per permettere lo spurgo del siero. Le fascere solitamente per velocizzare questo processo venivano impilate le une sulle altre.

La salatura avveniva successivamente, effettuata a secco, posizionando il sale direttamente con massaggio sulla forma. Seguiva il trasporto in sala di stagionatura, che ha mostrato una temperatura compresa tra gli 8 e i 12°C.

Il tempo di stagionatura variava per il tipo di formaggio.

Oltre al latte caprino, veniva anche lavorato latte vaccino, trasformato in formaggi stagionati, formaggelle, burro, ricotta e yogurt, a seconda della richiesta da parte dei clienti.



Figura 4: Caldaia in acciaio inox.



Figura 5: Fascere.



## 3.2. Metodi

I dati sono stati raccolti attraverso una tabella cartacea dove venivano riportate informazioni riguardo a data e tipo di formaggio prodotto. Sono stati rilevati dati relativi alle quantità di latte presente in caldaia, al quantitativo di fermenti inseriti, al quantitativo di caglio aggiunto ed i relativi tempi e temperature di lavorazione. Successivamente sono stati registrati con quale strumento veniva effettuata la rottura della cagliata e come venivano estratte le forme. Queste ultime venivano pesate durante la fase di salatura, che avveniva a secco, tramite una bilancia elettronica con piatto in acciaio inox. Questi dati venivano poi riportati in un foglio Excel.

Sono stati anche presi in considerazione i dati relativi all'andamento climatico relativo al periodo d'esame, reperiti tramite il sito Arpa Lombardia, nella sezione richiesta dati meteorologici a cadenza giornaliera relativi a temperatura, umidità relativa e precipitazioni, con riferimento alla stazione meteo più vicina all'azienda, collocata in località Case Pirli, a Ponte di Legno.

Tramite un questionario sottoposto alla titolare dell'azienda sono stati raccolti dati relativi all'azienda nel periodo di esame.

# Capitolo 4 – Risultati

## 4.1. Inquadramento meteorologico

Il clima che caratterizza la Valcamonica, in particolare l'ultimo tratto di essa, dal comune di Edolo al Passo del Tonale, dove risulta essere collocata l'azienda presa in esame, è orientato da Ovest verso Est, e risulta essere il più continentale di tutta la valle (Santoro 2008). Durante il periodo invernale le temperature minime raggiungono valori molto bassi e anche durante il giorno il sole riesce poco a far salire la temperatura (Santoro 2008). Risalendo la Valcamonica, la temperatura media diminuisce bruscamente dopo Edolo e scende ancora fino a Ponte di Legno, per poi risalire leggermente fino a Sozzine e scendere di nuovo fino al Passo del Tonale (Santoro 2008).

Durante l'estate la vallata è caratterizzata da temporali violenti, dati dal fatto che l'aria da Nord e da Nord-Est arriva con facilità, rispetto al resto della zona (Santoro 2008).

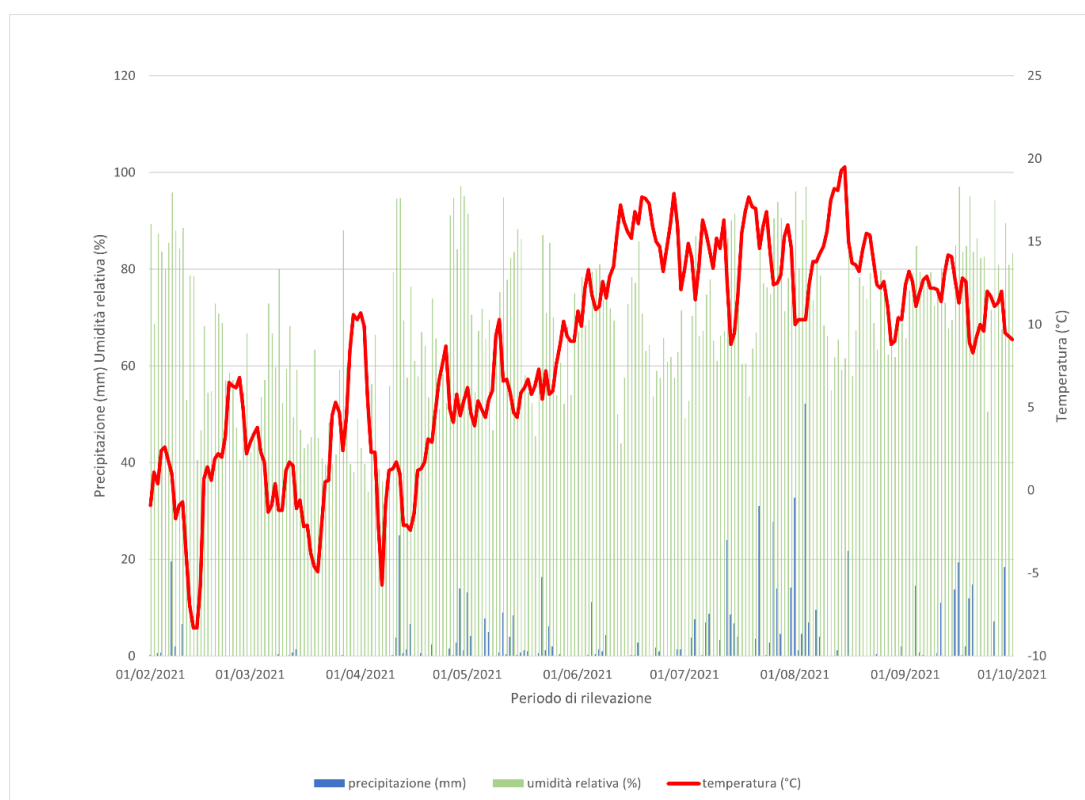


Grafico 1: Andamento di precipitazioni, umidità relativa e temperatura durante il periodo delle rilevazioni.

L'andamento meteorologico relativo alla zona dove si colloca l'azienda presa in esame viene illustrato nel Grafico 1.

Sono stati presi in considerazione i parametri riferiti al periodo delle rilevazioni, dal mese di febbraio al mese di settembre 2021. Poiché nel comune di Vezza d'Oglio non sono presenti centraline meteorologiche, si sono utilizzati i dati provenienti dalla stazione ARPA più vicina di Case Pirlì del comune di Ponte di Legno (BS). Sono state prese in studio le condizioni climatologiche dell'area, in particolare le analisi delle condizioni pluviometriche (registrate in mm), della temperatura (in °C) e dell'umidità relativa (in percentuale).

Relativamente alla temperatura vengono riportati i dati più significativi (temperature medie, massime e minime) in tabella 6. Possiamo notare che il mese più freddo è stato indubbiamente febbraio, con temperature vicine agli 0°C durante la prima parte del mese, per poi presentare un evidente minimo di temperatura di -8,3°C. Le temperature sono poi risalite verso fine mese arrivando ad un massimo di 6,2°C. Nel mese di marzo la temperatura massima è stata di 10,6°C, mentre invece la minima è scesa a -4,9°C, scendendo quindi al di sotto della minima temperatura registrata nel mese di febbraio. Durante aprile si sono toccati quasi 11°C di massima, ma si è avuto un rapido crollo delle temperature nei giorni seguenti, quando la temperatura ha toccato i -5°C. Dal mese di maggio in poi non sono più state registrate temperature al di sotto degli 0°C. La temperatura minima infatti è stata di 3,90°C, la massima di 10,3°C. I mesi di giugno, luglio e agosto hanno avuto temperature simili, con valori tra i 13 e 14°C di media. La massima temperatura è stata registrata ad agosto, pari a 19,5°C. Si è avuto poi un calo delle temperature nel mese di settembre, ma la minima è stata simile a quella dei mesi precedenti, e pari a 8,3°C.

	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre
Massima	6,80	10,6	10,7	10,3	17,9	17,7	19,5	14,2
Minima	-8,30	-4,90	-5,70	3,90	9,90	8,80	8,80	8,30
Media	0,61	1,44	2,72	6,63	14,3	14,3	13,4	10,2

Tabella 6: Temperature medie, massime e minime relative al periodo di rilevazione.

Relativamente alle precipitazioni, dall'analisi dei dati pluviometrici giornalieri si possono verificare dei picchi di pioggia nei periodi principalmente estivi, relativamente al periodo in cui sono state fatte le rilevazioni. Il mese più piovoso è stato infatti agosto, dove si sono raggiunti 52,2 mm di precipitazione. I mesi meno piovosi sono stati marzo, aprile e settembre.

Per quanto riguarda l'umidità relativa, anch'essa costituisce un parametro molto importante in quanto determina la temperatura che viene percepita, a prescindere da quelli che sono gli effettivi valori di temperatura.

La massima percentuale di umidità relativa è stata raggiunta alla fine del mese di aprile, pari al 97,2%, e non è mai scesa al di sotto del 30%. Possiamo dire che il mese meno umido è stato marzo.

L'analisi dell'andamento meteorologico e climatico è importante in quanto questi parametri possono influire sull'allevamento caprino. Infatti, dobbiamo porre molta attenzione soprattutto alle condizioni di temperatura e umidità presenti in stalla, ovvero nell'ambiente di stabulazione (Capre.it).

Vi è un indicatore bioclimatico, il THI (*temperature humidity index*), che combina l'effetto della temperatura e dell'umidità relativa e viene utilizzato per verificare lo stress da caldo negli animali da reddito. Per calcolare questo indice si utilizza la formula (Kibler 1964) riportata di seguito:

$$THI = \left( 1,8T_a - \left( \left( 1 - \frac{U_r}{100} \right) (T_a - 14,3) \right) \right) + 32$$

in cui il termine  $T_a$  rappresenta la temperatura dell'aria in °C e  $U_r$  l'umidità dell'aria in %. Infatti, se la temperatura ambientale non rispetta quella ottimale per le capre, queste ultime dovranno adattarsi, ma questo richiederà uno sforzo di adattamento tramite il meccanismo fisiologico di termoregolazione, che si traduce in un dispendio energetico. Questo dispendio energetico andrà a togliere una quota di quell'energia che viene impiegata per la produzione di latte. Nei casi estremi le capre potrebbero non riuscire ad adattarsi e incorrere in malattie e, al peggio, morire (Capre.it, 2021).

In base al THI c'è una classificazione che viene usata per stimare il livello di stress per il bestiame (SAR, 2021):

- $68 \leq THI < 72$  lieve disagio;
- $72 \leq THI < 75$  disagio;
- $75 \leq THI < 79$  allerta;
- $79 \leq THI < 84$  pericolo;
- $THI \geq 84$  emergenza.

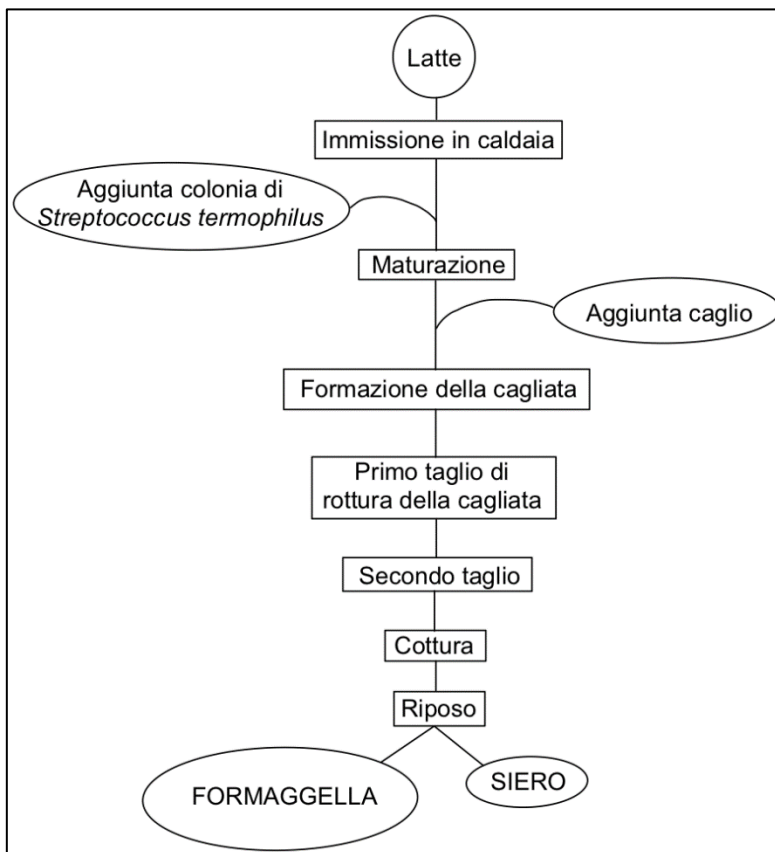
I parametri di riferimento che vanno tenuti presenti sono (Ruminantia.it, 2020):

- Per quanto riguarda il caldo, le temperature ottimali vanno da 6° a 27°C. L'adattamento dell'animale risulta facilitato tra temperature di 16° e 25°C, mentre è difficile sopra i 35°C

- Per il freddo il range ottimale è tra gli 0° e i 6°C. L'adattamento risulta difficile tra gli 0° e i -15°C
- Il range ideale di umidità relativa è compreso tra il 60% e l'80%.

## 4.2. Produzione di formaggella

### 4.2.1. Formaggella prodotta con latte di vacca e di capra



Per quanto riguarda la formaggella, il procedimento di lavorazione di questo prodotto è illustrato in Figura 6.

I risultati dei dati raccolti durante la trasformazione del latte in formaggelle vengono esposti in Tabella 7.

Il prodotto di partenza per questa lavorazione è stato il latte fresco, derivato dalla munta del mattino. Quest'ultimo veniva portato in

Figura 6: Procedimento per la produzione della formaggella.

caseificio, dove la temperatura ambiente è stata di  $13,6 \pm 5,22^\circ\text{C}$ .

A questo punto il latte veniva immesso nella caldaia in acciaio inox, dove venivano scaldati mediamente 192,8±63,3 litri di latte. Al raggiungimento della temperatura di  $27,4 \pm 5,74^\circ\text{C}$  veniva aggiunto un quantitativo di fermenti di *Streptococcus termophilus* pari a 0,01 kg, quantitativo che è rimasto invariato per tutto il periodo delle rilevazioni.

Seguiva la maturazione, per una durata media di  $33,6 \pm 7,16$  minuti. Quando veniva raggiunta la temperatura di  $37,2 \pm 0,53^\circ\text{C}$ , veniva aggiunto il caglio di vitello naturale 1:10.000, diluito in acqua fredda. Il quantitativo del caglio era variabile in base alla

quantità di latte presente in caldaia. L'equazione che veniva seguita per l'aggiunta del caglio era la seguente: 35 ml di caglio a quintale di latte presente in caldaia.

Dopo un periodo di coagulazione di  $34 \pm 2,35$  minuti veniva ottenuta la cagliata, che veniva divisa in rettangoli con un taglia-cagliata a spada. La temperatura del siero a seguito della rottura della cagliata era in media di  $35,9 \pm 0,40^\circ\text{C}$ .

Successivamente veniva effettuato un secondo taglio tramite un frangi-cagliata, mantenendo comunque una dimensione abbastanza grossolana, assimilabile a una noce.

Veniva quindi eseguita la cottura che avveniva per un periodo di  $10,8 \pm 2,59$  minuti e raggiungeva la temperatura di  $39,9 \pm 1,45^\circ\text{C}$ .

Seguiva un periodo di riposo pari a  $15,8 \pm 10,2$  minuti a una temperatura di  $40,3 \pm 1,05^\circ\text{C}$ . Al termine del riposo le formaggelle venivano estratte in maniera manuale, con l'aiuto delle fascere in plastica, dove venivano raccolte.

Venivano poi adagiate su un tavolo spersore di acciaio, in modo tale che spurgassero il siero in eccesso. Al termine della giornata le formaggelle ottenute venivano salate a secco e portate nel locale di stagionatura, dove permanevano per un periodo di  $34 \pm 11,4$  giorni ad una temperatura di  $10,5 \pm 1,66^\circ\text{C}$ .

Durante la fase di stagionatura le formaggelle venivano rivoltate per  $5,40 \pm 1,34$  volte al mese.

A seguito di questo processo venivano ottenute  $11,8 \pm 8,58$  forme. In termini di peso mediamente era di  $2,90 \pm 2,16$  kg, mentre il diametro era di  $18 \pm 5,54$  cm e lo scalzo di  $9,23 \pm 2,62$  cm.

La resa di trasformazione di latte in formaggelle è risultata pari al  $10,1 \pm 2,31\%$ .

		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	°C	13,6	5,22
Quantità latte in caldaia	L	192,8	63,3
Temperatura latte all'innesto	°C	27,4	5,74
Durata maturazione	min	33,6	7,16
Temperatura di aggiunta caglio	°C	37,2	0,53
Durata coagulazione	min	34	2,35
Temperatura siero	°C	35,9	0,40
Temperatura di cottura	°C	39,9	1,45
Durata della cottura	min	10,8	2,59
Temperatura di riposo	°C	40,3	1,05
Durata del riposo	min	15,8	10,2
Temperatura locale di stagionatura	°C	10,5	1,66
Durata stagionatura	d	34	11,4
Rivoltamenti	n/mese	5,40	1,34
Numero forme ottenute	n	11,8	8,58
Peso delle forme	kg	2,90	2,16
Diametro forme	cm	18	5,54
Scalzo forme	cm	9,23	2,62
Resa	%	10,1	2,31

Tabella 7: Dati relativi alla produzione di formaggelle.

#### 4.2.2. Formaggella prodotta con latte di capra

Il prodotto di partenza per la produzione di formaggelle di capra è il latte fresco di capra. In questo caso il latte caprino utilizzato derivava da diverse mungiture effettuate durante la settimana. Per esempio, se il latte veniva trasformato il giovedì, veniva utilizzato quello derivato dalle munte di domenica sera, dalle due munte di lunedì, di martedì e di mercoledì, a cui veniva aggiunto il latte derivato dalla mungitura mattutina del giovedì. Il latte munto che non veniva lavorato al momento veniva conservato in una cisterna refrigerata presente in caseificio.

In questo caso il processo di trasformazione del latte caprino in formaggelle è il medesimo illustrato nel paragrafo 4.2.1. I risultati vengono esposti in Tabella 8.

Il latte caprino appena munto veniva portato in caseificio e unito al latte derivato dalle mungiture effettuate nei giorni precedenti. La temperatura ambiente del caseificio nel periodo delle rilevazioni durante le quali venivano registrati i dati relativi alla lavorazione di formaggella di capra è stata pari a  $12,5 \pm 7,8^{\circ}\text{C}$ .

La quantità di latte in caldaia è stata di  $250\pm 70,7$  litri, quindi una quantità di latte minore rispetto alla lavorazione di formaggella con latte di vacca e capra, di cui si è parlato precedentemente.

Per la coagulazione anche in questo caso è stato aggiunto un quantitativo di *Streptococcus thermophilus* ad una temperatura di  $22\pm 2,83^{\circ}\text{C}$ . Seguiva la maturazione, che ha avuto una durata di  $38\pm 2,83$  minuti. A seguito di un periodo di coagulazione di  $32\pm 2,83$  minuti si otteneva la cagliata, che tramite un taglia-cagliata a spada veniva divisa in rettangoli. La temperatura del siero a seguito della rottura della cagliata è stata di  $36,3\pm 0,28^{\circ}\text{C}$ . Veniva poi effettuato il secondo taglio con un frangi-cagliata, fino al raggiungimento di una dimensione assimilabile a una noce. Seguiva quindi la cottura per un tempo di  $10\pm 2,83$  minuti in cui è stata raggiunta la temperatura di  $38,7\pm 1,77^{\circ}\text{C}$ . Successivamente vi era un periodo di riposo pari a  $12,5\pm 10,6$  minuti a una temperatura di  $39,7\pm 1,77^{\circ}\text{C}$ .

Terminato il riposo le formaggelle venivano estratte in maniera manuale tramite le fascere in plastica, con cui venivano raccolte.

Venivano messe su un tavolo spersore di acciaio, per spurgare il siero in eccesso. Al termine della giornata si effettuava la salatura manuale delle formaggelle di capra, che venivano portate nel locale di stagionatura. Qui permanevano per un periodo di  $30\pm 14,1$  giorni ad una temperatura di  $10,2\pm 2,47^{\circ}\text{C}$ .

Durante la stagionatura le formaggelle venivano rivoltate  $4\pm 0$  volte al mese.

Sono state ottenute  $5\pm 1,41$  forme, quindi meno forme rispetto alle formaggelle con latte vaccino e caprino pari a  $11,8\pm 8,58$ .

Anche sul peso vi è una differenza, in quanto per le formaggelle con latte caprino è stato registrato un peso medio di  $4,9\pm 0,32$  kg, maggiore rispetto alle formaggelle prodotte con latte vaccino e caprino, con peso pari a  $2,90\pm 2,16$  kg.

Il diametro medio delle formaggelle con latte caprino è stato di  $22,4\pm 0,49$  cm e lo scalzo di  $11,8\pm 0,67$  cm.

La resa di trasformazione di latte caprino in formaggelle di capra è stata mediamente del  $9,55\pm 0,64\%$ .



		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	°C	12,5	7,8
Quantità latte in caldaia	L	250	70,7
Temperatura latte all'innesto	°C	22	2,83
Durata maturazione	min	38	2,83
Temperatura di aggiunta caglio	°C	36,7	0,14
Durata coagulazione	min	32	2,83
Temperatura siero	°C	36,3	0,28
Temperatura di cottura	°C	38,7	1,77
Durata della cottura	min	10	2,83
Temperatura di riposo	°C	39,7	1,77
Durata del riposo	min	12,5	10,6
Temperatura locale di stagionatura	°C	10,2	2,47
Durata stagionatura	d	30	14,1
Rivoltamenti	n/mese	4	0
Numero forme ottenute	n	5	1,41
Peso delle forme	kg	4,9	0,32
Diametro forme	cm	22,4	0,49
Scalzo forme	cm	11,8	0,67
Resa	%	9,55	0,64

Tabella 8: Dati relativi alla produzione di formaggelle prodotte con latte di capra.

#### 4.2.3. Formaggella prodotta con latte di vacca

Il prodotto di partenza per la produzione di formaggelle di vacca è il latte vaccino.

Il processo di trasformazione del latte vaccino in formaggelle è il medesimo illustrato nel paragrafo 4.2.1. I risultati vengono esposti in Tabella 9.

La temperatura ambiente del caseificio durante le rilevazioni di dati relativi alla produzione di formaggelle con latte vaccino è stata di  $14,3 \pm 4,73$ °C.

La differenza rispetto alle lavorazioni precedentemente affrontate è la quantità di latte in caldaia pari a  $154,6 \pm 8,08$  litri. Questo potrebbe essere motivato dal fatto che con il latte vaccino venivano effettuate anche altre lavorazioni oltre alla formaggella, quali burro e yogurt.

Il quantitativo di *Streptococcus thermophilus* pari a 0,010 kg è stato aggiunto per la coagulazione ad una temperatura di  $30,9 \pm 3,75^\circ\text{C}$  e la maturazione ha avuto durata di  $30,6 \pm 8,14$  minuti. Dopo l'aggiunta del caglio, avvenuta temperatura di  $37,5 \pm 0,40^\circ\text{C}$ , e a seguito di un periodo di coagulazione di  $35,3 \pm 0,58$  minuti si otteneva la cagliata. A seguito della rottura della cagliata la temperatura del siero è stata di  $35,7 \pm 0,32^\circ\text{C}$ . Dopo aver effettuato il secondo taglio della cagliata, avveniva la cottura che è durata  $11,3 \pm 2,89$  minuti ad una temperatura di  $40,7 \pm 0,61^\circ\text{C}$ . Seguiva il riposo, terminato il quale avveniva l'estrazione in maniera manuale illustrata in Figura 7 e 8.



*Figura 7 e 8: estrazione manuale delle formaggelle prodotte con latte vaccino.*

La stagionatura delle formaggelle di vacca è stata di  $36,6 \pm 11,5$  giorni, durante la quale le formaggelle sono state rivoltate  $6,33 \pm 0,58$  volte al mese.

Dalla lavorazione di latte vaccino sono state ottenute  $16,3 \pm 8,33$  forme, numero quindi maggiore rispetto alle lavorazioni affrontate precedentemente. Il peso è stato di  $1,55 \pm 1,57$  kg, molto inferiore rispetto alle formaggelle trattate nei paragrafi precedenti. Ciò può essere motivato dal fatto che venivano usate fascere differenti (più piccole) per la preparazione delle formaggelle con latte vaccino. Infatti, anche il diametro è stato di  $15,1 \pm 5,40$  cm e lo scalzo di  $7,50 \pm 1,49$  cm.

La resa di trasformazione di latte vaccino in formaggelle è stata del  $10,4 \pm 3,18\%$ .

		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	°C	14,3	4,73
Quantità latte in caldaia	L	154,6	8,08
Temperatura latte all'innesto	°C	30,9	3,75
Durata maturazione	min	30,6	8,14
Temperatura di aggiunta caglio	°C	37,5	0,40
Durata coagulazione	min	35,3	0,58
Temperatura siero	°C	35,7	0,32
Temperatura di cottura	°C	40,7	0,61
Durata della cottura	min	11,3	2,89
Temperatura di riposo	°C	40,7	0,30
Durata del riposo	min	18	11,5
Temperatura locale di stagionatura	°C	10,6	1,53
Durata stagionatura	d	36,6	11,5
Rivoltamenti	n/mese	6,33	0,58
Numero forme ottenute	n	16,3	8,33
Peso delle forme	kg	1,55	1,57
Diametro forme	cm	15,1	5,40
Scalzo forme	cm	7,50	1,49
Resa	%	10,4	3,18

Tabella 9: Dati relativi alla produzione di formaggelle prodotte con latte di vacca.

#### 4.2.4. Formaggella prodotta nel periodo “fresco”

È stato definito periodo “fresco” quello intercorso da aprile a maggio, periodo in cui sono stati registrati dati sulla produzione delle formaggelle di vacca e capra. Tramite questa distinzione tra “periodo fresco” e “caldo” è possibile verificare se ci sono stati cambiamenti nella produzione legati alla temperatura.

Parlando di temperatura ambiente, la temperatura registrata durante il periodo “fresco” è stata di  $8,0 \pm 1,41^{\circ}\text{C}$ , temperatura inferiore a tutte quelle fin ora riscontrate nelle lavorazioni riportate nei paragrafi precedenti.

La quantità di latte presente in caldaia è stata di  $175 \pm 35,3$  litri. L’aggiunta di *Streptococcus termophilus* è avvenuta alla temperatura di  $23,3 \pm 4,67^{\circ}\text{C}$  e la maturazione ha avuto una durata di  $40 \pm 0$  minuti.

È stato aggiunto il caglio al raggiungimento della temperatura di  $37,1 \pm 0,49^{\circ}\text{C}$  e la coagulazione ha avuto durata di  $32,5 \pm 3,54$  minuti.

Dai risultati ottenuti possiamo dedurre che dato che la temperatura ambientale del caseificio è stata piuttosto bassa, il tempo di maturazione e coagulazione è aumentato

rispetto alle lavorazioni fin ora riportate nei paragrafi precedenti. Ciò perché essendo la temperatura più fredda è stato necessario più calore e quindi più tempo per scaldare il latte.

La cottura è avvenuta ad una temperatura di  $40,5 \pm 0,71^\circ\text{C}$  per un periodo di  $8 \pm 0$  minuti. Per quanto riguarda il riposo è stata registrata una temperatura di  $41 \pm 0^\circ\text{C}$  per un periodo di  $5 \pm 0$  minuti.

La stagionatura ha avuto durata di  $25 \pm 7,07$  giorni con temperatura del locale di stagionatura di  $8,75 \pm 0,35^\circ\text{C}$

Dalla trasformazione del latte vaccino e caprino in formaggelle sono state ottenute  $13,5 \pm 13,4$  forme, le quali hanno avuto peso di  $2,61 \pm 2,95$  kg. Il diametro registrato è stato di  $17,6 \pm 7,27$  cm mentre lo scalzo  $8,76 \pm 3,67$  cm.

La resa è stata di  $8,42 \pm 0,97\%$ .

		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	$^\circ\text{C}$	8	1,41
Quantità latte in caldaia	L	175	35,3
Temperatura latte all'innesto	$^\circ\text{C}$	23,3	4,67
Durata maturazione	min	40	0
Temperatura di aggiunta caglio	$^\circ\text{C}$	37,1	0,49
Durata coagulazione	min	32,5	3,54
Temperatura siero	$^\circ\text{C}$	36,2	0,35
Temperatura di cottura	$^\circ\text{C}$	40,5	0,71
Durata della cottura	min	8	0
Temperatura di riposo	$^\circ\text{C}$	41	0
Durata del riposo	min	5	0
Temperatura locale di stagionatura	$^\circ\text{C}$	8,75	0,35
Durata stagionatura	d	25	7,07
Rivoltamenti	n/mese	5,50	2,12
Numero forme ottenute	n	13,5	13,4
Peso delle forme	kg	2,61	2,95
Diametro forme	cm	17,6	7,27
Scalzo forme	cm	8,76	3,67
Resa	%	8,42	0,97

Tabella 10: Dati relativi alla produzione di formaggelle nel periodo "fresco"

#### 4.2.5. Formaggella prodotta nel periodo “caldo”

È stato definito periodo “caldo” il mese di giugno, in quanto è stato il periodo in cui sono stati registrati dati sulla produzione di formaggelle con latte di vacca e capra.

La temperatura ambiente che è stata registrata durante il periodo “caldo” è stata di  $17,3 \pm 1,15^{\circ}\text{C}$ . La quantità di latte in caldaia è stata di  $205 \pm 82,8$  litri. Al raggiungimento della temperatura di  $30,1 \pm 5,25^{\circ}\text{C}$  è stato aggiunto *Streptococcus termophilus* e la maturazione ha avuto una durata di  $29,3 \pm 5,86$  minuti. La temperatura di aggiunta del caglio è stata  $37,2 \pm 0,66^{\circ}\text{C}$  e la coagulazione ha avuto durata di  $35 \pm 1$  minuti. In questo caso la temperatura ambientale del caseificio è stata maggiore rispetto al periodo che nel paragrafo precedente è stato definito “fresco”, perciò il tempo di maturazione è diminuito in quanto, essendo la temperatura più alta, è stato necessario meno calore e quindi meno tempo per scaldare il latte. Per quanto riguarda invece il tempo necessario alla coagulazione è risultato maggiore rispetto a quello riportato nel paragrafo precedente. Parlando invece di cottura e riposo, la temperatura di cottura è stata pari a  $39,5 \pm 1,84^{\circ}\text{C}$  e ha avuto durata di  $12,6 \pm 0,58$  minuti, mentre la temperatura di riposo è stata pari a  $39,8 \pm 1,19^{\circ}\text{C}$  e ha avuto durata di  $23 \pm 3,61$  minuti. In questo caso la durata della cottura e del riposo sono stati maggiori rispetto ai dati ottenuti nel periodo “fresco”.

		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	$^{\circ}\text{C}$	17,3	1,15
Quantità latte in caldaia	L	205	82,8
Temperatura latte all'innesto	$^{\circ}\text{C}$	30,1	5,25
Durata maturazione	min	29,3	5,86
Temperatura di aggiunta caglio	$^{\circ}\text{C}$	37,2	0,66
Durata coagulazione	min	35	1
Temperatura siero	$^{\circ}\text{C}$	35,8	0,36
Temperatura di cottura	$^{\circ}\text{C}$	39,5	1,84
Durata della cottura	min	12,6	0,58
Temperatura di riposo	$^{\circ}\text{C}$	39,8	1,19
Durata del riposo	min	23	3,61
Temperatura locale di stagionatura	$^{\circ}\text{C}$	11,6	0,58
Durata stagionatura	d	40	10
Rivoltamenti	n/mese	5,33	1,15
Numero forme ottenute	n	10,6	7,23
Peso delle forme	kg	3,10	2,19
Diametro forme	cm	18,3	5,89
Scalzo forme	cm	9,54	2,57
Resa	%	11,2	2,38

Tabella 11: Dati relativi alla produzione di formaggelle nel periodo “caldo”.

## 4.3. Produzione di formaggio stagionato

### 4.3.1. Formaggio stagionato prodotto con latte di capra e di vacca

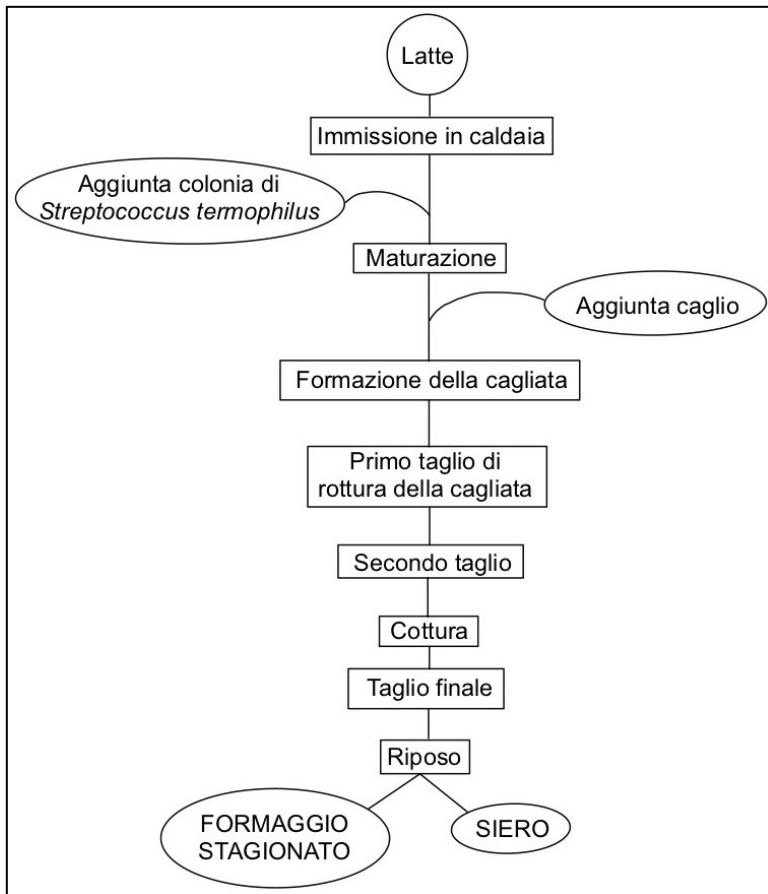


Figura 9: Procedimento per la produzione di formaggio stagionato.

I risultati della trasformazione del latte in formaggio stagionato di vacca e di capra sono mostrati in Tabella 12. Il prodotto di partenza era il latte fresco derivato dalla munta del mattino, il quale veniva portato in caseificio, in cui la temperatura ambiente è stata di  $13,4 \pm 6,47^\circ\text{C}$ . Il latte munto veniva trasportato in caseificio e immesso in una caldaia in acciaio inox. Il quantitativo di latte in caldaia era di  $260 \pm 45,7$  litri. Veniva quindi portato ad una temperatura di  $21,1 \pm 3,03^\circ\text{C}$ , per poi aggiungere un quantitativo, rimasto sempre invariato durante il periodo delle rilevazioni, di *Streptococcus termophilus*, pari a 0,010 kg. Seguiva il processo di maturazione che aveva una durata di  $34,2 \pm 7,70$  minuti, al termine della quale veniva aggiunto il caglio naturale di vitello 1:10.000 diluito in acqua fredda ad una temperatura di  $35,3 \pm 1,54^\circ\text{C}$ . Il quantitativo di caglio variava in base alla quantità di latte in caldaia e seguiva la seguente equazione: 35 ml di caglio a quintale di latte presente in caldaia. A seguito di  $31,4 \pm 2,64$  minuti si otteneva la cagliata, che veniva infranta a forma di rettangolo tramite un taglia-cagliata a spada. La temperatura del siero a seguito della rottura della cagliata era di  $35,7 \pm 2,02^\circ\text{C}$

Prima della cottura veniva effettuato un secondo taglio tramite un frangi-cagliata, che riduceva la cagliata ad una dimensione assimilabile ad un chicco di mais.

Si procedeva quindi con la cottura, a una temperatura di  $43,0 \pm 1,66^\circ\text{C}$  per un periodo di  $16,6 \pm 5,68$  minuti. Seguiva un periodo di riposo di  $20,2 \pm 7,23$  minuti, in cui la temperatura era di  $43,8 \pm 1,54^\circ\text{C}$ .

Al termine della fase di riposo veniva effettuato il taglio finale con il taglia-cagliata a spada, dividendo la pasta in 4. L'estrazione delle forme avveniva manualmente, con l'aiuto delle fascere in plastica. Le forme estratte venivano poi adagiate su un tavolo spersore in acciaio, per lo spurgo del siero in eccesso. Questa fase veniva velocizzata sia impilando le fascere le une sulle altre sia manualmente.

A fine giornata avveniva la salatura manuale delle forme, che poi venivano portate nel locale di stagionatura, a una temperatura di  $9,50 \pm 1,45^\circ\text{C}$  per un periodo di  $130 \pm 0$  giorni.

Durante la stagionatura le forme venivano rivoltate  $3,75 \pm 0,45$  volte al mese.

Venivano ottenute  $3,50 \pm 0,67$  forme, con un peso di  $8,05 \pm 1,16$  kg, mentre il diametro era di  $27,3 \pm 1,11$  cm e lo scalzo di  $12,1 \pm 2,80$  cm.

La resa di trasformazione di latte caprino e vaccino in formaggio stagionato è stata del  $8,63 \pm 4,12\%$ .

		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	$^\circ\text{C}$	13,4	6,47
Quantità latte in caldaia	L	260	45,7
Temperatura latte all'innesto	$^\circ\text{C}$	21,1	3,03
Durata maturazione	min	34,2	7,70
Temperatura di aggiunta caglio	$^\circ\text{C}$	35,3	1,54
Durata coagulazione	min	31,4	2,64
Temperatura siero	$^\circ\text{C}$	35,7	2,02
Temperatura di cottura	$^\circ\text{C}$	43,0	1,66
Durata della cottura	min	16,6	5,68
Temperatura di riposo	$^\circ\text{C}$	43,8	1,54
Durata del riposo	min	20,2	7,23
Temperatura locale di stagionatura	$^\circ\text{C}$	9,50	1,45
Durata stagionatura	d	130	0
Rivoltamenti	n/mese	3,75	0,45
Numero forme ottenute	n	3,50	0,67
Peso delle forme	kg	8,05	1,16
Diametro forme	cm	27,3	1,11
Scalzo forme	cm	12,1	2,80
Resa	%	8,63	4,12

Tabella 12: Dati relativi alla produzione di formaggio stagionato.

#### 4.3.2. Formaggio stagionato prodotto con latte di capra

Il prodotto di partenza per la produzione di formaggio stagionato è il latte fresco di capra. Il processo di trasformazione del latte caprino in formaggio stagionato è il medesimo illustrato nel paragrafo 4.3.1. I risultati medi sono mostrati in Tabella 13.

Il latte caprino munto derivato dalla mungitura mattutina veniva portato in caseificio e unito al latte derivato dalle mungiture effettuate nei giorni precedenti.

Per quanto riguarda la temperatura ambiente rilevata nel caseificio registrata durante la preparazione di formaggio stagionato di capra è stata pari a  $16,1 \pm 5,73^{\circ}\text{C}$ .

La quantità di latte in caldaia è stata di  $238,6 \pm 49,1$  litri. L'aggiunta di *Streptococcus thermophilus* per la coagulazione è avvenuta al raggiungimento di una temperatura di  $21,6 \pm 3,48^{\circ}\text{C}$ . Seguiva la maturazione con una durata di  $36,7 \pm 8,83$  minuti.

È stato poi aggiunto il caglio al raggiungimento della temperatura di  $34,4 \pm 1,38^{\circ}\text{C}$  e dopo un periodo di coagulazione di  $31,0 \pm 3,06$  minuti si è ottenuta la cagliata, che è stata poi divisa in rettangoli tramite un taglia-cagliata a spada. A seguito della rottura della cagliata la temperatura del siero è stata di  $34,6 \pm 1,98^{\circ}\text{C}$ .

Dopo aver effettuato un secondo taglio tramite un frangi-cagliata, riducendo la cagliata ad una dimensione assimilabile ad un chicco di mais, si è proseguito con la cottura a una temperatura di  $42,7 \pm 1,62^{\circ}\text{C}$  per un periodo di  $19,4 \pm 5,94$  minuti, e con il periodo di riposo in cui la temperatura è stata di  $43,8 \pm 0,94^{\circ}\text{C}$  e che ha avuto durata di  $18,3 \pm 8,46$  minuti.

È stato poi effettuato il taglio finale tramite un taglia-cagliata a spada, dividendo la pasta in 4. Seguiva l'estrazione manuale delle forme, con l'aiuto delle fascere in plastica. Dopodiché queste ultime venivano adagiate su un tavolo spersore in acciaio, per lo spurgo del siero in eccesso. Questa fase veniva velocizzata sia impilando le fascere le une sulle altre sia manualmente.

La salatura delle forme avveniva manualmente a fine giornata. A seguito di ciò, le forme sono state portate nel locale di stagionatura con temperatura di  $9,14 \pm 1,77^{\circ}\text{C}$  per un periodo di  $130 \pm 0$  giorni e sono state rivoltate  $4 \pm 0$  volte al mese.

Sono state ottenute  $3,14 \pm 0,69$  forme, con un peso di  $8,28 \pm 1,33$  kg.

Il diametro è stato di  $27,7 \pm 0,97$  cm e lo scalzo di  $12,5 \pm 3,15$  cm.

La resa di trasformazione di latte caprino in formaggio stagionato di capra è stata del  $10,5 \pm 0,99\%$ .



		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	°C	16,1	5,73
Quantità latte in caldaia	L	238,6	49,1
Temperatura latte all'innesto	°C	21,6	3,48
Durata maturazione	min	36,7	8,83
Temperatura di aggiunta caglio	°C	34,4	1,38
Durata coagulazione	min	31,0	3,06
Temperatura siero	°C	34,6	1,98
Temperatura di cottura	°C	42,7	1,62
Durata della cottura	min	19,4	5,94
Temperatura di riposo	°C	43,8	0,94
Durata del riposo	min	18,3	8,46
Temperatura locale di stagionatura	°C	9,14	1,77
Durata stagionatura	d	130	0
Rivoltamenti	n/mese	4	0
Numero forme ottenute	n	3,14	0,69
Peso delle forme	kg	8,28	1,33
Diametro forme	cm	27,7	0,97
Scalzo forme	cm	12,5	3,15
Resa	%	10,5	0,99

Tabella 13: Dati relativi alla produzione di formaggio stagionato prodotto con latte di capra.

### 4.3.3. Formaggio stagionato prodotto con latte di vacca

Il prodotto di partenza è il latte di vacca e il processo di trasformazione del latte vaccino in formaggio stagionato è il medesimo illustrato nel paragrafo 4.3.1. I risultati vengono esposti in Tabella 14.

Il latte vaccino, pari a un quantitativo di  $287,5 \pm 15$  litri, è stato portato in caseificio, in cui si è registrata una temperatura ambiente di  $10 \pm 6,73^\circ\text{C}$  e versato in caldaia. È stato portato ad una temperatura di  $19,7 \pm 2,06^\circ\text{C}$ , al raggiungimento della quale è stato aggiunto un quantitativo di *Streptococcus termophilus* con maturazione di  $29,7 \pm 4,50$  minuti.

È seguita l'aggiunta del caglio a temperatura di  $36,7 \pm 0,62^\circ\text{C}$  e dopo un periodo di coagulazione di  $32 \pm 2,45$  minuti si è ottenuta la cagliata, poi divisa in rettangoli tramite un taglia-cagliata a spada. La temperatura del siero è stata di  $37,2 \pm 0,74^\circ\text{C}$ .

È stato poi effettuato un secondo taglio tramite un frangi-cagliata, portando la cagliata ad una dimensione assimilabile ad un chicco di mais.

La cottura è avvenuta ad una temperatura di  $43,2 \pm 2,08^\circ\text{C}$  per un periodo di  $12,7 \pm 1,50$  minuti, il periodo di riposo a temperatura di  $43,7 \pm 2,55^\circ\text{C}$  e durata di  $21 \pm 2,71$  minuti.

A seguito del taglio finale, tramite un taglia-cagliata a spada, la pasta è stata divisa in 4 e poi estratta manualmente con l'aiuto di fascere in plastica. Le forme estratte sono state adagiate su un tavolo spersore in acciaio, per lo spurgo del siero in eccesso. Lo spurgo veniva velocizzato sia impilando le fascere le une sulle altre sia manualmente.

A fine giornata è stata effettuata la salatura manuale delle forme, poi portate in sala di stagionatura, dove sono rimaste per un periodo di  $130 \pm 0$  giorni a temperatura di  $10 \pm 0,82^\circ\text{C}$  e rivoltate  $3,25 \pm 0,50$  volte al mese.

Le forme ottenute sono state  $4 \pm 0$ , con peso di  $7,65 \pm 0,89$  kg, diametro di  $26,7 \pm 1,06$  cm e scalzo di  $10,5 \pm 2,12$  cm.

La resa di trasformazione di latte vaccino in formaggio stagionato di vacca è stata del  $5,15 \pm 5,98\%$ .

		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	°C	10	6,73
Quantità latte in caldaia	L	287,5	15
Temperatura latte all'innesto	°C	19,7	2,06
Durata maturazione	min	29,7	4,50
Temperatura di aggiunta caglio	°C	36,7	0,62
Durata coagulazione	min	32	2,45
Temperatura siero	°C	37,2	0,74
Temperatura di cottura	°C	43,2	2,08
Durata della cottura	min	12,7	1,50
Temperatura di riposo	°C	43,7	2,55
Durata del riposo	min	21	2,71
Temperatura locale di stagionatura	°C	10	0,82
Durata stagionatura	d	130	0
Rivoltamenti	n/mese	3,25	0,50
Numero forme ottenute	n	4	0
Peso delle forme	kg	7,65	0,49
Diametro forme	cm	26,7	1,06
Scalzo forme	cm	10,5	2,12
Resa	%	5,15	5,98

Tabella 14: Dati relativi alla produzione di formaggio stagionato prodotto con latte di vacca.

#### 4.3.4. Formaggio stagionato prodotto nel periodo “fresco”

È stato definito periodo “fresco” il periodo che intercorre dal mese di febbraio al mese di maggio, periodo nel quale sono stati registrati dati relativi alla produzione di formaggio stagionato a partire da latte di vacca e capra.

La temperatura ambiente riscontrata nel periodo definito “fresco” è stata di  $7,67 \pm 1,86^\circ\text{C}$ , temperatura inferiore a quella riscontrata nel paragrafo 4.2.4., relativo alla produzione di formaggella nel periodo “fresco”, che però tiene conto dei mesi di aprile e maggio. In questo caso sono stati considerati i mesi da febbraio ad aprile, periodo in cui si è rilevata produzione di formaggio stagionato.

La quantità del latte in caldaia è stata di  $275 \pm 38,8$  litri. La temperatura del latte all'innesto è stata di  $21,2 \pm 2,97^\circ\text{C}$  con maturazione di  $34,5 \pm 4,42$  minuti. La temperatura di aggiunta del caglio è stata di  $36,4 \pm 0,85^\circ\text{C}$  con coagulazione di  $31,5 \pm 2,81$  minuti. In questo caso potremmo dire che la temperatura ambientale non ha influenzato il processo di lavorazione del latte, come invece potrebbe essere avvenuto nel caso del paragrafo

4.2.4., nonostante i litri di latte lavorato, in questo caso, corrispondevano al doppio del quantitativo riportato precedentemente.

La cottura è avvenuta a temperatura di  $44,02 \pm 0,69^{\circ}\text{C}$  con durata di  $13,7 \pm 3,39$  minuti e il riposo con temperatura di  $44,6 \pm 0,78$  con durata di  $24,3 \pm 4,76$  minuti.

In questo caso potremmo dire che è stato necessario più calore e più tempo rispetto al paragrafo 4.2.4. per la cottura e per il riposo.

A seguito di cottura e riposo le forme sono state estratte manualmente e adagiate su un tavolo spersore dove è avvenuto lo spurgo del siero in eccesso, facilitato sia manualmente, sia impilando le fascere le une sulle altre.

A fine giornata è stata effettuata la salatura manuale delle forme, che in questo caso sono state  $3,83 \pm 0,41$ . Sono poi state portate nel locale di stagionatura, con temperatura di  $10 \pm 1,10^{\circ}\text{C}$ , dove sono rimaste per un periodo di  $130 \pm 0$  giorni e rivoltate  $3,50 \pm 0,55$  volte al mese.

Il peso delle forme è stato di  $7,51 \pm 0,48$  kg, il diametro di  $27,05 \pm 1,50$  cm e lo scalzo di  $10,00 \pm 2,45$  cm.

La resa di trasformazione di formaggio stagionato prodotto a partire da latte vaccino e caprino nel periodo "fresco" è stata del  $6,82 \pm 5,36\%$ .

		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	$^{\circ}\text{C}$	7,67	1,86
Quantità latte in caldaia	L	275	38,8
Temperatura latte all'innesto	$^{\circ}\text{C}$	21,2	2,97
Durata maturazione	min	34,5	4,42
Temperatura di aggiunta caglio	$^{\circ}\text{C}$	36,4	0,85
Durata coagulazione	min	31,5	2,81
Temperatura siero	$^{\circ}\text{C}$	37,02	0,86
Temperatura di cottura	$^{\circ}\text{C}$	44,02	0,69
Durata della cottura	min	13,7	3,39
Temperatura di riposo	$^{\circ}\text{C}$	44,6	0,78
Durata del riposo	min	24,3	4,76
Temperatura locale di stagionatura	$^{\circ}\text{C}$	10	1,10
Durata stagionatura	d	130	0
Rivoltamenti	n/mese	3,50	0,55
Numero forme ottenute	n	3,83	0,41
Peso delle forme	kg	7,51	0,48
Diametro forme	cm	27,05	1,50
Scalzo forme	cm	10,00	2,45
Resa	%	6,82	5,36

Tabella 15: Dati relativi alla produzione di formaggio stagionato nel periodo "fresco".

#### 4.3.5. Formaggio stagionato prodotto nel periodo “caldo”

È stato definito periodo “caldo” il periodo che intercorre da luglio a settembre, periodo in cui sono stati registrati dati relativi alla produzione di formaggio stagionato a partire da latte di vacca e capra.

La temperatura ambientale registrata durante il periodo “caldo” è stata di  $19,2\pm 3,06^{\circ}\text{C}$ , quindi circa il doppio della temperatura registrata nel paragrafo precedente.

La quantità di latte in caldaia è stata di  $245\pm 50,5$  litri.

La temperatura di aggiunta dell'innesto di *Streptococcus termophilus* è stata di  $21,05\pm 3,37^{\circ}\text{C}$  con maturazione di  $34\pm 10,5$  minuti.

A seguito della maturazione, è stato aggiunto il caglio al raggiungimento della temperatura di  $34,2\pm 1,32^{\circ}\text{C}$  e la coagulazione ha avuto durata di  $31,3\pm 2,73$  minuti.

Per la cottura si è raggiunta la temperatura di  $42\pm 1,77^{\circ}\text{C}$  e ha avuto durata di  $19,5\pm 6,25$  minuti. Il riposo ha avuto temperatura di  $43,2\pm 1,87^{\circ}\text{C}$  e durata di  $16\pm 7,13$  minuti.

In questo caso possiamo dire che la temperatura ambientale non ha avuto effetti sul processo di caseificazione, confrontando i risultati ottenuti con quelli del paragrafo precedente.

A seguito del taglio finale si è proseguito con l'estrazione manuale e le forme ottenute sono state adagiate su un tavolo spersore per lo spurgo del siero in eccesso.

Le forme sono state poi portate in sala di stagionatura dove sono permase per  $130\pm 0$  giorni e rivoltate per  $4\pm 0$  volte al mese.

Il peso delle forme che è stato registrato è  $8,41\pm 1,38$  kg, il diametro è stato di  $27,6\pm 0,87$  cm e lo scalzo di  $13,5\pm 2,18$  cm.

La resa di trasformazione di formaggio stagionato prodotto a partire da latte vaccino e caprino nel periodo “caldo” è stata del  $10,4\pm 0,88\%$ , circa il doppio della resa registrata durante il periodo “fresco”.

		Media	Deviazione standard
Temperatura ambiente	°C	19,2	3,06
Quantità latte in caldaia	L	245	50,5
Temperatura latte all'innesto	°C	21,05	3,37
Durata maturazione	min	34	10,5
Temperatura di aggiunta caglio	°C	34,2	1,32
Durata coagulazione	min	31,3	2,73
Temperatura siero	°C	34,4	2,02
Temperatura di cottura	°C	42	1,77
Durata della cottura	min	19,5	6,25
Temperatura di riposo	°C	43,2	1,87
Durata del riposo	min	16	7,13
Temperatura locale di stagionatura	°C	9	1,67
Durata stagionatura	d	130	0
Rivoltamenti	n/mese	4	0
Numero forme ottenute	n	3,17	0,75
Peso delle forme	kg	8,41	1,38
Diametro forme	cm	27,6	0,87
Scalzo forme	cm	13,5	2,18
Resa	%	10,4	0,88

Tabella 16: Dati relativi alla produzione di formaggio stagionato nel periodo "caldo".

## 4.4. Analisi qualitative del latte

I parametri che si sono presi in considerazione relativamente alle analisi qualitative del latte sono stati grasso, lattosio, proteine, cellule somatiche e carica batterica.

I dati relativi a questi parametri fanno riferimento al periodo tra il mese di aprile e il mese di luglio.

Come riportato in Tabella 17, e evidenziato nel Grafico 2, il contenuto di lattosio non ha subito brusche variazioni, come era da attendersi essendo il lattosio il componente osmoticamente attivo del latte, ed è raro che abbia variazioni, a meno che non sia in atto un'infezione mammaria. Anche il contenuto di proteine nel latte non ha subito brusche variazioni, ma si è dimostrato abbastanza costante. La percentuale di grasso invece ha subito un andamento altalenante. I titoli di grasso e proteine del latte hanno raggiunto valori notevoli, attestandosi a un quantitativo del  $4,03 \pm 0,77\%$  per il grasso e  $3,23 \pm 0,10\%$  per le proteine, indici di un'elevata qualità del latte.

Ci sono vari parametri che vanno a incidere sulla composizione del latte, tra cui la stagione, la situazione ambientale nei mesi più caldi e il tipo di dieta, che si differenzia solitamente tra il periodo invernale ed estivo, in quanto le capre vengono portate al pascolo. Non essendo entrati in possesso di dati relativi al periodo invernale, queste considerazioni devono essere valutate solo come ipotesi.

Un'altra considerazione che potremmo fare riguarda il fenomeno di inversione dei titoli di grasso e proteina nel latte caprino, fenomeno per cui la percentuale di grasso del latte caprino scende al di sotto di quella della proteina (Zucali et al. 2016). Possiamo affermare che nell'azienda presa in considerazione per il periodo considerato non si sono evidenziati fenomeni di inversione dei titoli di grasso e proteine, anche se nell'ultimo periodo di prova (Grafico 2) il tenore in grasso è calato molto.

	Media	Deviazione standard
Grasso (%)	4,03	0,77
Lattosio (%)	4,44	0,10
Proteine (%)	3,23	0,10

Tabella 17: grasso, lattosio e proteine relativi al periodo di interesse (medie di 4 controlli).

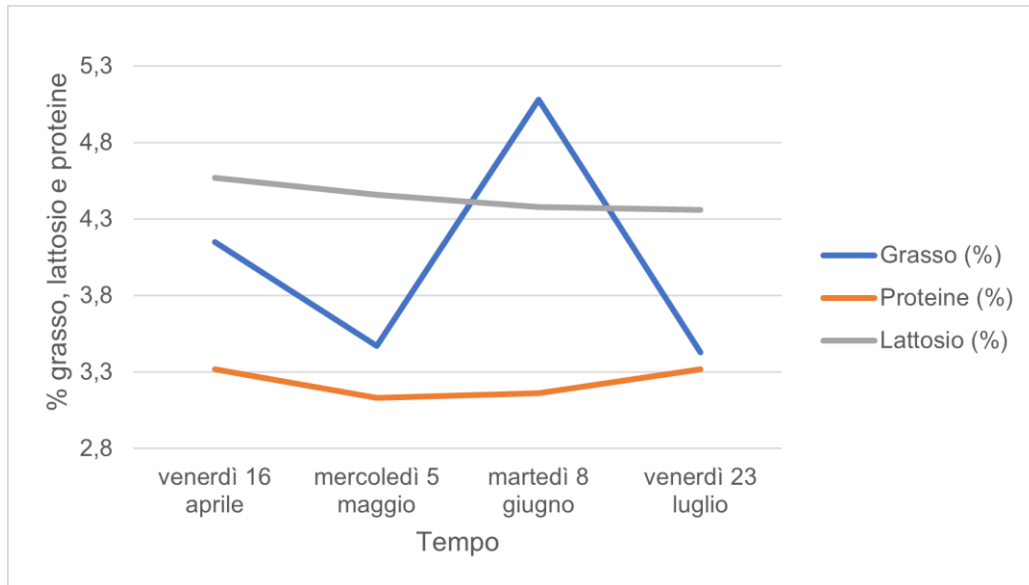


Grafico 2: Andamento di grasso, lattosio e proteine relativi al periodo di interesse.

Per quanto concerne le cellule somatiche, esse sono considerate indicatrici indirette della qualità igienica del latte. Infatti, valori di cellule somatiche che superano il tipico intervallo fisiologico sono indicatori di un'inflammatione della ghiandola mammaria. Questo fatto in realtà non è del tutto veritiero per il latte caprino, poiché quest'ultimo ha generalmente un quantitativo più elevato di cellule somatiche rispetto al latte vaccino. Ciò è spiegato dal fatto che il latte caprino contiene naturalmente un quantitativo maggiore di cellule epiteliali che derivano dalla degenerazione e successiva rigenerazione degli alveoli mammari (Podhorecká et al. 2021).

È importante tenere conto delle cellule somatiche in quanto, esercitando queste ultime attività proteolitica che altera le frazioni di caseina, vanno ad influenzare alcune proprietà tecnologiche e organolettiche del latte (Podhorecká et al. 2021).

Detto questo, a livello europeo i criteri di qualità igienica e batteriologica nel latte sono espressi nelle Direttive UE 92/46 e 94/71, secondo cui il limite legale delle cellule somatiche per le vacche è di  $400.000 \text{ ml}^{-1}$ , ma non vi è alcun limite legale per capre e pecore (Paape et al. 2007).

Anche in questo caso i dati relativi alle cellule somatiche fanno riferimento al periodo tra aprile e luglio. I valori sono stati convertiti in logaritmo a base 10, in modo tale da normalizzarli.



	Media	Deviazione standard
Cellule somatiche	5,52	0,20
Carica batterica	3,73	0,23

Tabella 18: carica batterica e cellule somatiche relativi al periodo di interesse (medie di 4 controlli, dati in log10).

Come possiamo notare dai dati riportati in Tabella 18, le cellule somatiche nel periodo considerato non hanno avuto eccessive variazioni. Come evidenziato dal Grafico 3, il valore più elevato si è riscontrato nel mese di maggio, per poi scendere nei mesi successivi.

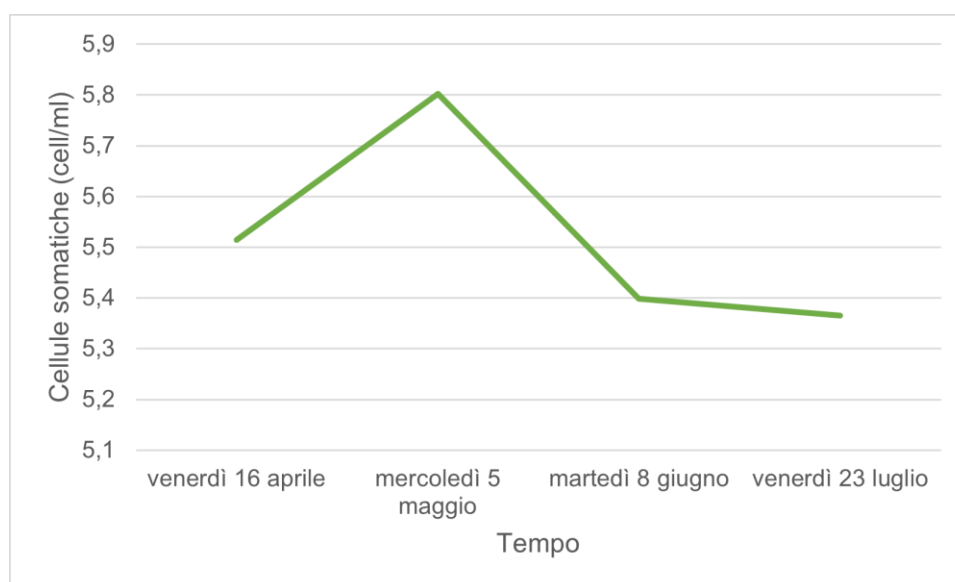


Grafico 3: cellule somatiche relative al periodo di interesse (dati in log10).

Relativamente alla conta della carica batterica, essa si riferisce al numero dei microrganismi aerobici che si sviluppano ad una temperatura di 30°C.

Solitamente la presenza di questi microrganismi nel latte è attribuita alla mancanza di mungitrici e di serbatoi di refrigerazione in azienda o più in generale al trasporto del latte in veicoli inadatti. Queste considerazioni evidenziano la difficoltà di ottenere latte con bassa carica batterica (Parisi et al. 2007).

Come accennato per la conta delle cellule somatiche, i criteri di qualità igienica e batteriologica nel latte caprino sono espressi dalle Direttive UE 92/46 e 94/71. I limiti europei riguardo alla carica batterica nel latte crudo di capra sono (Parisi et al. 2007):

- Per prodotti a base di latte trattato termicamente carica batterica inferiore a 1.500.000 U.F.C./ml;

- Per prodotti a base di latte non trattato termicamente carica batterica inferiore a 500.000 U.F.C./ml.

Per l'azienda in esame i valori di carica batterica si sono sempre tenuti al di sotto di queste soglie. Facendo riferimento alla Tabella 18, i valori di carica batterica sono stati  $3,73 \pm 0,23$  U.F.C./ml. Nel Grafico 4 si nota come la carica batterica, con l'avanzare del periodo caldo, tende a salire. Questo aumento potremmo ipotizzare essere legato alla conduzione degli animali al pascolo.

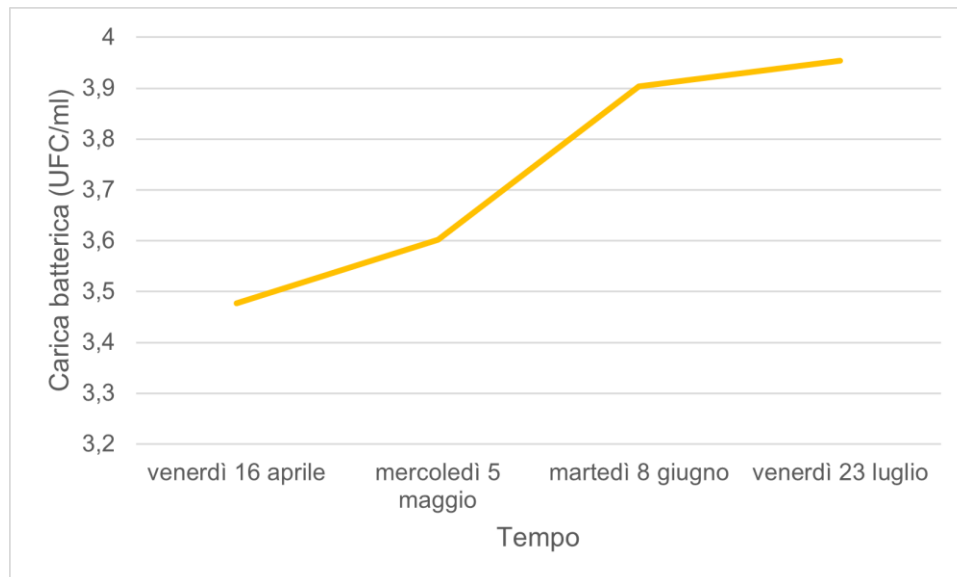


Grafico 4: carica batterica relativa al periodo di interesse (dati in log<sub>10</sub>).

## 4.5. Razione

	Unità di misura		Quantità	Costo (€)
Fieno prato	kg tal quale capo/d	primo taglio	0,6	0,08
		secondo taglio	0,6	0,08
Mangime pellettato ("Unimi capre")	kg tal quale capo/d		0,6	0,45
Mangime pellettato ("Misto 9")	kg tal quale capo/d		0,6	0,14
<b>Ingestione giornaliera</b>	kg tal quale capo/d		2,4	
<b>Costo totale della razione</b>	€/d			0,75

Tabella 19: Razione capre.

Per quanto riguarda la razione, le capre vengono alimentate con fieno di primo taglio e secondo taglio di prato stabile, per un quantitativo complessivo di 1,2 kg tal quale per capo al giorno.

L'alimentazione viene integrata con due mangimi pellettati, acquistati da una ditta esterna. Il primo di questi è il mangime pellettato "Unimi capre" del quale viene fornito giornalmente un quantitativo di 0,6 kg tal quale a capo. La composizione del mangime pellettato "Unimi capre" è riportata in Tabella 20.

Mais	44%
Fe soia	15%
Soia	9%
Bucchette di soia	13%
Farina d'orzo	6%
Polpa essiccata di barbabietola	7%
Semi di lino	6%
Integratore minerale	0,02%

Tabella 20: Composizione mangime pellettato marca "Unimi capre".

Il secondo mangime utilizzato per l'alimentazione delle capre è il mangime pellettato "Misto 9", fornito per un quantitativo di 0,6 kg tal quale a capo al giorno. La composizione del seguente mangime è illustrata in Tabella 21.

Mais fioccato	55%
Barbabietola	25%
Semi di lino	20%

Tabella 21: Composizione mangime pellettato "Misto 9".

Per verificare la sostenibilità economica dell'azienda in esame si sono calcolati l'ingestione giornaliera e i costi di alimentazione.

Per quanto riguarda l'ingestione giornaliera, per ogni animale è stato calcolato quanto alimento mangiano, basandosi su equazioni di previsione della sostanza secca ingeribile. Per trovare il valore della quantità di alimento giornaliera assunta dagli animali si è ricorsi a valori tabulati in relazione alla sostanza secca contenuta negli alimenti somministrati.

Per quanto concerne i costi di alimentazione, il fieno di prato stabile in azienda viene autoprodotta e non sono stati registrati prezzi relativi all'acquisto. Quindi il valore relativo al costo del fieno di prato di primo e secondo taglio è stato desunto dai prezzi di mercato di questo alimento, pari a 0,08€/kg tal quale sia per il fieno di prato stabile di primo taglio che per quello di secondo taglio.

Relativamente ai mangimi pellettati, l'azienda ha dichiarato di acquistarli da una ditta esterna ad un costo di 0,45€/kg tal quale per il mangime pellettato "Unimi capre" e di 0,14€/kg per il mangime pellettato "Misto 9".

Il costo totale della razione è stato quindi ricavato sommando il prezzo di acquisto dichiarato dall'azienda del mangime pellettato e il prezzo di mercato per il fieno di prato stabile di primo e secondo taglio (anche se quest'ultimo viene autoprodotta dall'azienda in esame).

## 4.6. Conto economico

Ricavo totale altro alla vendita	€/anno	24544
Produzione giornaliera di FPCM	kg/d*capo	2,48
Produzione annuale di FPCM	kg/y*capo	633
Ricavo giornaliero per capo		4,38
Costo della razione giornaliera	€/d	0,76
Income over feed cost	€	3,62
Costo della razione lattazione (8.5 mesi*30 giorni)	€/d	4252
Dairy efficiency	kg FPCM/kg s.s. razione	1,22

Tabella 22: Conto economico dell'azienda.

L'analisi dei bilanci economici permette di capire se l'azienda presa in esame presenta un reddito lordo sufficiente per retribuire il lavoro dell'allevatrice e dei familiari e oltre a questo ricavare un utile d'impresa.

Per verificare la sostenibilità economica dell'azienda presa in esame si sono utilizzati alcuni parametri per l'identificazione dei costi aziendali, esplicitati in Tabella 22.

Uno dei parametri presi in considerazione è stato il parametro FPCM, acronimo di "*Fat and Protein Corrected Milk*". Come già detto il latte e le sue componenti in particolare presentano una grande variabilità, che va in base al clima e la stagione, alla genetica e all'età dell'animale, all'alimentazione. Per questo motivo per poter confrontare l'efficienza economica, alimentare e ambientale è necessario standardizzare la produzione di latte, e in particolare standardizzare il contenuto di grasso e proteine.

Per l'azienda presa in esame si è preso in considerazione sia la produzione giornaliera che quella annuale. La produzione giornaliera di FPCM per capra è risultata essere 2,48 kg, quella annuale 633 kg.

Si è poi tenuto conto del costo della razione giornaliera, calcolato nel Paragrafo 4.5.

Un altro parametro che si è considerato è l'"*Income over feed cost*" (IOFC), parametro economico che confronta i ricavi ottenuti dalla vendita di latte al netto dei costi sostenuti per la razione degli animali in lattazione. Per il calcolo di questo parametro si è partiti dalla produzione media giornaliera di latte tenendo conto del suo prezzo di vendita, a cui poi si è sottratto il costo destinato all'alimentazione delle capre. In questo modo si è ottenuto il reddito lordo.

Un altro parametro utilizzato è stato la "*Dairy Efficiency*" che valuta la produzione di latte in relazione all'assunzione di sostanza secca assimilata, ovvero la capacità dell'animale di trasformare i nutrienti presenti nella razione in componenti del latte. Per il calcolo di questo parametro i dati utilizzati sono stati quindi i kg di latte standardizzati al contenuto

di grasso e proteine e i kg di sostanza secca ingeriti dagli animali, dato ricavato dalla razione che è stata fornita dall'allevatrice.

Per il calcolo dei ricavi totali alla vendita si sono indagati i litri di latte caprino totali prodotti durante l'anno che ammontano a 14.025 kg. Si è ottenuto questo totale tramite il calcolo del quantitativo di latte prodotto da ogni capra giornalmente, moltiplicato per i mesi in cui viene effettuata la mungitura, ovvero mediamente dal mese di aprile al mese di novembre.

Questo latte non viene venduto fresco ma viene interamente trasformato in formaggio stagionato, formaggelle e prodotti freschi. Le quantità e i prezzi di vendita che sono stati divulgati dall'azienda presa in esame vengono esposti in Tabella 23.

	Produzione totale formaggi	Ricavo totale alla vendita
Formaggio stagionato	400 kg/anno	20 €/kg
Formaggelle	300 kg/anno	15 €/kg
Crescenza o freschi	100 kg/anno	15 €/kg

*Tabella 23: Produzione e ricavo totale prodotti ottenuti con latte caprino.*

Dai dati ottenuti è possibile dire che l'azienda presa in esame non sembrerebbe economicamente sostenibile, in quanto il ricavo totale alla vendita risulta essere di 24.544€ all'anno. I costi che sono considerati come voci di passività sono relativi alla razione, oltre a questi vi sono altre voci di passività che per l'azienda presa in esame non sono stati indagati, e riguardano i costi per acqua ed energia elettrica, manutenzione della mungitrice e mezzi agricoli utilizzati per la produzione di foraggi, medicinali e spese veterinarie, eventuale affitto di prati e pascoli e costi di acquisto di animali. Oltre a ciò, un altro costo importante è quello relativo alla manodopera familiare, quantificato per convenzione a 25.000 € per unità lavoro/anno (DEMOCAPRA 2020).

Detto ciò, queste considerazioni devono essere soppesate solamente come ipotesi, in quanto la mancanza di dati non permette di eseguire un bilancio veritiero.

## Capitolo 5 – Conclusioni

Per quanto riguarda l'azienda presa in esame, si tratta di un'azienda a conduzione familiare che parallelamente all'allevamento di bovine da latte, presenta anche l'allevamento di capre da latte.

Un punto di forza dell'azienda è sicuramente la lavorazione del latte caprino per la produzione di formaggi di capra e la loro conseguente vendita diretta che costituisce un'attrattiva per i clienti, spinti ad una riscoperta dei prodotti caprini purtroppo ancora considerati una nicchia nell'intero settore dell'industria lattiero casearia.

Possiamo dedurre dai dati ottenuti che l'allevamento caprino monitorato contribuisce limitatamente al sostentamento economico aziendale, essendo che il conto economico teorico (IOFC) riesce appena a soddisfare il costo di manodopera dell'allevatrice. È quindi emerso un livello di efficienza abbastanza basso dal punto di vista economico.

L'azienda possiede inoltre pascoli e prati stabili, che costituiscono una buona parte dell'alimentazione degli animali. Ciò permette alle capre di esplicare al meglio la loro funzione ecologica, andando a recuperare aree che non vengono utilizzati dalle vacche, contenendo le specie arbustive che vanno ad invadere il pascolo, riducendo il rischio di incendi e conferendo al latte alcune caratteristiche che vengono molto apprezzate dai consumatori. In questo caso possiamo dire che questo allevamento va a offrire quelle che la riforma PAC del 1999 chiama "esternalità positive", in quanto oltre ai beni privati, come formaggi stagionati e formaggelle, offre ai consumatori anche tutela della biodiversità e del paesaggio. Il pascolo degli animali presenta anche risvolti positivi per quanto riguarda il benessere animale.

Oltre all'alimentazione con foraggi che vengono autoprodotti dall'azienda stessa, la razione viene integrata con due mangimi pellettati acquistati da una ditta esterna, e ciò va ad incidere sul conto economico aziendale. Nonostante questo, la possibilità di riduzione dei costi di alimentazione in contesto montano è abbastanza complicata a causa dei fattori pedoclimatici.

La mungitura delle capre viene abitualmente effettuata due volte al giorno tramite l'utilizzo di una mungitrice a carrello. Il latte viene poi portato in caseificio e, se non viene utilizzato subito, viene conservato in una cisterna refrigerata. La quantità di latte caprino che viene trasformato varia in base alla richiesta di prodotti da parte della clientela.

Dal punto di vista qualitativo, non vi è stata grande variabilità tra le componenti del latte, anche se i dati raccolti in azienda comprendono un periodo abbastanza breve. Si sono registrati valori medi di grasso pari al  $4,03 \pm 0,77\%$  e al  $3,23 \pm 0,10\%$  per le proteine,

indicatori di una buona qualità del latte. Anche i criteri di qualità igienica e batteriologica nel latte caprino sono risultati conformi ai limiti dettati dalle Direttive UE 92/46 e 94/71.

Nel nostro studio si è inoltre indagato sull'effetto della temperatura ambientale sul processo di trasformazione del latte. In generale la temperatura ambientale ha influenzato principalmente le temperature e i tempi necessari per i processi di maturazione e coagulazione e quelli di cottura e riposo.

Dai dati ottenuti è possibile affermare che per quanto riguarda la produzione di formaggelle, durante il periodo che è stato definito "fresco" la temperatura ambientale ha influenzato il tempo e il calore necessario per i processi di maturazione e coagulazione, che è aumentato a causa delle temperature più basse, mentre per quanto riguarda il periodo "caldo" il tempo di maturazione è diminuito in quanto, essendo la temperatura più alta, è stato necessario meno calore e quindi meno tempo per scaldare il latte, mentre il tempo necessario alla coagulazione è risultato maggiore, così come la durata della cottura e del riposo.

Parlando invece della produzione di formaggio stagionato la temperatura ambientale ha influenzato i tempi di cottura e riposo nel periodo definito "fresco", mentre per quanto riguarda il periodo "caldo" non sembra aver avuto effetti evidenti.

Il peso delle forme ha subito variazioni che generalmente potremmo attribuire alle diverse dimensioni delle fascere utilizzate, all'estrazione manuale delle forme e alla conseguente manualità del casaro, nonché alla quantità di siero espulso. Per una valutazione più accurata delle rese sarebbe opportuno impiegare fascere con dimensioni simili.

Per quanto riguarda la resa, può essere stata influenzata dalla quantità di latte in caldaia e in particolare dall'accumulo di latte derivante da diverse mungiture, oltre che dalla durata di cottura e riposo. Al contrario, la quantità di fermenti di *Streptococcus thermophilus* e di caglio non sembrano avere effetto sulle rese, e ciò potrebbe essere legato al fatto che vengono utilizzati in dosi proporzionali alla quantità di latte in caldaia. L'azienda potrebbe inoltre utilizzare ulteriori strategie di marketing per valorizzare i propri prodotti, che costituiscono un valore aggiunto per il territorio di produzione e potrebbero raggiungere un numero maggiore di consumatori.



## Bibliografia

- Avondo M., 2014. "Alimentazione animale e qualità del latte di capra". Large Animal Review. 4 (suppl. 1), 28-31.
- Battaglini L.M., 2007. "Sistemi ovicaprini nelle alpi occidentali: realtà e prospettive". Quaderno SOOZOALP. 4, 9-24.
- Boyazoglu J., Hatziminaoglou I., Morand-Fehr P., 2005. "The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future". Small Ruminant Research. 60, 13-23.
- Capre.it, 2021. *Il latte di capra*. <https://capre.it/prodotti1/latte-di-capra.html> visitato settembre 2021
- Capre.it, 2021. Scheda tecnica n° 87. "I parametri ambientali della stalla". [https://www.capre.it/images/PDF/DEMOCAPRA/87\\_I-parametri-ambientali-della-stalla.pdf](https://www.capre.it/images/PDF/DEMOCAPRA/87_I-parametri-ambientali-della-stalla.pdf) , visitato novembre 2021.
- Corti M., 2007. "I sistemi di produzioni ovicaprini nelle alpi lombarde. La situazione attuale alla luce della loro evoluzione storica e del loro ruolo socioterritoriale". Quaderno SOOZOALP. 4, 25-37.
- DEMOCAPRA, 2020. Schede tecniche DEMOCAPRA. Università degli Studi di Milano & Associazione Regionale Allevatori della Lombardia. <https://sites.unimi.it/democapra/wp-content/uploads/2020/04/Volume-completo.pdf> .visitato febbraio 2022.
- Eurostat, 2016. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>. visitato agosto 2021.
- FAO, 2019. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. visitato agosto 2021.
- Gaughan J.B., Sejian V., Mader T.L., Dunshea F.R., 2019. "Strategie di adattamento: ruminanti". Animal Frontiers. 9, 47–53.
- Hart S.P., 2001. "Recent Perspectives in Using Goats for Vegetation Management in the USA." Journal of Dairy Science. 84, 170-176.
- ISTAT. 2013. "6° censimento generale dell'agricoltura in Lombardia, Risultati definitivi." [https://www.istat.it/it/files//2013/02/Focus\\_Agr\\_Lombardia\\_revMalizia\\_rivistoMarina\\_26feb.pdf](https://www.istat.it/it/files//2013/02/Focus_Agr_Lombardia_revMalizia_rivistoMarina_26feb.pdf) visitato luglio 2021.

ISTAT. 2020. <http://dati.istat.it/> visitato settembre 2021

Kibler H.H., 1964. "*Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic animals. LXVII, Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses*". Research bulletin 862, University of Missouri, College of agriculture.

Lad S.S., Aparnathi K. D., Metha B., Velpula S., 2017. "*Goat milk in human nutrition and health - a review*". International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(5), 1781-1792.

Morand-Fehr P., Boutonnet J.P., Devendra C., Debeuf J.P., Haenlein G.F.W., Holst P., Mowlem L., Capote J., 2004. "*Strategy for goat farming in the 21st century.*" Small Ruminant Research. 51, 175-183.

Paape M.J., Wiggans G. R., Bannerman D.D., Thomas D.L., Sanders A. H., Contreras A., Moroni P., Miller R. H., 2007. "*Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts*". Small Ruminant Research. 68, 114-125.

Pirisi A., Lauret A., Dubeuf J. P., 2007. "*Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality*". Small Ruminant Research. 68, 167-178.

Podhorecká, K.; Borková, M.; Šulc, M.; Seydlová, R.; Dragounová, H.; Švejcarová, M.; Peroutková, J.; Elich, O., 2021. "*Somatic Cell Count in Goat Milk: An Indirect Quality Indicator*". Foods. 10, 1046.

Puccio C., Gusmeroli F., Della Marianna G., D'Angelo A., 2007. "*Circuiti di foraggiamento, selettività e qualità dei prelievi in capre al pascolo in comprensori pastorali della fascia subalpina*". Quaderno SOOZOALP. 4, 83-107.

Regione Lombardia. 2020. Territorio e popolazione. <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP>., visitato luglio 2021.

Ruminantia, 2020. "*Le schede tecniche DEMOCAPRA sul benessere animale in riferimento allo stress termico*". <https://www.ruminantia.it/le-schede-tecniche-di-democapra-sul-benessere-animale-in-riferimento-allo-stress-termico/>, visitato novembre 2021.

- Santoro G. L., 2008. *“Il clima della Valle Camonica”*. <http://pdf.3bmeteo.com/pdf/articolo/il+clima+della+valle+camonica+a+cura-20059/20059> , visitato novembre 2021.
- Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna (S.A.R). <http://www.sar.sardegna.it/documentazione/agro/thi.asp>, visitato novembre 2021.
- Singh S., Kaur G., Brar R.P.S., Preet G.S., 2021. *“Goat milk composition and nutritional value: a review”*. The Pharma innovation journal. SP-10(6), 536-540.
- Tamburini A., 2021. *Appunti lezioni Produzioni Zootecniche*.
- Zucali M., Milanese S., Sandrucci A., Bava L., Gislone G., Tamburini A., 2016. *“Qualità del latte ovis-caprino: aziende lombarde a confronto”*. Supplemento de L'informatore Agrario. 46. 24-27.
- Wilson D.E., Reeder. D.M., 2005. *“Capra hircus”*. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference, 3<sup>a</sup> ed., Johns Hopkins University Press.
- Yangilar F., 2013. *“As a Potentially Functional Food: Goats' Milk and Products”*. Journal of Food and Nutrition Research. 1.4, 68-81.

# Ringraziamenti

Come conclusione di questo elaborato desidero ringraziare tutti coloro che hanno contribuito alla stesura dello stesso e che mi hanno accompagnato e supportato durante il mio percorso di studi.

Desidero ringraziare il mio relatore, il Professor Alberto Tamburini, per avermi seguito durante il percorso di tirocinio e durante la stesura di questo elaborato, con i suoi preziosi consigli.

Un ringraziamento particolare va ai miei genitori, Ivana e Filippo, i miei più grandi sostenitori, a cui dedico questo lavoro e a cui sono grata per avermi permesso di intraprendere questo percorso di studi e per avermi costantemente supportato.

Ringrazio Nicola, che mi è sempre stato vicino e mi ha aiutato a superare tutte le difficoltà.

Ringrazio inoltre tutti i miei parenti e amici, che hanno sempre dimostrato interesse per il mio percorso universitario.

Ci tengo poi a ringraziare tutti gli amici preziosi che ho avuto il piacere di incontrare in questo percorso. Un grazie speciale va a Marta, mia preziosa amica, confidente, complice, e Pietro, che mi ha travolto con il suo amore per la montagna, e me ne ha fatto innamorare ancora di più.

Ringrazio poi Giulia, Luca, Floriana, Francesco B., Francesco A., Federico, Valentina, Pietro, Damiano, compagni di percorso con cui ho passato indimenticabili momenti che mi porterò nel cuore per sempre.