



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,
TERRITORIO, AGROENERGIA

*Corso di Laurea in
Valorizzazione e Tutela dell'Ambiente e del Territorio Montano*

**L'allevamento della capra Bionda
dell'Adamello e studio della tecnologia di
caseificazione del Fatulì**

Relatore: Prof. Alberto Tamburini

Elaborato finale di:

Giuseppe Zanotti

Matricola: 869107

Anno Accademico 2018/2019

Sommario

1.Premessa	3
2.Introduzione	4
2.1 Storia dell'allevamento caprino in Italia	4
2.2 Principali razze caprine allevate in Italia.....	6
2.3 Il latte caprino	17
2.4 Trasformazione del latte caprino.....	24
2.5 Le fasi del processo di trasformazione del latte	32
2.6 I formaggi caprini	38
3.Scopo dell'elaborato.....	45
4.Materiale e metodi.....	46
5.Risultati	48
5.1 Luogo in cui si è svolta l'attività	48
5.2 Centro di Tutela della razza autoctona "Bionda dell'Adamello"	51
5.3 Analisi della tecnologia di caseificazione	55
5.4 Analisi della quantità di latte prodotto.....	57
5.5 Analisi della resa del latte in formaggio fresco.....	60
6.Conclusioni	63
7.Bibliografia.....	65
8.Riassunto	67
9.Ringraziamenti.....	71

1. Premessa

L'allevamento caprino è un settore che ha sempre svolto per le comunità rurali montane un ruolo di primaria importanza. Infatti, già nel 10.000 a.C. le piccole tribù dell'Asia Minore avevano cominciato a sfruttare questi piccoli e docili ungulati per la loro sopravvivenza. Il fatto che fossero animali rustici e molto adattabili ha fatto sì che questo tipo di allevamento sia giunto fino ai giorni nostri. Nonostante una storia assai tormentata, che verrà trattata di seguito, oggi la capra è tornata ad avere un notevole sviluppo (Manfredi et al., 2011), grazie agli allevatori ma anche alle associazioni nate proprio per tutelare le razze autoctone e i prodotti caprini, favorendone l'immissione sul mercato. Ulteriore compito delle associazioni e dei consorzi è quello di sensibilizzare il consumatore ad acquistare prodotti tipici anche ad un costo più alto, rendendo consapevole chi compra che, ad una modesta maggiorazione del prezzo, corrisponde una qualità molto superiore del prodotto, rispetto all'equivalente alla grande distribuzione.

Tra i formaggi caprini più conosciuti sicuramente c'è la Formaggella Del Luinese D.O.P., prodotta in provincia di Varese, ma per quanto riguarda la Valle Camonica l'unico formaggio caprino riconosciuto è il Fatulù della Val Savio, presidio Slow Food.

Il ritorno dell'allevamento caprino è stato sicuramente facilitato anche dal fatto che le esigenze dei consumatori siano cambiate rispetto a mezzo secolo fa. Infatti, il latte, ma soprattutto i latticini di capra, come precisato da Lucia Morali (vicepresidente Assonapa (2017)), poveri in colesterolo e lattosio, ma ricchi in proteine, li rendono ideali per le diete e per chi presenta delle intolleranze e vengono dunque spesso preferiti a quelli vaccini. (Larassegna.it, 2019)

2. Introduzione

2.1 Storia dell'allevamento caprino in Italia

L'allevamento caprino trae le sue origini fra i 12.000 e i 10.000 anni a.C., periodo nel quale l'uomo, passato ormai da un sistema produttivo nomade a un sistema stanziale, si rende conto che, come riesce a coltivare i semi delle piante spontanee, allo stesso modo può controllare anche gli animali selvatici. Come primi animali da addomesticare (subito dopo il cane) vennero scelti i piccoli ruminanti (ovini e caprini), sia per la loro mitezza, sia per la taglia ridotta, ma soprattutto per la loro triplice attitudine, ovvero la capacità di fornire latte, carne, lana o pelle. (Cianci, 2015). Esempari di *Capra aegagrus* (antenato della capra domestica) furono i primi a passare dallo stato selvatico a domestico nei territori degli attuali Iraq e Iran (Zeder e Hesse, 2000). Dall'Asia Minore si diffusero poi in Grecia nel VII millennio a.C., poi nella penisola Balcanica e infine nell'Europa centromeridionale e appunto in Italia.

L'importanza del gregge crebbe ancor di più in epoca romana, tanto che la prima espressione usata per indicare una moneta di scambio (denaro) fu il termine *pecunia*, che ha la sua radice etimologica in *pecus*, "pecora" appunto. Ma se la pecora era importante per la lana, per gli scopi alimentari, i romani continuarono a preferire i prodotti caprini rispetto a quelli ovini e bovini. Proprio per questo a partire dal I secolo a. C. avviene una prima attenta selezione dell'animale, che assume dunque una taglia maggiore. Verso la fine dell'Impero Romano d'Occidente (476 d.C.) però, la lana assume un ruolo molto importante nel sistema economico e produttivo, dunque si comincia a sostituire la capra con la più economicamente vantaggiosa pecora (Rubino, 1996).

Con le invasioni barbariche la presenza di ovini e caprini diminuisce drasticamente, a causa dell'insicurezza negli spostamenti che non consente di praticare la transumanza, il sistema di allevamento allora più diffuso.

Nel basso Medioevo (1000-1492 d.C.) e negli anni successivi, si assiste ad una messa a coltura delle campagne, con aumento dei seminativi e dei pascoli erbacei. In questo periodo, la produzione della lana riacquista importanza e la transumanza viene regolamentata e tutelata, con aumento delle terre dedicate al pascolo ovino, a scapito dell'agricoltura. La capra non viene più considerata di utilità sociale e si assiste ad una progressiva riduzione dello spazio

disponibile per il suo allevamento. Se da una parte si spinge la capra nel bosco per destinare poi i pascoli alle pecore, dall'altra si attuano leggi contro la capra, colpevole di distruggere i boschi (Rubino, 1996).

Nei secoli a seguire la situazione non fece che peggiorare, infatti nei primi anni del XIX secolo i profondi mutamenti della società e le nuove scoperte tecnologiche spinsero all'allevamento di ovini e bovini rispetto ai caprini, destinati ormai a rimanere ai margini della società. La capra viene ancora una volta accusata di rovinare siepi, campi, giardini e orti, di facilitare le frane, di distruggere i boschi, di trasmettere all'uomo malattie.

Dopo un periodo d'espansione dell'allevamento caprino, durante il ventennio fascista la "guerra alle capre" ritorna con l'emissione di una tassa onerosa su ogni capo e un divieto di pascolo nei boschi, anche se di proprietà dell'allevatore.

Durante la guerra e nell'immediato dopoguerra, l'allevamento caprino ha visto una leggera ripresa, seppur trascurando razze autoctone meno produttive (De Capitani, 2011); ma all'inizio degli anni '70 col boom economico e con l'esodo rurale, si è manifestato un nuovo forte crollo di questo tipo di allevamento. Dagli anni '70 circa si è assistito ad una graduale e costante ripresa e aumento del numero di allevamenti e di capre allevate. Questo è dovuto alla riscoperta delle potenzialità di questo tipo di allevamento, che può essere condotto sia in modo estensivo in aree montane o caratterizzate da pascoli poveri, sia in modo intensivo con razze altamente selezionate. (Rubino, 1996)

Al 1° dicembre 2017 il numero di capre in Italia era di 763.809 unità dopo un calo di circa 60.000 unità dal massimo del 2010 di 823.631 capi (ISTAT). Al contrario, la quantità di latte di capra trasformato, grazie a selezione e innovazioni in campo alimentare, è aumentata nel tempo (in media, 8,1%/anno), da 16.000 t nel 2002 a 33.000 t nel 2015. Il prezzo del latte di capra in Italia non è cambiato sostanzialmente nel tempo, mostrando un leggero aumento da € 0,66/L nel 2014 a € 0,77/L nel 2016, per poi scendere a € 0,65/L nel 2017. (Pulina et al., 2018)

2.2 Principali razze caprine allevate in Italia

Quando si parla di “capra” o meglio di “capra domestica”, nella sistematica si fa riferimento alla *Capra hircus* o secondo alcuni alla *Capra aegagrus hircus*, poiché non è ancora certa una sicura linea evolutiva che la collochi come specie distinta dall’ Egagro (capra primitiva) oppure una sua sottospecie. La caratteristica principale di questa specie (o sottospecie) è la presenza di corna dritte o ritorte, ma sempre carenate anteriormente.

Razze con libro genealogico

Il libro genealogico, è un registro di censimento degli animali appartenenti a una certa specie, sottospecie o razza, e di cui i genitori sono noti. Un animale iscritto sul registro possiede un suo proprio codice d'identificazione, che costituisce la prova della sua appartenenza alla razza, il cosiddetto *pedigree*. Gli animali vengono generalmente registrati dagli allevatori quando sono ancora giovani. Le principali razze i cui esemplari sono catalogati nel libro genealogico sono di seguito elencate in ordine alfabetico:

- **Camosciata delle Alpi:**

Originaria della Svizzera, si è diffusa in molti paesi europei, prevalentemente in Francia, ed anche extra europei. In Italia ha la sua maggiore consistenza nelle regioni dell'arco alpino, dove viene allevata in piccoli, medi e grandi allevamenti sia allo stato semi-stabulato che in strutture a stabulazione permanente, con significative presenze nel resto del territorio nazionale. (Capre.it). Di taglia medio-grande con altezza al garrese di 86 e 74 cm per maschi e femmine, e avente testa piccola e leggera, la Camosciata delle Alpi presenta torace ed addome ampi, mammelle di tipo piriforme e capezzoli ben sviluppati. (Agraria.org) Il nome deriva dal caratteristico mantello simile a quello del camoscio, che è solitamente marrone chiaro anche se sono tollerati mantelli con colorazione non uniforme (in particolare macchie bianche, “frisature” sul muso) oppure mantelli scuri tendenti al nero. (Capre.it)

I maschi adulti possono raggiungere i 100 kg, mentre le femmine i 70 kg e, selezionate come capre da latte, possono produrre più di 500 kg latte/anno. (AIA, 2004)

Figura 2.1 – capra di razza Camosciata delle Alpi



- **Garganica:**

Figura 2.2 – capra di razza Garganica



La Capra Garganica è una razza autoctona del Gargano in cui ha fissato il suo habitat naturale. La sua origine è stata frutto di incroci con popolazioni di capre locali e caprini di provenienza dall'Ovest Europa, ed infatti si trovano molte similitudini tra la razza Garganica e le popolazioni caprine che vivono tra la Spagna e la Francia. (Mangiacotti, 2011). Poiché il Gargano è un territorio aspro e poco generoso in termini di

alimentazione e capacità di vita, questa capra ha sviluppato grandi doti di rusticità e adattamento, tanto che ancora oggi viene allevata allo stato brado o semistabulato. Questa razza presenta, per maschi e femmine adulti un'altezza al garrese di 85 e 75 cm e un peso di 55 e 35 kg. Di conseguenza è considerata di taglia media. La sua principale attitudine è la produzione di carne, infatti produce al massimo circa 160 kg di latte/anno (AIA, 2004), la metà dei quali è utilizzata per l'alimentazione del capretto. Presenta un pelo importante e di colore nero lucente.

- **Girgentana:**

Razza caprina molto particolare, poiché presenta corna a cavatappi, molto simili a quelle della capra primitiva Falconeri o Markor, tanto che, secondo alcuni, sarebbe proprio questa l'antenata della Girgentana, invece della Capra hircus.

È attualmente allevata in Sicilia, più precisamente nella zona di Agrigento e al 2018 se ne contano solo 1500 capi. La sua attitudine principale è sicuramente quella lattifera, anche se arriva a produrre solo 250 kg/latte all'anno (Pulina et al, 2018). Presenta un vello bianco con macchie più scure sul muso e le caratteristiche corna a cavatappi. Di taglia media il maschio adulto può essere alto sugli 85 cm al garrese e di 65 kg di peso. Viene allevata in piccoli e medi allevamenti, allo stato semi-stabulato e stabulato, con ampio utilizzo del pascolo. (Capre.it).

Figura 2.3 – capre di razza Girgentana



- **Jonica:**

La razza Jonica deriva da una popolazione dell'arco Jonico, ripetutamente incrociata con la razza Maltese. Viene allevata e selezionata in gran parte dell'Italia meridionale, in particolare nella provincia di Taranto. (Capre.it). Di media grandezza e selezionata per la produzione di latte, produce fino a 340 kg/latte all'anno (AIA, 2004). Il manto è bianco o leggermente rosato, ma la particolarità di questa razza sono le orecchie lunghe e larghe, pendenti sia nel maschio che nella femmina e la difficile presenza di corna. Gli allevamenti sono piccoli o medi, allo stato stabulato o semistabulato.

Figura 2.4 – capre di razza Jonica



- **Maltese:**

Le origini lontane di questa razza sono da ricercare nel versante medio-orientale del bacino del Mediterraneo, anche se è stata selezionata in Italia, in particolare in Sicilia e nelle regioni del centro sud. Ha spiccate caratteristiche di capra lattifera tanto che la produzione può arrivare nelle pluripare a 500 kg di latte per lattazione. Per le sue ottime caratteristiche (elevato contenuto di lipidi), il latte ben si presta alla caseificazione per la produzione di formaggi freschi o stagionati. La capra Maltese è allevata allo stato brado, semibrado e stabulato (Agraria.org). Di media statura, presenta pelo lungo bianco/giallastro e caratteristiche pezzature nere laterali sul muso

che ricoprono gli occhi. Le corna possono essere assenti e le orecchie sono anch'esse nere, lunghe e pendenti, molto simili a quelle della capra Jonica.

Figura 2.5 – capre di razza Maltese



- **Orobica:**

La razza Orobica è di origine sconosciuta. È allevata nelle Alpi Orobianche e nelle vicine aree prealpine, in provincia di Sondrio in Val Gerola e nelle valli limitrofe, a Lecco in Valsassina, Valvarrone e Alto Lario Orientale, e a Bergamo in alta Val Brembana (Capre.it). La capra orobica ha corna imponenti che si torcono verso i lati, pelo lungo e mantello dai colori più svariati, come grigio, beige, nero, marrone o pezzato, con prevalenza di nero-grigio nella parte posteriore e bianco-beige in quella anteriore (fondazione Slow Food, 2019). Il peso vivo della capra adulta è di 50 kg, mentre l'altezza al garrese è di 72 cm; le orecchie mediamente lunghe, portate erette (Corti e Brambilla, 2002). La capra orobica è a duplice attitudine, anche se negli ultimi anni è stata selezionata per la produzione lattifera, visto l'obbligo di una percentuale di latte di Orobica per alcuni prodotti tipici. Infatti, all'anno, produce meno di 300 kg di latte (Pulina et al., 2018).

Figura 2.6 – capra di razza Orobica



- **Saanen:**

È la classica capra da allevamento intensivo, nonché la razza più produttiva con circa 650 kg/anno di latte (AIA, 2018). Originaria della Svizzera, e allevata nella zona del nord Italia, la razza Saanen si presenta di un colore bianco pallido o rosato e pelo corto. Le corna non sono sempre presenti e le orecchie sono lunghe e laterali, mai pendenti. Il maschio adulto è alto al garrese circa 87 cm e può superare i 90 kg mentre la femmina è alta 74 cm e pesa all'incirca 60 kg (AIA, 2004).

Figura 2.7 – capra di razza Saanen



- **Sarda:**

come dice il nome, è la razza caratteristica della Sardegna e da sola contribuisce a circa un terzo delle capre italiane (Pulina et al, 2018). Poiché si tratta di una razza molto rustica, viene allevata allo stato brado o semibrado. I becchi arrivano ai 60 kg mentre le femmine a 45 kg (AIA, 2004), l'altezza al garrese è rispettivamente di 78 e 70 cm quindi si possono classificare come di taglia media. Il mantello è di colore variabile, più frequentemente bianco e grigio (Capre.it)

Figura 2.8 – capra di razza Sarda



Razze con registro anagrafico

Si possono definire i registri anagrafici come una sorta di libri genealogici semplificati, destinati alle razze e alle popolazioni a limitata diffusione. La loro principale finalità non è tanto quella di operare una selezione su tali popolazioni, quanto piuttosto quella di conservare patrimoni genetici di grande valenza storico-culturale (Cosentino, 2018), tenendo costantemente sotto controllo il numero degli appartenenti a quella determinata razza. Nella tabella seguente sono riportate alcune delle razze iscritte al registro anagrafico con le rispettive caratteristiche.

Tabella 2.1 – Esempi di razze iscritte al registro anagrafico

Razza	Zona di allevamento	Numero di capi	Produzione media (kg/anno) (AIA, 2018)
ALPINA	Alpi centrali	15000	388
BIONDA DELL'ADAMELLO	Province di BS, BG, CO, LC, TN	2300	320
CAPRA DELL'ASPROMONTE	Provincia di Reggio Calabria	9000	119
FRISA VALTELLINESE O FRONTALASCA	Valtellina, Val Chiavenna, Val Malenco	5000	338
LARIANA o DI LIVO	Valli del Lario Occidentale	2500	71
NICASTRESE	Provincia di CZ	8000	144
ROCCAVERANO	Province di AT, AS, CN	1065	514
SEMPIONE	Vercelli	30	-
VALDOSTANA	Val D'Aosta e alto Canavese	4300	260
VERZASCHESE	Lombardia	1500	336

Capra Bionda dell'Adamello

Figura 2.9 – capra di razza Bionda dell'Adamello



Origine, diffusione e consistenza della razza

La Bionda dell'Adamello è una capra domestica autoctona della Valcamonica la cui origine è comune a quella di altre popolazioni locali del nord Italia. Si pensa infatti che possa essere riconducibile al ceppo alpino, costituito in origine da soggetti aventi simile tipo di corna, portamento delle orecchie e mole, ma caratterizzati da grande mescolanza di mantelli. L'uomo, in passato ha preferito alcuni mantelli di queste popolazioni locali rispetto ad altri, ed ha creato gruppi di soggetti accomunati da questo carattere. L'isolamento di questi gruppi è stato anche favorito dalla morfologia del territorio in cui le bionde hanno vissuto: le montagne hanno infatti costituito per molto tempo una barriera naturale permettendo così la nascita di zone all'interno delle quali, tramite selezione naturale, si sono evolute determinate caratteristiche di questi animali da reddito (Agraria.org). Attualmente la Bionda dell'Adamello è allevata in Valcamonica (in particolare in Val Savio), in provincia di Como e Lecco e in Val di Scalve. Si ricorda inoltre la presenza di alcuni esemplari anche in Trentino, e ciò è di fondamentale importanza per la variabilità genetica. Questa razza è inserita nel registro Anagrafico (attivato in Italia nel 1997) e i dati ufficiali indicano l'iscrizione di soggetti in tipo, per l'anno 2014, pari a più di 2.300 capi, allevati in 104 aziende nelle rispettive province riconosciute dal Programma di Sviluppo Rurale (Brescia, Bergamo, Como, Lecco e Trento) (Brambilla, 2014). Si può quindi affermare che, nonostante si possa garantire una certa variabilità genetica, non si può ancora assicurare la piena e sicura sopravvivenza di questa razza.

Attualmente sono circa un centinaio le aziende che si occupano di Bionda dell'Adamello e la maggior parte di queste sono a conduzione familiare.

Caratteristiche morfologiche

Nonostante la Bionda dell'Adamello sia una razza rustica, possiede buone caratteristiche di finezza e proporzionalità. Negli esemplari appartenenti a questa razza ritroviamo una struttura scheletrica forte, una testa leggera con profilo rettilineo e corna a sciabola con estremità divergenti, ma non sempre presenti (Corti e Brambilla, 2002). Nei maschi e nella maggior parte

delle femmine si può ritrovare la barba e le orecchie sono portate in alto. Il collo è munito di tettole (appendici cutanee), il torace ampio e l'addome sviluppato. L'apparato mammario, anch'esso abbastanza sviluppato, presenta capezzoli piriformi. Ma ciò a cui deve il suo particolare nome, "Bionda dell'Adamello", è il caratteristico vello, che è bruno di tonalità chiara (da qui deriva il nome della razza "bionda"), anche se esistono soggetti più scuri di tonalità nocciola. Sono poi tipiche le striature bianche e regolari sul muso, sul contorno dell'orecchio, sulle estremità degli arti, nelle zone perineale e sottocoda, sull'addome e intorno allo scroto. Il pelo è lungo e fine.

La presenza di macchie bianche in regioni non tipiche o l'assenza del colore bianco nelle zone tipiche sul mantello sono considerati difetti e impediscono l'iscrizione al registro.

Caratteri biometrici

Le misure della razza Bionda la caratterizzano come capra di taglia media. Infatti presenta un'altezza media al garrese di circa 75 cm e un peso medio di 70-75 kg per i maschi adulti e di 55-60 kg nelle femmine adulte (dati AIA, 2014).

Caratteri produttivi

Tabella 2.2 – Caratteri produttivi di capra Bionda dell'Adamello (AIA, 2018)

Categoria	N°	Kg di latte	grasso%	proteine%
1	10	347	3,02	3,12
2	59	275	2,97	2,99
3	6	401	2,99	3,20
4 e oltre	10	505	2,99	3,18

LEGENDA: 1 - primipare fino a 18 mesi; 2 - secondipare e primipare oltre 18 mesi; 3 - terzipare; 4 - quarto parto ed oltre.

Nella tabella 2.2 sono indicate le quantità e le percentuali di grasso e proteine del latte degli esemplari di capra Bionda dell'Adamello controllati a campione in Lombardia. Si può notare

come la % di grasso rimanga pressoché invariata, mentre le proteine diminuiscono nel latte delle secondipare e primipare fino a 18 mesi, per poi stabilizzarsi intorno al valore più frequente al momento della terza lattazione.

Caratteristiche di allevamento e produzione

L'allevamento di questa razza è normalmente di tipo semi-estensivo: le capre vengono stabulate in stalla durante il periodo autunnale, fatte pascolare durante la primavera e l'autunno e portate in alpeggio durante il periodo estivo (Capre.it).

La Bionda dell'Adamello è una razza a duplice attitudine e i capretti vengono infatti sfruttati come fonte di carne (in particolare durante le festività pasquali), mentre il latte che rimane nel periodo successivo allo svezzamento viene utilizzato per la caseificazione. La produzione media di latte è di 320 litri con 3,14% di grasso e 3,10% di proteine (AIA, 2018). Gli allevatori sfruttano la produzione di latte per una caseificazione tradizionale, che associa la loro razza ad una produzione tipica. Fra le produzioni di formaggi ne esistono due di antica tradizione: il "Fatulì" e il "Mascarpin".

Il primo, che verrà trattato più avanti, è prodotto con solo latte di capra Bionda e fatto affumicare su apposite griglie, mentre il secondo è una ricotta prodotta con il siero di latte ottenuto dalla lavorazione del formaggio tradizionale e riposta per pochi giorni in appositi sacchetti di cotone.

2.3 Il latte caprino

Un prodotto del settore lattiero-caseario che ultimamente sta andando incontro ad una rapida crescita è il latte di capra; la sua diffusione nella popolazione è legata alla sua maggiore digeribilità rispetto al latte vaccino, oltre che alla percezione di questo prodotto come alimento sano, salutare e maggiormente sostenibile per l'ambiente (Verduci et al.,2015). Infatti, la capra, per l'attitudine all'allevamento estensivo, è un animale che nasce "biologico" (Cicci et al., 2017), ovvero si presta malvolentieri all'allevamento intensivo e ad alimentarsi con insilati o mangimi industriali.

Il latte di capra si distingue per l'alta digeribilità e per il contributo in calcio e fosforo, e ciò lo rende ottimale per la mineralizzazione ossea e per la ricchezza in vitamine. Dunque soddisfa molti dei bisogni nutrizionali specifici per età, stile di vita, attività fisica e stato di salute. La sua composizione lo rende preferibile al latte prodotto da altre specie zootecniche per il consumo umano diretto, poiché presenta una composizione in proteine più simile a quello umano rispetto a quello vaccino; inoltre il tasso di caseina, inferiore rispetto a quello bovino, lo rende di maggior valore biologico (Cicci et al.,2017). Per quanto riguarda i minerali, il latte caprino presenta concentrazioni di potassio (K) e ferro (Fe) molto superiori del latte umano e bovino, per cui è adatto all'alimentazione di soggetti con problemi di ipertensione (Capre.it). Il latte di capra, rispetto al latte vaccino, sembra essere anche un prodotto maggiormente sostenibile per l'ambiente: le capre infatti, occupano meno spazio ed utilizzano meno risorse. Basti pensare che il fabbisogno alimentare di una capra è pari a un decimo di quello di una bovina, ma la sua produzione di latte è, in rapporto, superiore. Inoltre, richiedono meno trattamenti medici rispetto ai bovini, la cui produzione di latte spesso è aumentata da trattamenti a base di ormoni (Dgc.com). La totale assenza di carotenoidi, sostanze di origine vegetale che nella capra vengono trasformate in vitamina A, è responsabile del particolare candore del latte e dei suoi derivati.

Sebbene in rapida crescita, il latte caprino rimane comunque un prodotto ancora di nicchia, consumato abitualmente da una cerchia di consumatori che presenta spesso problemi con l'assunzione di latte vaccino, ad esempio per una scarsa digeribilità (Verduci et al.,2015).

Tabella 3.1 – Valori medi di composizione dei nutrienti del latte di capra, bovino e umano (Park et al., 2007)

Composizione	Latte di capra	Latte bovino	Latte umano
Grassi (%)	3,8	3,6	4,0
Lattosio (%)	4,1	4,7	6,9
Proteine (%)	3,4	3,2	1,2
Caseine (%)	2,4	2,6	0,4
Albumine, Globuline (%)	0,6	0,6	0,7
MINERALI (mg)			
Ca	134	122	33
P	121	119	43
Mg	16	12	4
K	181	152	55
Na	41	58	15
Cl	150	100	60
S	28	32	14
Fe	0,07	0,08	0,20
Zn	0,56	0,53	0,38
Se	1,33	0,96	1,52
VITAMINE			
A (UI)	185	126	190
D (UI)	2,3	2,0	1,4
B6(mg)	0,046	0,042	0,011
Acido Folico (µg)	1,0	5,0	5,5
B12 (µg)	0,065	0,357	0,03
C (µg)	1,29	0,94	5,00
Kcal/100 ml	70	69	68

Composizione del latte caprino

La composizione del latte di capra, così come per gli altri tipi di latte, varia a seconda della dieta, della razza, delle condizioni ambientali, della località in cui pascola, dello stadio di lattazione e dello stato di salute della mammella (Verduci et al., 2015).

Colostro

La principale sostanza dipendente dalla stagionalità è il colostro. Il colostro delle capre, il primo "latte" dopo il parto, si forma solo una volta all'anno, ed ha un'importante funzione immunitaria (Dgc.com). Il secreto mammario diventa latte maturo dopo 4-5 giorni, ma presenta già tutti i principali nutrienti, seppur ripartiti in maniera differente rispetto al latte maturo. Il contenuto in proteine e in lipidi si riduce notevolmente dopo 48 ore dal parto, il lattosio, ha invece un andamento contrario, con un valore minimo in corrispondenza del parto e un aumento graduale fino ai valori tipici del latte maturo. Il colostro è importante perché rappresenta la prima fonte di anticorpi (in particolare immunoglobuline) per il neonato, che nella placenta non ha ricevuto gli anticorpi materni. La capacità del capretto di assorbire le immunoglobuline è massima nelle prime 24-48 ore di vita e diminuisce successivamente (Capre.it).

Proteine

Il contenuto in proteine del latte caprino ha un valore medio pari al 3,4% (Park et al., 2007). In presenza di cicli naturali, durante il periodo di maggior produzione (aprile-maggio) la percentuale di proteina grezza diminuisce fino a raggiungere il valore minimo di 2,6% nel mese di luglio, per poi aumentare fino al valore massimo di 3,6% nel mese di novembre, che coincide con la fase di messa in asciutta delle capre. La caseina, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, è la proteina più importante del latte, rappresenta il 70-76% delle proteine totali e il suo contenuto nel latte caprino varia tra l'1,8 e il 2,8% (Paltani et al., 2012); i valori più bassi

si riscontrano in corrispondenza sia del picco di produzione che del caldo estivo. La caseina è presente nel latte sotto forma di quattro tipi di proteine che differiscono in base alla distribuzione delle cariche e alla suscettibilità di precipitazione in seguito all'addizione di calcio. Questi composti sono α 1-caseina, α 2-caseina, β -caseina e κ -caseina. Nel latte caprino, rispetto al latte vaccino, la principale differenza è la minor quantità di α 1-caseina, mentre è più alta la concentrazione di κ -caseina (Verduci et al., 2015). Queste caratteristiche determinano, nel complesso, una più veloce formazione del coagulo, ma anche un minor indice di solvatazione e quindi una minor stabilità della micella caseinica nel mezzo acquoso, che si traduce in una minor resa. Nel latte di capra le micelle delle caseine sono generalmente piccole a causa di alte concentrazioni di calcio e fosforo e si avvicinano a quelle della caseina del latte umano, garantendo quindi una migliore digeribilità. La β -caseina, la principale caseina del latte materno, sembra essere comunque la caseina più abbondante (circa il 50%) sia nel latte caprino che in quello vaccino (Park et al., 2007). Per quanto riguarda le proteine presenti in minori quantità, come la lattoferrina, la transferrina, la prolattina e le immunoglobuline, le loro concentrazioni sono simili nel latte di capra e nel latte vaccino, mentre il contenuto della proteina che lega il folato (vitamina B9) è più alto nel latte di capra rispetto al latte vaccino (12 vs. 8 μ g/mL) (EFSA, 2012).

Lipidi

Il contenuto lipidico del latte di capra, che mediamente equivale al 3,8%, oscilla tra il valore minimo pari al 2,4% ed il valore massimo corrispondente al 4,0% (Paltani et al., 2012). Per quanto riguarda il profilo lipidico del latte di capra, oltre ai trigliceridi, presenti circa al 98%, la composizione lipidica comprende altri lipidi semplici (diacilgliceroli, monoacilgliceroli ed esteri di colesterolo), lipidi complessi (fosfolipidi) e composti liposolubili (steroli, coliolesteri e idrocarburi). I lipidi sono presenti sotto forma di globuli, i quali presentano una grandezza inferiore (2 μ m) rispetto ai globuli del latte vaccino (3,5 μ m). (Park et al., 2007). Tale caratteristica rende il latte di capra maggiormente digeribile rispetto a quello bovino perché vi è una maggiore superficie esposta all'azione degli enzimi digestivi. Per la stessa ragione il latte

vaccino che si trova in commercio viene solitamente sottoposto ad omogeneizzazione, un procedimento meccanico che permette ai globuli di grasso di diminuire di dimensione, favorendone dunque la digeribilità. Dal punto di vista tecnologico, però, questa peculiarità comporta un difficile imbrigliamento del globulo di grasso nelle maglie del reticolo caseoso della cagliata che quindi “slatta” facilmente nel corso della lavorazione (Paltani et al.,2012). Allo stesso tempo, tuttavia, le piccole dimensioni dei globuli di grasso consentono di ottenere una miglior dispersione e quindi una miscela più omogenea di questi nel latte e nella pasta del formaggio. La crema del latte di capra è ricca di acidi grassi a catena media e corta, importanti per le funzioni immunitarie e metaboliche oltre ad apportare energia. Questi acidi grassi a catena media (MCFA), che prendono il nome di caproico (C6), caprilico (C8) e caprico (C10), contribuiscono al 15% del contenuto totale di acidi grassi nel latte di capra rispetto al 5% del latte vaccino. (Dgc.com). Questi acidi grassi, dal punto di vista nutrizionale, sono migliori rispetto a quelli a media e lunga catena (LCFA), in quanto sono più facilmente digeribili e metabolizzabili, ma contemporaneamente possono provocare alcuni problemi organolettici, in quanto sono i responsabili del cosiddetto gusto “ircino”, in genere considerato un difetto. Inoltre, a seconda dell'alimentazione degli animali, il latte di capra può avere un più alto contenuto di acido linoleico coniugato (CLA), che sembra avere un'azione anticancerogena e antitrombotica. (Park et al., 2007).

Nel latte di capra, inoltre, la scarsità di agglutinine (glicoproteine che facilitano l'aggregarsi dei lipidi in ammassi) determina una modesta separazione della crema del latte per affioramento, in particolar modo alle basse temperature. Il colesterolo è presente, nel latte di capra come in quello vaccino, in forma libera e solo in minima parte esterificato in concentrazione pari a 10-20 mg/100 ml (Paltani et al.,2012).

Zuccheri

Il principale zucchero del latte è il lattosio. Il lattosio favorisce l'assorbimento intestinale di calcio, magnesio e fosforo e l'utilizzo di vitamina D. Il contenuto di lattosio nel latte di capra è inferiore dello 0,5% circa rispetto al latte vaccino e presenta minime fluttuazioni nella sua

composizione. I valori più bassi si osservano nei mesi estivi, anche se la tendenza è quella di diminuire nel corso dell'intero ciclo produttivo. Nel latte caprino, altri oligosaccaridi oltre al lattosio, sono presenti in quantità superiori rispetto al latte vaccino (rispettivamente 0,5% e 0,1%); ciò è rilevante dal punto di vista dietetico-nutrizionale poiché tali zuccheri sono riconosciuti come fattore di crescita del *Bifidobacterium*, microrganismo che svolge un'azione di salvaguardia e difesa della mucosa intestinale, ostacolando la crescita di germi patogeni e favorendo la risoluzione di problemi gastrointestinali (Paltani et al., 2012). Gli oligosaccaridi presenti nel latte di capra sembrano rendere più facile la digestione, specialmente in casi di funzionalità intestinale compromessa. Questo fattore, assieme alla ridotta dimensione dei globuli lipidici, potrebbe giocare un ruolo importante nella migliore tollerabilità del latte di capra rispetto a quello vaccino. (Verduci et al., 2015). Il lattosio, nel latte, è la componente meno variabile, anche se presente in minor quantità nel latte di fine lattazione o in presenza di ghiandole mammarie affette da mastiti. (Capre.it, 2019)

Vitamine e minerali

Per quanto riguarda la concentrazione di minerali e vitamine, il latte di capra presenta un elevato contenuto in Potassio, Calcio, Magnesio e Fosforo, mentre è carente di Sodio; la quantità di Selenio, utile per un buon funzionamento del sistema immunitario, è simile a quella del latte materno. (Verduci et al., 2015). Il contenuto in Ferro è buono e, principalmente nei primi giorni della lattazione, il latte caprino può presentare anche discrete quantità di oligoelementi come Rame e Zinco. In particolare, per quanto riguarda il contenuto totale di Calcio e Fosforo, ovvero dei costituenti più importanti dal punto di vista tecnologico e nutrizionale, il latte caprino e quello vaccino risultano molto simili. Il latte di capra, però, è più povero in sali di Calcio solubili rispetto al latte vaccino, ma è più ricco in fosfati; ciò rende sfavorevole per la caseificazione il rapporto Calcio solubile/Calcio colloidale che sommato allo scarso contenuto in caseina del latte caprino favorisce la formazione di formaggi teneri e poco consistenti che non tollerano tecnologie che implicano elevati riscaldamenti del latte e della cagliata. (Paltani et al., 2012). Nel latte caprino, rispetto al latte vaccino, sono presenti in

maggior quantità la vitamina B12 e la vitamina E, mentre il contenuto in vitamina B6 e acido folico (la carenza di quest'ultimo può determinare l'anemia del lattante) è minore. Il contenuto in vitamina B1 e vitamina B2 è pressoché simile in entrambe le tipologie di latte. È utile sottolineare che i pigmenti carotenoidi, nella capra subiscono una completa trasformazione in vitamina A, mentre nella bovina, una buona parte di questi si ritrova intatta nel latte, determinando il colore particolarmente bianco del latte e dei prodotti caprini (Tamburini, 2007), differentemente dai prodotti di latte vaccino che si presentano di colore giallo più o meno intenso a seconda della dieta.

2.4 Trasformazione del latte caprino

I formaggi di capra sono, almeno in Italia, un alimento consumato da una piccola parte della popolazione (anche se in crescita), probabilmente perché poco conosciuti e soprattutto poco apprezzati per il forte sapore che li caratterizza, tanto che spesso, per evitare ciò, non si producono formaggi con solo latte caprino, ma a questo viene aggiunta una percentuale variabile di latte vaccino. Al contrario, in paesi vicini al nostro come la Francia, i formaggi caprini sono tra i più consumati sul territorio nazionale. Il consumo di formaggio di capra fa bene alla salute perché, come già detto in precedenza, si tratta di un alimento con un alto valore nutritivo, e grazie alla ricchezza di sostanze nutrienti, si rivela ottimo per l'organismo. (Assolatte.it, 2019).

La coagulazione nella tecnologia casearia

Tutte le tipologie di formaggi, caprini e non, sono prodotti della coagulazione del latte, che può avvenire grazie all'acidificazione data dai batteri lattici, dall'aggiunta di caglio o, per la maggior parte dei casi, da entrambi i fattori. Il solo innesto di batteri genera una coagulazione acida, il caglio una coagulazione presamica, mentre se sono presenti entrambi si parla di coagulazione mista. Questi due fattori, associati alle differenti tecniche casearie, determinano la buona riuscita del prodotto. Dall'andamento dell'acidificazione in particolare, dipendono le

caratteristiche della pasta ricercata, mentre il presame (caglio) garantisce un più veloce ed efficace rassodamento. Bisognerà dunque dedicare attenzione, oltre che alla qualità microbiologica del latte, alla scelta dei fermenti lattici e alle condizioni di coagulazione.

I Batteri lattici

Con il termine “batteri lattici” si intende l’insieme dei microrganismi capaci di produrre acido lattico a partire dalla degradazione dei glucidi del latte. Questi batteri sono tutti Gram positivi, si presentano sotto forma di cocci o di bastoncini disposti generalmente in catenelle di due o più elementi, e di lunghezza variabile da 1 a 10 μm . (Morandi, 2017). I batteri lattici di importanza casearia, inoltre, poiché agiscono esclusivamente in ambiente acido, sono definiti acidofili. Nel formaggio si ritrovano sei dei dodici generi della famiglia dei batteri lattici, ovvero: *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus* e *Pediococcus* (Morandi, 2017). Ogni specie o ceppo all’interno dello stesso genere di batteri, possiede caratteristiche di crescita differenti, come ad esempio diversa temperatura, acidità del latte, velocità di produzione dell’acido lattico, fermentazione o diverse dosi di sale e cloro inibitrici. Gli habitat di partenza dei batteri lattici sono i vegetali e gli intestini degli animali. I generi *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* e *Leuconostoc*, in particolare, sono molto presenti nell’ambiente: essi sono stati infatti isolati dalla pelle degli animali, dalle feci, e da ciò di cui si alimentano gli animali, come insilati, granaglie o fieno (Paltani et al., 2012). Proprio per questo anche senza volerlo, essendo ubiquitari, questi tipi di batteri si ritrovano sicuramente all’interno dell’ambiente stalla e caseificio, ed è proprio per questo che a volte il casaro decide di non addizionarli al latte durante la lavorazione. Il latte stoccato in mammella è di norma sterile, ovvero non contiene né germi utili, né germi patogeni, se non in caso d’infezione, e l’apporto di microflora nel latte avviene in corrispondenza della mungitura, attraverso il contatto con i capezzoli, con il materiale di mungitura (in particolare se sono presenti canalizzazioni dell’impianto), ma soprattutto con l’aria. Per quanto riguarda la temperatura, i batteri lattici sono microrganismi per la maggior parte mesofili con crescita fra i 20 e i 37° C (De Roissart et Luquet, 1994); questi sono spesso impiegati per la produzione di formaggi a pasta molle e pasta

pressata non cotta. Poche specie di batteri lattici sono microrganismi termofili, ovvero con una temperatura ottimale di crescita superiore a 40°C (De Roissart et Luquet, 1994). Spesso questi batteri lattici termofili possono essere associati a batteri mesofili in tecnologie a pasta molle e a pasta pressata, o da soli nella fabbricazione dello yoghurt.

Caratteristiche dei fermenti lattici utilizzati in caseificio

I fermenti utilizzati in caseificio durante la caseificazione (innesti) possono essere sostanzialmente di due diversi tipi: colture di fermenti autoctoni (sieroinnesto, lattoinnesto, fondo della caldaia di lavorazione) o starter del commercio (diretti o semidiretti).

- Le colture di fermenti autoctoni sono caratterizzate da microrganismi molto variegati, che derivano direttamente dall'ambiente aziendale; infatti questi batteri provengono da foraggi verdi o secchi, dai cereali, dai mangimi, dalle feci o dal pelo degli animali e dall'impianto di mungitura. Come substrato per la moltiplicazione di questa coltura, costituita da più ceppi della stessa specie e da più specie differenti, si utilizza il siero (sieroinnesto), il latte (lattoinnesto) o il fondo della caldaia di lavorazione derivante da una caseificazione precedente (De Noni, 2013). La loro flora dominante è una flora lattica costituita principalmente da *Lactococcus* e secondariamente da *Leuconostocs*, *Enterococcus* e *Lactobacillus* presenti in concentrazioni variabili. Questa varietà di flore conferisce all'innesto autoctono una capacità acidificante comparabile agli starter del commercio, ma contemporaneamente un tipico aroma del prodotto finale, poiché le colture di fermenti autoctoni sono specifiche per ciascuna azienda. Altri vantaggi dei fermenti autoctoni sono l'elevato tenore in muffe e lieviti, che permette loro di giocare un ruolo fondamentale nel processo di stagionatura del formaggio (Paltani et al, 2012); la resistenza agli attacchi dei fagi grazie alla loro ricchezza floristica e la produzione di una più vasta gamma di sostanze inibitrici di germi patogeni. La variabilità dei ceppi e delle specie però può essere anche un fattore negativo, poiché trovare la composizione precisa e la variabilità nel tempo di una coltura desiderata è molto complicato, e ciò

comporta errori di caseificazione e difetti nel prodotto finito, che provocano di riflesso un costo a livello economico. A ciò si aggiunge il rischio di introduzione di flore indesiderate potenzialmente patogene.

- Gli starter del commercio sono costituiti da composizioni batteriche note e presentano delle caratteristiche fermentative più standardizzate. La loro composizione può essere variabile secondo il loro utilizzo (acidificante, acidificante e aromatizzante) (Paltani et al.,2012). La coltura degli starter è costituita da un solo ceppo o da più ceppi (2, 3 o 4), isolati e selezionati in laboratorio in base alle loro attività e successivamente preparati singolarmente in concentrazioni elevate e miscelati (De Noni, 2013). I vantaggi sono sicuramente la standardizzazione della lavorazione, la semplice preparazione e il facile controllo dell'attività della coltura. I difetti degli starter commerciali sono da ritrovare nell'elevata sensibilità ai fagi (che si può contrastare con la rotazione degli starter) e il costo economico rilevante. L'omogeneizzazione delle caratteristiche del prodotto finale si può considerare come pregio o come difetto in base alle esigenze del consumatore e al tipo di mercato su cui il prodotto viene immesso.

La flora alternativa e patogena

Nel latte, oltre ai batteri che facilitano la lavorazione, sono presenti anche dei microrganismi denominati batteri lattici non starter. Questo gruppo di microrganismi è costituito da lattobacilli mesofili come *Lactobacillus casei*, *L. paracasei*, *L. plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *L. fermentum*, enterococchi e pedicocchi. I fermenti lattici non starter, benché svolgano un ruolo essenziale nella degradazione delle proteine, devono essere limitati all'inizio della maturazione del formaggio, poiché in concentrazioni elevate utilizzano il lattosio come substrato di fermentazioni che comportano la produzione di composti sgraditi, quali acido acetico o anidride carbonica. Oltre ai gruppi di batteri sopra descritti, nel latte sono presenti anche microrganismi patogeni più o meno pericolosi come *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*,

ed *Escherichia coli*, indicatore di carenza di igiene. Ci sono poi altri gruppi di microorganismi, come i clostridi, classificati come batteri alteranti, i quali, pur non essendo pericolosi per la salute, comportano gonfiori e un peggioramento delle caratteristiche organolettiche del prodotto.

Alla flora batterica protecnologica, infine, appartengono organismi che, se controllati, hanno effetto utile sul prodotto finale. Questi, secondo alcuni disciplinari devono addirittura essere aggiunti durante la caseificazione (Gorgonzola DOP) oppure provenire dall'ambiente di maturazione (Taleggio DOP), e conferiscono al formaggio le sue caratteristiche tipiche (Zeppa, 2014). Gli agenti di queste modificazioni possono essere micrococchi o batteri propionici per quanto riguarda la flora batterica e lieviti o muffe per quanto riguarda quella fungina. Nel Taleggio DOP, vari microorganismi provengono dall'ambiente di maturazione, mentre negli erborinati, come ad esempio nel Gorgonzola DOP, le muffe vengono addirittura inoculate, andando a costituire il caratteristico colore bluastro all'interno della pasta. I batteri propionici invece producono anidride carbonica, che è la causa dei caratteristici buchi nella pasta dei formaggi, uno fra tutti l'Emmenthal.

La coagulazione

Si definisce formaggio o cacio il prodotto che si ricava dal latte intero o parzialmente o totalmente scremato, oppure dalla crema, in seguito a coagulazione acida o presamica anche facendo uso di fermenti e di sale (Regio D.L. n. 2033/1925). Il punto fondamentale nella produzione del formaggio consiste dunque nella coagulazione del latte, ovvero nel trasformare la caseina in soluzione, in caseina allo stato di gel; in tal modo ingloba sostanze presenti nel latte lasciando il siero che va in parte eliminato in base al formaggio che si vuole ottenere. La trasformazione del latte in formaggio ne aumenta la conservabilità, ne abbassa la carica microbica, ne idrolizza in parte le proteine.

La caseina

La caseina è una famiglia di fosfoproteine che si trova principalmente nel latte e ne costituisce la prima fonte di proteine per abbondanza: circa i tre quarti di tutte le proteine del latte appartengono a questa famiglia. Le caseine sono proteine coniugate, cioè proteine legate ad altre molecole, in questo caso a fosforo sotto forma di acido fosforico esterificato. Infatti, questo gruppo, caricato negativamente, è in grado di legare ioni calcio e magnesio, da cui la funzione di questa proteina, cioè quella di carrier, di trasportatore di calcio minerale. Ad eccezione della K-caseina, le caseine sono proteine idrofobiche, per cui in una soluzione acquosa, come per esempio il latte, tendono ad unirsi formando micelle dove vengono intrappolate diverse sostanze, tra cui appunto il calcio minerale, diversi enzimi ed altro ancora. Non è ancora ben chiaro come queste micelle siano strutturate, ma forse sono costituite all'interno dalle varie caseine idrofobiche circondate da uno strato di κ -caseina (idrofila). Al loro interno le micelle si suppone vengano tenute assieme da diversi meccanismi tra cui ponti di calcio, interazioni idrofobiche e legami idrogeno. Le caseine sono fondamentali per la produzione dei formaggi, poiché sono le protagoniste della coagulazione del latte. Questa può avvenire in tre diverse modalità, e in base a ciò che viene addizionato al latte, prende il nome di coagulazione acida (lattica), coagulazione presamica o coagulazione mista.

Coagulazione acida

Per definire al meglio ciò che avviene durante la coagulazione acida si deve necessariamente introdurre il concetto di punto isoelettrico: si definisce punto isoelettrico (pHi) di una molecola il valore di pH in corrispondenza del quale questa si presenta in forma neutra, ovvero senza carica positiva o negativa, e quindi stabile. Se il pH del mezzo nel quale si trova è superiore al pHi allora la molecola avrà carica negativa, se invece il pH è inferiore al pHi allora la molecola avrà carica positiva. Dato che il latte (caprino ad esempio) ha un valore di pH compreso fra 6,4 e 6,8 e la caseina ha un pHi = 4.75 (Paltani et al.,2012), quando il pH si abbasserà (naturalmente o in seguito all'aggiunta di fermenti) fino al valore di pHi della caseina, avverrà che le micelle

caseiniche coagulano, perdendo ioni Ca^{2+} e trattenendo P (Brandolini et al.,2013) secondo la seguente reazione:

Fosfocaseinato di calcio (sol) + acido Lattico \longrightarrow Fosfocaseinato acido (gel) + lattato di calcio

Le micelle caseiniche dunque andranno ad aggregarsi, determinano la coagulazione del latte. Il tempo di coagulazione è prolungato, con la cagliata che risulta poco consistente, e si sbriciola facilmente (De Noni, 2013). I formaggi ottenuti esclusivamente da coagulazione acida sono formaggi freschi e molli, caratterizzati da sapore acido e sono da consumare in breve tempo, come ad esempio la robiola (Brandolini et al.,2013) o i caprini.

Coagulazione presamica

Responsabile principale della coagulazione presamica è il caglio. Il caglio è un preparato enzimatico ottenuto dal quarto ventricolo dello stomaco (abomaso) di ruminanti non svezzati (vitelli, agnelli, capretti), che contiene principalmente Chimosina (o Rennina) e Pepsina (Brandolini et al.,2013). La Chimosina, in particolare, è l'enzima capace di rompere il legame tra la fenilalanina 105 e la metionina 106 caratteristico della sola k-caseina; così facendo distacca il glicomacropetide dalla caseina. Possiamo dividere la coagulazione in tre diverse fasi:

- fase primaria: consiste nella reazione enzimatica vera e propria, cioè nel distacco del glicopeptide dalla k-caseina, che viene disidratata. In questa fase il latte resta liquido (De Noni, 2013). Il frammento di k-caseina resta legata alla micella, mentre il glicomacropetide passa in soluzione nel siero. In seguito alla rottura della molecola, la K-caseina perde la sua funzione stabilizzante nei confronti delle altre frazioni caseiniche, le quali, tutte calcio-sensibili flocculano.
- fase secondaria: consiste nell'interazione tra le singole micelle, che prima erano circondate da k-caseina, con passaggio dallo stato di sol (sospensione di particelle

solide in un liquido) a quello di gel, che occupa inizialmente tutto il volume del latte. L'interazione è data da legami idrofobici tra i gruppi laterali della para-K-caseina, legami salini, principalmente di calcio e fosfato di calcio, tra le frazioni alfa e beta, legami idrogeno tra i gruppi –CO e –NH, e legami disolfurici tra gli amminoacidi solforati della para caseina. La velocità di formazione del gel, e la sua compattezza dipendono strettamente dalla quantità di fosfato di calcio e di calcio presente nel latte (Cassandro et Pretto, 2012). Affinché avvenga l'interazione fra le micelle il pH dovrà avere un valore minimo 5.5, la temperatura dovrà superare i 15° C, e la concentrazione di Ca maggiore di 80 mg/l (De Noni, 2013). Il calcio con la sua carica positiva è fondamentale, poiché crea ponti Calcio fra le micelle e ne determina l'aggregazione.

- fase terziaria: il gel o meglio la cagliata, forma una rete tridimensionale nelle cui maglie sono intrappolati i globuli di grasso, il siero, sali minerali, lattosio, siero proteine e azoto non proteico. Assume una consistenza sempre maggiore perché aumenta il numero dei legami fra le micelle, che si avvicinano tra loro ed il coagulo si contrae espellendo siero. È la cosiddetta fase di spurgo spontaneo o sineresi; il processo spontaneo è lentissimo, nella tecnica casearia si accelera la sineresi con il taglio della cagliata ed un eventuale riscaldamento. In questa fase inizia anche un'azione proteolitica aspecifica del caglio ad opera della pepsina, che interessa tutte le frazioni caseiniche (Paltani et al.,2012).

Il caglio si può trovare in vendita sotto forma di polvere, liquido e in pasta e viene aggiunto in quantità tale da determinare un tempo di coagulazione di circa 10 min. La temperatura di immissione varia a seconda della lavorazione: ad esempio, 30–35 °C per formaggi duri a coagulazione acido presamica e 35–40 °C per formaggi molli a coagulazione presamica (De Noni, 2013). La miglior alternativa al caglio tradizionale è sicuramente la chimosina genetica, la quale si può ottenere con il DNA ricombinante, inducendo *Escherichia coli* a sintetizzare un enzima praticamente identico alla chimosina e avente le sue stesse caratteristiche. Esistono

poi altri enzimi ad azione proteolitica aspecifica che provocano comunque una coagulazione, data da una generale degradazione delle micelle. La differenza sarà data dal fatto che con questo tipo di coagulazione meno efficace, la cagliata risulterà più liquida e più povera di sieroproteine, lattosio e sali minerali. Nonostante ciò, l'industria casearia cerca di utilizzare anche questi coagulanti, perché l'assenza di composti animali li rende adatti anche ad una dieta vegetariana. Si tratta di enzimi proteolitici ad azione aspecifica che possono essere prodotti o da specie microbiche (es. *Mucor miehi*), oppure estratti da vegetali, per esempio dal fico. L'utilizzo di questi cagli è però limitato ad alcune produzioni di nicchia.

Coagulazione mista

Utilizzata ormai per quasi la totalità delle lavorazioni, la coagulazione mista avviene per mezzo di entrambi i processi sopra descritti, con prevalenza della fase acidificante o di quella enzimatica a seconda del prodotto finale che si vuole ottenere. A tale scopo vanno opportunamente dosate la concentrazione di caglio e la temperatura del latte: usando basse quantità di caglio e una temperatura di 15-20 °C si avranno cagliate lattico-presamiche a coagulazione lenta, che permettano l'ulteriore sviluppo della fermentazione lattica, ideale per ottenere formaggi a pasta molle; mentre con alte quantità di enzima e a 35-40 °C si avranno cagliate lattico-presamiche a coagulazione veloce, prettamente enzimatica, ideale per produrre formaggi a pasta dura (Corradini, 1995).

2.5 Le fasi del processo di trasformazione del latte

Le fasi di lavorazione del latte sono quei processi che fanno sì che partendo dal latte crudo, si giunga alla produzione di prodotti lattiero-caseari. Fra questi prodotti il più tradizionale e più famoso al mondo, di cui il nostro Paese è uno dei maggiori esportatori mondiali (Brandolini et al., 2013), è sicuramente il formaggio. Nonostante la lavorazione cambi in funzione del tipo di prodotto che si vuole ottenere, le fasi di caseificazione si possono così riassumere:

Sosta

Prende il nome di “sosta” la fase preparatoria che va dal conferimento del latte in caseificio all’inizio delle operazioni di caldaia. Nella tradizione, la sosta era fondamentale, perché in assenza di macchine scrematrici, l’affioramento era l’unico mezzo per separare la parte del grasso da destinarsi alla produzione del burro. Ai giorni nostri la sosta rimane una fase importante per i produttori di formaggio semigrasso; in azienda solitamente il latte della sera viene lasciato in sosta fino alla mattina successiva, quando, una volta scremato, viene unito a quello intero della mungitura mattutina per la caseificazione. La sosta per la maturazione è particolarmente importante in quelle preparazioni casearie dove il disciplinare di produzione non prevede la pastorizzazione del latte (72° C per 15 secondi): in tale circostanza, la sosta viene effettuata mantenendo il latte ad una temperatura di 10-20 °C per consentire l’affioramento della crema e il suo effetto debatterizzante naturale. Salvo rare eccezioni, questa fase è importante solo per quanto riguarda il latte vaccino, poiché per le sue caratteristiche è quello che si presta meglio per la produzione di burro. Per la fabbricazione di formaggi freschi e, a volte, per abbassare la carica microbica di determinati latti, si effettua la pastorizzazione con lo scopo di bloccare l’acidità spontanea del latte per almeno 2 ore a 40 °C. Poi il latte subisce una sosta che consente la moltiplicazione della flora batterica naturale con conseguente acidificazione.

Trattamento termico

Salvo eventuali deroghe concesse per le produzioni casearie tipiche (che prevedono la scrematura per affioramento), per motivi di carattere igienico-sanitario, la normativa vigente (D.P.R. 54/97) prevede di sottoporre il latte a “trattamento termico”, ossia “ogni trattamento mediante calore avente come effetto, immediatamente dopo la sua applicazione, una reazione negativa al saggio della fosfatasi” (art 2. Comma 1. Lettera E). Per il latte destinato a produrre formaggi tipici, che hanno un periodo di maturazione di almeno 60 giorni, è previsto solamente un trattamento di termizzazione, nel quale si abbatte parzialmente la Carica Batterica Totale

del latte utilizzando temperature più basse (tra i 57° e 68°C per almeno 15 secondi) rispetto al trattamento di pastorizzazione. Come per ogni trattamento termico, vale la regola che al diminuire della temperatura di dovrà corrispondere un aumento della durata del trattamento tale da comportare comunque un'inattivazione della fosfatasi alcalina, enzima naturalmente presente in forma attiva nel latte crudo. Si tratta però di un trattamento di risanamento solo parziale, non tale da comportarne l'inattivazione totale (Paltani et al., 2012). In questo modo vengono preservate le caratteristiche di coagulabilità del latte, vengono mantenute inalterate le microflora naturalmente presenti, si forma una cagliata con caratteristiche reologiche idonee alla sineresi richiesta e non si viene ad avere un gusto piatto e costante (Cassandro et Pretto, 2012).

Innesto dei fermenti

I fermenti possono essere aggiunti attraverso un inoculo diretto in caldaia costituito da microflora lattica selezionata e liofilizzata, oppure attraverso un inoculo liquido semidiretto; questo si ottiene aggiungendo flora lattica liofilizzata in una piccola quantità di latte sterile.

Lavorazione in caldaia

In seguito all'innesto dei fermenti lattici, il latte, in caldaia viene portato ad una temperatura di circa 37°C per ottenere una coagulazione prevalentemente presamica, e a questa temperatura viene poi aggiunto il caglio. Al contrario per ottenere una coagulazione stimolata dalla fermentazione lattica, si porta la temperatura a circa 20°C (Cassandro et Pretto, 2012). Dopo una decina di minuti (De Noni, 2013) dall'immissione del composto si forma la cagliata, la quale viene lavorata differentemente, in base alle caratteristiche che si vogliono dare al prodotto finale. Si esegue ad esempio il cosiddetto "taglio" della cagliata durante la fase di spurgo o sineresi per accelerare il rilascio di siero. Per far ciò il casaro si arma di diversi attrezzi del mestiere, come ad esempio la lira, lo spino, il coltello o spada o il piatto. Tanto maggiore è

l'azione meccanica di rottura del coagulo e tanto maggiore sarà la perdita di liquido e il rassodamento della pasta. Per i formaggi molli (composti da acqua per oltre il 45%) la cagliata viene frammentata in particelle più grandi (dimensione di noce, nocciola, arancia), per quanto riguarda invece i formaggi semiduri (35-45% di acqua), la dimensione dei granuli sarà più piccola (pisello o grano di mais) mentre per i formaggi a pasta dura (acqua inferiore al 35%) la dimensione del taglio sarà di piccoli chicchi di riso. In ogni caso la grandezza dei pezzi dovrà essere omogenea in modo da non ottenere sulla pasta delle zone di tessitura non conforme che possono portare nel prodotto finito dei difetti.

Una volta avvenuta la coagulazione la cagliata può subire un riscaldamento, che serve ad asciugare il granulo e rendere la cagliata più elastica e il formaggio più consistente. Se la cottura avviene troppo velocemente, si ha la formazione di una pellicola proteica intorno al granulo con conseguente difficoltà di spurgo (Paltani et al., 2012). In base alla temperatura a cui viene sottoposta, si distinguono diversi tipi di formaggi:

- formaggi a pasta cruda: la temperatura di caseificazione non supera quella di coagulazione ed è inferiore a 42°C (es. Crescenza, Taleggio, Italico, Gorgonzola)
- formaggi a pasta semicotta: la temperatura di caseificazione è superiore a quella di coagulazione ma inferiore a 48°C (es. Asiago, Fontina, Montasio, Provolone)
- formaggi a pasta cotta: la temperatura di caseificazione è superiore a quella di coagulazione e va dai 48 ai 56°C. (es. Grana, Groviera, Pecorino) (De Noni, 2013)

Ci sono poi alcuni formaggi definiti "a pasta filata" che non sono inseribili in queste tre grandi categorie, come ad esempio la Mozzarella, la Scamorza, il Provolone e il Caciocavallo. Questi sono ottenuti grazie appunto ad una filatura della cagliata in acqua calda a 80-90°C, che non è propriamente definibile come "cottura".

Estrazione e formatura

L'estrazione e la formatura determinano la forma e il consolidamento del formaggio attraverso il completamento dello spurgo e il raffreddamento (De Noni, 2013). In base alla tipologia di formaggio, la cagliata viene estratta e posta o direttamente in fascera o in stampo(forma), o in una tela o su tavoli spersoi per poi essere divisa e messa in forma e sottoposta a compressione con appositi pesi per 18-24 ore (Cassandro et Petro,2012). In questa fase si possono aggiungere al formaggio diversi ingredienti quali ad esempio erbe aromatiche, spezie, oli, aceto, tartufo, salmone ed altri ancora (Paltani et al., 2012). Nei formaggi molli, la cagliata viene lasciata negli stampi senza essere pressata, poiché non deve perdere siero, se non per azione della gravità. Nei formaggi semiduri, invece, una volta che la cagliata viene messa negli appositi stampi, l'espulsione del siero avviene tramite la pressatura, di intensità diversa a seconda dello spurgo che si vuole ottenere (può essere anche meccanica), in quanto lo spurgo per gocciolamento non è sufficiente. Nei formaggi a pasta dura l'estrazione della cagliata avviene quando questa si è compattata ed ha riposato sotto siero per poi essere posizionata anche a mano in apposite fascere e lo spurgo, favorito dall'aumento dell'acidità (Brandolini et al., 2013) viene effettuato tramite un sistema di pressione con appositi pesi (Corradini 1995). Una buona acidificazione, nelle 3-4 ore che seguono l'estrazione, inoltre ostacola lo sviluppo di microrganismi anti-caseari. È importante un attento monitoraggio dell'acidificazione della pasta attraverso misurazioni del pH e periodici rivoltamenti per ottenere un uguale spurgo sulle due facce della forma.

Salatura

Consiste nel distribuire sale o una soluzione di acqua e sale sulla superficie del formaggio dopo che il valore di acidità richiesto dal tipo di tecnologia di caseificazione è stato raggiunto. La salatura ha lo scopo di selezionare i microrganismi utili, regolare il contenuto in acqua (favorendo lo spurgo), conferire maggiore sapidità al formaggio (il formaggio molle acquisisce l'1-5 % di sale e quello duro il 4-6 %), proteggerlo dall'attacco esterno di microrganismi dannosi

e favorire la conservazione e la formazione della crosta. La salatura può avvenire a secco, in salamoia o più raramente direttamente in pasta (Cheddar) (Cassandro et Pretto, 2012). La salatura a secco è la tecnica tradizionale, obbligatoria per certe produzioni DOP, costosa in termini di manodopera e imprecisa perché è difficile standardizzare la stessa quantità di sale in ogni forma (De Noni, 2013). Infatti, la tecnica più utilizzata è ormai quella in salamoia, nella quale viene immerso il formaggio in una soluzione al 20% circa di NaCl alla temperatura di 8-15 °C. La durata della salamoia varia in funzione della consistenza della dimensione della forma, della consistenza della pasta e del grado di salinità della soluzione (Paltani et al., 2012).

Stagionatura

È l'ultima fase di lavorazione ed è molto importante, perché durante questa fase si compiono le trasformazioni finali che andranno a incidere sul gusto e le caratteristiche del prodotto finito che verrà immesso sul mercato. I protagonisti di questi cambiamenti sono:

- i fermenti lattici, le muffe ed i lieviti presenti nel formaggio, provenienti dal latte crudo e dagli starter aggiunti. I batteri lattici dell'innesto scompaiono progressivamente (De Noni, 2013), mentre altre muffe o batteri agiscono in maniera controllata, ad esempio nei formaggi erborinati (Gorgonzola DOP) o nei formaggi a crosta fiorita (Brie).
- il coagulante aggiunto in lavorazione, che rimane in parte nel formaggio ancora in forma attiva (Paltani et al., 2012).
- gli enzimi proteasi e lipasi endogeni del latte che facilitano degradazione di grassi e proteine, che provocano un sapore piccante.

Il lattosio, all'aumentare della stagionatura viene quasi completamente eliminato, arrivando nei formaggi più stagionati, a valori trascurabili. L'acido lattico è stato neutralizzato e ciò ha comportato un aumento del valore di pH. Tutti questi fenomeni evolvono in maniera diversa in relazione a tempo, temperatura, umidità, ventilazione e condizioni igieniche del locale. Questi parametri variano sensibilmente a seconda del tipo di formaggio: per esempio la

crescenza viene mantenuta per 4-5 giorni a 4 °C con un'umidità relativa del 95 % circa; il Parmigiano Reggiano può essere stagionato anche per alcuni anni a temperature di circa 15 °C e valori di umidità dell'85 %. Alcuni formaggi (es. mozzarella) non hanno bisogno di alcuna stagionatura, e appena prodotti possono essere direttamente consumati (Paltani et al., 2012).

2.6 I formaggi caprini

Le tipologie di formaggi di capra non sono tante, più o meno una cinquantina in tutto il mondo (Assolatte.it), e si concentrano perlopiù in Francia, dove molte di queste sono tutelate con il marchio AOC o AOP equivalenti degli italiani DOP e IGP. Fra gli altri, i più conosciuti sono il Crottin de Chavignol AOC, la Pyramid de Valençay AOC, il Sainte Maure de Touraine AOP e il Mâconnais AOC. Anche in Italia però c'è un buon allevamento di capre, circa un milione (986.255 unità (ISTAT, 2018)), e si è affermato perciò nel tempo un buon consumo di latte e formaggi, dalle più svariate lavorazioni. I prodotti caprini italiani più consumati e che si ritrovano più facilmente sono i seguenti:

- Caprino fresco

Il caprino fresco è il formaggio di capra più povero di calorie. Questo formaggio, ottenuto per coagulazione lattica o mista, matura per meno di 24 ore prima di venir immesso sul mercato. Il basso contenuto di calorie è dovuto soprattutto alla presenza consistente di acqua, che lo rende inoltre un prodotto altamente saziante, molto più dei formaggi stagionati (Assolatte.it). Sta ottenendo sempre più successo il caprino fresco sotto forma di crema spalmabile: il formaggio di capra in questo modo risulta più gradevole al palato, e può essere arricchito con vari aromi quali spezie, olive, erbe o peperoncino.

- Caprino stagionato

È il formaggio di capra più consumato sul territorio nazionale. Questa tipologia di formaggio può essere di consistenza molle, semidura o dura, ed è caratterizzato da una crosta importante che lo racchiude. Questa può essere bianca se si tratta di un

formaggio molle, mentre diventa sempre più scura a seconda della sua stagionatura. Il colore del caprino dipende dalla varietà, ma è in genere sul giallo paglierino. Il sapore di questo formaggio è molto particolare, ha un retrogusto acidulo e l'odore è piuttosto persistente (Assolatte.it).

- Stracchino

Un altro formaggio fresco di capra a basso contenuto di colesterolo è lo Stracchino o la Crescenza caprina. Questa lavorazione, tipica del Nord Italia per il latte vaccino, è utilizzata dai casari del Lazio per il latte caprino. Il formaggio si presenta bianco perlato, senza crosta e dalla consistenza morbida. Dopo pochi giorni di maturazione, il gusto è vagamente acidulo, mentre il sapore e l'aroma sono caratteristici.

- Formaggella del Luinese DOP

È l'unico formaggio di capra che ha ottenuto la certificazione D.O.P. nel nostro paese, è un formaggio a pasta semidura prodotto nella zona di Varese, in Lombardia. La formaggella è prodotta con solo latte di capra e viene fatta stagionare per un periodo minimo di 20 giorni.

A livello locale, nel Nord Italia, si trovano diversi generi di formaggi, spesso legati alla tradizione. Ad esempio, nelle valli lecchesi e bergamasche, sono tipici sia prodotti a coagulazione lattica come il Fiorone o a coagulazione presamica come i caprini stagionati. In Valcamonica si trovano alcuni dei formaggi di capra più buoni e ricercati, ottenuti dalle capre bionde dell'Adamello: è il caso, ad esempio, del cadolet, un mattoncino a pasta morbida, o del Fatulì, la cui lavorazione verrà trattata nel dettaglio più avanti.

In Piemonte sono presenti tipicità come il blu di capra della Valcerrina, un erborinato stagionato tre mesi, in cui si avverte l'influenza dei "blu" francesi, o il caprino della Val Vigizzo, dal gusto molto dolce, più conosciuto come Tomino. In Liguria, molto particolare è il caprino della Valbrenna, formaggio a coagulazione lattica, caratteristico per la spolverata di cenere di faggio o di castagno al suo esterno. In Trentino-Alto Adige spicca invece il formaggio di capra di Lagundo, a pasta cotta e coagulazione presamica, stagiona solitamente novanta giorni prima

di essere consumato.

Nell'Italia centrale si distinguono i caprini maremmani, spesso aromatizzati con pepe, peperoncino, erba cipollina, aglio, sesamo, menta, origano, mandorle e basilico. Ma soprattutto c'è la Marzolina di capra della Ciociaria, che può essere consumata fresca, ma tradizionalmente veniva posta sott'olio in damigiane di vetro per qualche mese (Fondazione Slow Food). La pasta è compatta, di color bianco latte, e diventa piccante man mano che si avvanza con la stagionatura.

Al Sud, il caprino per eccellenza è indubbiamente la Cacioricotta del Cilento, prodotto riscaldando il latte a 85-90° e poi raffreddato a 36-37, punto in cui avviene l'aggiunta di caglio di capretto. Dopo una stagionatura dai due ai tre mesi, si ottiene un formaggio a pasta semidura davvero unico nel panorama dei caprini nostrani. In Sicilia, poi, c'è l'antichissimo Padduni, formaggio fresco citato già da Omero (Bacarella et Columba, 2007), dalla caratteristica forma sferica, prodotto con caglio di agnello o capretto e a volte condito con pepe o peperoncino.

Il Fatulì

Il Fatulì (che in dialetto significa "piccolo pezzo") è un formaggio caprino molto raro e particolare che viene lavorato a partire da solo latte crudo di capra Bionda dell'Adamello (Fondazione Slow Food, 2017). Questo prodotto è tipico della Val Camonica e, più in particolare, della Val Saviove ovvero della valle laterale più ampia del Parco dell'Adamello. Il Fatulì è un formaggio di forma cilindrica con facce piane, la cui crosta risulta di una tonalità più o meno scura a seconda delle modalità e tempistiche dell'affumicatura alla quale viene sottoposta e presenta i segni della griglia sulla quale viene poggiata durante questo processo. La pasta del Fatulì è elastica, compatta e con piccole occhiature mentre il colore varia dal giallo paglierino al giallo intenso. Il sapore è caratterizzato da aromi erbacei. Anche se è da sempre considerato un Prodotto Tradizionale (PAT), il Fatulì ha rischiato l'estinzione in quanto pochi casari si dedicavano alla produzione di questo formaggio per questioni di età avanzata del conduttore e di ridotte dimensioni aziendali e poiché molti produttori seguivano una ricetta

che poco aveva a che fare con quella tradizionale (Parcoadamello.it, 2019). Per far fronte a questo problema è stato necessario iniziare a pensare ad utilizzare una tecnologia tradizionale di produzione regolata da un preciso disciplinare, come fattore produttivo imprescindibile e non come un “marchio” di cui tutti possono avvantaggiarsi indistintamente (Brambilla, 2014). Tutto ciò ha portato alla valorizzazione del Fatulì attraverso l’istituzione di un Presidio Slow Food (presentato ufficialmente alla manifestazione Internazionale sui formaggi Cheese del 2007) e di una Associazione Produttori dedicata a questo prodotto il cui scopo è quello di creare un punto di incontro e confronto con tutti gli allevatori che hanno intenzione di cimentarsi nella caseificazione di questo prodotto. Tutto ciò è stato possibile grazie alla partecipazione dell’Assessorato all’Agricoltura della Comunità Montana di Valle Camonica, all’Associazione Provinciale Allevatori di Brescia, all’Istituto Zooprofilattico Sperimentale e la Facoltà di Medicina Veterinaria dell’Università degli Studi di Milano (Parcoadamello.it, 2019). La produzione stimata di Fatulì da parte dei produttori del presidio è di circa 6 tonnellate. Decisamente una produzione molto limitata se comparata con la quantità prodotta di altri formaggi tipici (Formai de Mut 60 tonnellate, Bitto 310 tonnellate, Valtellina Casera 1400 tonnellate). Tuttavia i produttori di questo formaggio non si accontentano dei risultati già ottenuti e per il futuro vogliono raggiungere altri obiettivi (Parcoadamello.it, 2019): aumentare il numero di aziende produttrici di Fatulì, migliorare le caratteristiche organolettiche del prodotto attraverso il miglioramento delle tecniche di affumicatura e stagionatura e differenziare il prodotto realizzato in malga, dove gli animali si alimentano con le essenze cresciute spontaneamente al pascolo e quindi molto simile alla tradizione.

Per una più puntuale descrizione della lavorazione del Fatulì, si riporta di seguito il disciplinare di produzione Presidio Slow Food “Fatulì della Val Savioire”, attivo dal 2007 e adottato dai produttori aderenti alla specifica associazione di produttori Presidio Slow Food della Val Savioire.

ART. 1 Nome del prodotto

Fatulì della Val Savioire, formaggio caprino a latte crudo.

ART. 2 Zona geografica

La zona interessata dalla produzione è la Valle Camonica, in provincia di Brescia.

ART. 3 Descrizione

Il Fatulì è un formaggio a coagulazione presamica a pasta semidura con breve stagionatura, prodotto con latte intero di capra Bionda dell'Adamello iscritta al Registro di razza.

ART. 4 Provenienza del latte

Latte caprino crudo appena munto o proveniente da due mungiture successive di capre di razza Bionda dell'Adamello, che quando possibile praticano l'alpeggio e direttamente prodotto nelle aziende che operano la trasformazione, ad eccezione di quanto previsto dall'ART.14. Le aziende devono trovarsi all'interno dell'area di produzione indicata dal disciplinare all'art. 2.

ART. 5 Tipologia di allevamento

L'allevamento è praticato in greggi medio piccoli, preferibilmente con sistema di allevamento semi-estensivo con pascolo brado o semi brado, con strutture per il ricovero e la mungitura degli animali opportunamente dimensionate e idonee a garantire il benessere degli animali e la salubrità del latte prodotto

ART. 6 Alimentazione

Le capre sono alimentate quando è possibile al pascolo con eventuali integrazioni di foraggio fresco, foraggi e cereali secondo necessità. È escluso l'utilizzo di insilati, di farine di origine animale (carne e pesce), di alimenti semplici e/o composti fabbricati anche in parte con organismi geneticamente modificati, di qualsiasi tipo di additivo e scarti di lavorazione industriale.

ART. 7 Trattamenti

Negli interventi terapeutici viene data preferenza a prodotti fitoterapici e omeopatici, mentre antibiotici o medicinali veterinari allopatici vengono utilizzati, su prescrizione del veterinario, esclusivamente se non esistono altri rimedi efficaci e qualora la cura sia essenziale per evitare sofferenze e disagi agli animali.

ART. 8 Tempi di lavorazione

Il Fatulì viene solitamente prodotto con il latte appena munto o di due mungiture successive

ART. 9 Materia prima

Latte crudo intero di capra, caglio naturale, sale, eventuali batteri lattici autoctoni

ART. 10 Periodo di produzione

Il periodo di produzione va da primavera a fine autunno.

ART.11 Trasformazione

1. Latte di capra al massimo di 2 mungiture
2. Riscaldamento a 34° (estate)-37°C (inverno)
3. Aggiunta di caglio naturale
4. Coagulazione di 40-50 minuti
5. Taglio a croce
6. Sosta di rassodamento per 5'
7. Rottura della cagliata a pisello- mais
8. Riscaldamento della cagliata a 38°C max 42°C per 10 minuti
9. Eventuale agitazione per 10'
10. Sosta della cagliata sotto siero per 10 minuti
11. Raccolta cagliata e messa in forma
12. Salatura a secco dopo 12 ore
13. Affumicatura

ART. 12 Stagionatura e affumicatura

L'affumicatura avviene qualche giorno dopo la produzione, accendendo un fuoco in una stanza o spazio apposito. A brace formata si mettono frasche verdi e/o galbuli di ginepro e latifoglie della zona (es. nocciolo, faggio)

ART. 13 Caratteristiche fisiche e organolettiche

Il Fatulì ha forma cilindrica con diametro 10-14 cm e scalzo di 4-6 cm, peso variabile da 3 a 5 hg. La crosta è scura affumicata e con caratteristici solchi provocati dall'impronta della grata di affumicatura. La pasta è elastica, chiusa o con un'eventuale leggera occhiatura uniformemente distribuita, di colorazione da giallo paglierino a giallo intenso. Il sapore deciso è gradevole, leggermente acido e pungente con sapidità più marcata nelle produzioni estive e risente dell'affumicatura. L'odore è delicato, leggermente acidulo, più marcato nelle

produzioni estive per presenza di essenze tipiche del foraggio fresco.

ART. 14 Tracciabilità

Nel caso in cui si acquista il latte è previsto un contratto di acquisto e la gestione della rintracciabilità in apposito registro.

ART. 15 Commercializzazione

Il prodotto è commercializzato direttamente presso le aziende produttrici, ristoranti e negozi

ART. 16 Etichettatura

Se il prodotto viene venduto sfuso-frazionato sarà indicata:

1. la denominazione di vendita
2. l'elenco degli ingredienti.
3. nome o ragione sociale del produttore (nel caso non sia venduto in azienda)

Sull'etichetta del prodotto confezionato saranno riportati i seguenti dati:

1. la denominazione di vendita
2. l'elenco degli ingredienti, ordinati in base al peso decrescente;
3. il termine minimo di conservazione "da consumarsi preferibilmente entro il"
4. il nome o la ragione sociale del produttore (o eventualmente il marchio depositato)
5. la dicitura "fabbricato con latte crudo"

ART. 17 Controlli

Autocontrollo e rintracciabilità come previsto dal Regolamento 852-853/04



Figura 2.10 – Formaggio Fatuli

3. Scopo dell'elaborato

In questo elaborato viene presentata l'attività di monitoraggio del latte di un gregge di capre di razza Bionda dell'Adamello e della trasformazione dello stesso, fra luglio 2017 e agosto 2018. Si è studiata la variazione di quantità e qualità del latte, al fine di verificarne le variazioni chimiche e fisiologiche all'interno di un periodo di lattazione. Per far ciò sono stati raccolti dei campioni di latte, che sono stati poi congelati ed analizzati. Infine, sono stati pesati anche alcuni campioni di formaggella fresca con lo scopo di valutare la resa di un latte trasformato in formaggio fresco.

4. Materiale e metodi

Lo studio è stato effettuato in caseificio sul latte di un gregge costituito da capre di razza “Bionda dell’Adamello”. Questi animali sono stati scelti poiché fanno parte del progetto “La Capra Bionda: L’importanza della fauna autoctona dell’ambiente adamellino” che si è prefissato lo scopo di salvaguardare la razza autoctona in via d’estinzione, mantenere le tradizioni legate ai prodotti tipici, recuperare il territorio pastorale abbandonato, creare opportunità occupazionali, valorizzare e promuovere il territorio della Val Camonica e della Valsaviore (Cicci et al., 2017). Durante il periodo che va da luglio 2017 ad agosto 2018, sono stati effettuati 15 rilievi, i primi dei quali solamente allo scopo di misurare il latte prodotto e studiare la tecnologia di caseificazione, mentre i seguenti anche per raccogliere i campioni di latte e formaggelle. Ad ogni rilievo inoltre, sono state registrate variazioni di parametri riguardanti ad esempio i tempi di caseificazione e le temperature, i quali verranno di seguito descritti nel dettaglio. È stato analizzato il latte di 40 capi, numero che è rimasto più o meno costante nel tempo ad eccezione di un rilievo dove è stato analizzato il latte di 15 capi. L’attività è stata svolta esclusivamente nelle prime ore della mattina, all’incirca verso le 5, in seguito alla mungitura mattiniera delle capre. Poiché per il poco latte prodotto non è conveniente caseificare ogni giorno, la lavorazione del latte avviene una volta ogni due giorni e interessa dunque il latte di quattro mungiture, stoccato in una cisterna refrigerata. Si utilizza quindi il latte della sera di due giorni prima, il latte delle due mungiture del giorno precedente e il latte della mattina del giorno della caseificazione. Una volta preriscaldato il latte refrigerato, si unisce direttamente in caldaia il latte appena munto ed inizia la lavorazione. A 38° C si aggiunge il caglio e si spegne la caldaia, così facendo si otterrà del formaggio denominato “a pasta cruda”. Dopo un intervallo di tempo variabile dai 35 ai 50 minuti, la cagliata viene tagliata con l’ausilio di un mestolo forato una prima volta, e una seconda volta pochi minuti prima della messa in forma. Una volta definite le forme, vengono più volte ribaltate e salate manualmente, prima di essere poste in cella per la stagionatura. Una volta stagionate, vengono poi trasferite al vicino affumicatoio e poi messe sul mercato.

I materiali che sono stati utilizzati per le misurazioni sono oggetti di uso comune come orologio,

termometro e bilancia, mentre per la raccolta dei campioni di latte sono state utilizzate delle provette di plastica con all'interno una polvere conservante e poste poi in un congelatore.

5. Risultati

5.1 Luogo in cui si è svolta l'attività

L'attività di monitoraggio della tecnologia casearia e di raccolta dei campioni di latte è stata svolta presso Centro di Tutela della razza autoctona "Bionda dell'Adamello", ubicato a Fresine di Cevo (BS).

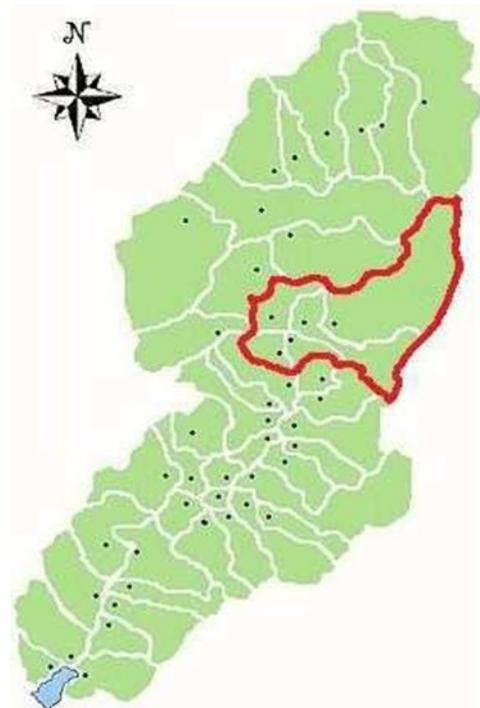
Inquadramento geografico

Valsaviore

La Valle di Savio è una valle situata nella Lombardia orientale, più precisamente nella zona della media Valcamonica (BS) (Figura 5.1) al confine con il Trentino. La Val Savio fa parte del Parco regionale dell'Adamello ed è composta da più comuni: Berzo Demo, Cedegolo, Cevo, Sellero e Savio dell'Adamello (Valsaviore.it). La valle, è percorsa dal torrente Poia il cui imbocco si colloca all'incirca ad un'altitudine di 400 m nel centro abitato di Cedegolo, mentre la sua testata si trova al Passo Adamè (3128 m s.l.m.) in prossimità della Valle Adamè (valle sussidiaria della Val Savio). La Val Savio possiede più valli laterali che confluiscono nel suo territorio: si

ricordano la Valle di Brata e la Val Salarno che possiedono due invasi artificiali con lo scopo di produrre energia elettrica, il lago Salarno (2058 m), e il lago Dosaccio (2069 m). L'apice della Val Savio coincide con il Passo Salarno (3168 m). Il territorio della Valle di Savio è prevalentemente montuoso tanto che più del 50% del territorio è compreso tra i 400 m s.l.m. e i 1600 m s.l.m., mentre la restante parte si trova a quote superiori (Cicci et al., 2017). Le quote minime sono invece rilevate nei pressi del fiume Oglio. Lo sviluppo del territorio ha avuto come fattore determinante la sua conformazione morfologica: le aree sterili coprono circa il

Figura 5.1 – La Valsaviore



41 % del suolo e si trovano in corrispondenza del ghiacciaio dell'Adamello, le aree incolte coprono il 9,7 % del suolo e si trovano a quote di altitudine superiore ai 2000 m, mentre le aree boschive occupano il 40,8 % del suolo e si trovano in corrispondenza delle quote intermedie, le aree di coltivato e prato occupano circa l'8% del suolo, le aree residenziali e produttive occupano l'1,8% del suolo e sono distribuite prevalentemente lungo il fondo valle e in corrispondenza della viabilità principale (Cicci et al., 2017).

Inquadramento storico

La Val Savioire è un territorio caratterizzato da una storia millenaria: infatti la presenza dell'uomo in questi luoghi risale a circa 6000 anni fa, nel periodo del Mesolitico (Itineraribrescia.it). Tale presenza è testimoniata dalle incisioni rupestri, sparse in grandi quantità per tutto il territorio della valle. Al contrario poche sono le testimonianze riguardanti il Medioevo: tra queste si ricordano solamente alcune roccaforti (tra cui il Castello Merlino di Savioire). Numerose testimonianze si hanno invece per il periodo della dominazione veneziana: le potenti famiglie nobili, che a partire dal 1797 hanno dominato la Valle, hanno portato grandi benefici e benessere al territorio camuno. Il periodo dell'Ottocento fu ricco di vicende complesse a causa del passaggio di potere da francesi ad austriaci, che hanno avuto il dominio della Val Savioire fino al 1861, quando la Valle Camonica venne annessa al Regno d'Italia. Nel Novecento questi luoghi sono stati teatro dei due scontri mondiali: per quanto riguarda il primo conflitto mondiale, la Valsavioire e l'Adamello (all'epoca confinanti con l'impero Austro-Ungarico), hanno offerto le loro vette alla "Guerra Bianca", mentre durante la Seconda guerra mondiale, invece, in queste zone ci fu una forte resistenza partigiana.

Fresine

Fresine (Figura 5.2) è una piccola frazione di Cevo e che conta solamente 38 abitanti (Indettaglio.it). Il centro abitato si trova ad un'altitudine di 876 m s.l.m., dista circa 3,5 km da Cevo ed è collocato sulla sponda destra del torrente Poia (a causa della sua collocazione i raggi del sole non lo raggiungono per circa 3 mesi all'anno). Il territorio di questa frazione è particolarmente ricco di boschi cedui, lariceti, pascoli e castagneti. Grazie alla presenza d'acqua e di ricca vegetazione, questi luoghi risultano quindi essere ideali per allevare animali ad elevata rusticità, come la Bionda dell'Adamello.



Figura 5.2 – L'abitato di Fresine

5.2 Centro di Tutela della razza autoctona “Bionda dell'Adamello”

Il Centro di Tutela della razza autoctona “Bionda dell'Adamello” si trova a Fresine in località “Ca de Croc” (Figura 5.3). Qui le capre alloggiano durante l'inverno e nelle ore notturne durante il periodo estivo. La struttura è attiva da agosto del 2016 e attualmente ospita 60 capre selezionate, la cui progenie verrà ceduta alle aziende della Valle Camonica secondo piani di fecondazione concordati. Questa struttura viene gestita dalla Cooperativa Sociale Inexodus, che attraverso questa attività ha la possibilità di inserire in ambito lavorativo alcuni dei suoi

ospiti. Inoltre, a partire dal 2017, il centro si è attrezzato per raccogliere il latte delle capre che viene destinato alla trasformazione in formaggella di capra.



Il fabbricato è articolato nel modo seguente:

- Stalla per il ricovero degli animali di 366,00 m²;
- Sala mungitura con annesse attrezzature di 56,10 m²;
- Caseificio con annesse attrezzature di 73,10 m²;
- Portico esterno;
- Seminterrato;
- Corte;
- Superficie coltivata a prato attigua alla stalla di ha 1,70.

Figura 5.3 – Località “Ca de Croc”



Figura 5.4 – Il Centro di Tutela della razza autoctona Bionda dell'Adamello

Il caseificio

Il caseificio, ampio 73,10 m² è adiacente alla sala di mungitura ed è composto da:

- Locale di lavorazione del latte: la stanza più grande del caseificio dove il latte viene scaldato e lavorato. Qui sono presenti due caldaie a gas da 200 litri, la vasca in acciaio, un lavandino per la pulizia degli utensili e un tavolo per facilitare i lavori.
- Locale di stoccaggio del latte: stanza nella quale è presente una cisterna refrigerata da 200 litri nella quale viene posto il latte prima di essere caseificato e un armadio contenitore con all'interno il caglio e gli stampi di plastica delle formaggelle.
- Cella frigorifera per la stagionatura delle formaggelle.

La stalla

La stalla possiede tutte le caratteristiche necessarie per fornire agli animali le condizioni ambientali più adatte a valorizzare le produzioni, assicurare agli operatori comfort e sicurezza durante le operazioni di routine, permettere una razionale organizzazione che eviti spostamenti inutili di animali e mezzi e contenere entro certi limiti accettabili l'impatto ambientale dell'attività dell'edificio. La stalla del Centro di Tutela ha una superficie di 366 m² e può ospitare circa 80 capre adulte. La tecnica di allevamento praticata nel Centro di Tutela è di tipo semi-intensivo e prevede la stabulazione delle capre in stalla per tutto l'inverno. Al contrario, nelle altre stagioni, durante le ore di luce gli animali vengono fatti pascolare nei pressi della stalla utilizzando prati e pascoli comunali. La stabulazione delle capre (figura 5.5) è libera ed è praticata in ricoveri costituiti da un'area di riposo a lettiera permanente (con paglia) appoggiata su una pavimentazione in calcestruzzo. Grazie alla stabulazione libera si hanno i seguenti vantaggi: minor necessità di manodopera, riduzione dei tempi di mungitura, libertà di movimento degli animali che possono ricercare il microclima più favorevole e maggior facilità nell'individuare gli animali in calore. Nella stalla di Fresine la zona di alimentazione è separata dalla zona di stabulazione, mediante una rastrelliera (figura 5.6), che

ha il compito di evitare l'uscita degli animali in stalla, regolare l'accesso al cibo evitando fenomeni di competizione, evitare il trascinarsi degli alimenti nella zona di riposo ma anche bloccare gli animali nel momento in cui si devono eseguire interventi sanitari.

Figura 5.5 – Interno della stalla



Figura 5.6 – Rastrelliera

5.3 Analisi della tecnologia di caseificazione

La tecnologia di caseificazione che è stata seguita durante l'attività sperimentale riguarda la caseificazione di formaggella di capra. Nonostante il latte prodotto derivi da capre di razza Bionda dell'Adamello e venga munto e caseificato in una zona tipica del Fatulì, non può essere indicato con questo nome tipico, poiché presenta alcune sostanziali differenze, legate alla tecnologia di caseificazione.

Il latte lavorato

La prima differenza che si ritrova fra le due caseificazioni riguarda il latte che viene lavorato. Infatti il disciplinare del Fatulì obbliga a lavorare il latte della giornata, quindi di massimo due mungiture. Nel caso analizzato, invece, il latte munto viene stoccato in una cisterna refrigerata e lavorato solitamente ogni due ed occasionalmente ogni tre giorni, comprendendo dunque il latte di minimo quattro mungiture.

La cottura della cagliata

Anche per quanto riguarda la cottura della cagliata, i formaggi analizzati presentano una forte differenza con il Fatulì: infatti se nel Fatulì la cagliata viene scaldata anche fino a 42° C per circa dieci minuti, nella lavorazione studiata, la cagliata, non viene cotta e si ottiene dunque un formaggio a "pasta cruda".

Tabella 5.1 – Diagramma del flusso della lavorazione del Fatulì

Riscaldamento a 34° (estate)-37°C (inverno)	-
Aggiunta di caglio naturale	-
Coagulazione	40-50 minuti
Taglio a croce	-
Sosta di rassodamento	5 minuti
Rottura della cagliata a pisello- mais	-
Riscaldamento della cagliata a 38°C max 42°C	10 minuti
Eventuale agitazione	10 minuti
Sosta della cagliata sotto siero	10 minuti
Raccolta cagliata	-
Messa in forma	-
Salatura a secco dopo 12 ore	-
Affumicatura	Dopo 2/3 d

Tabella 5.2 – Diagramma del flusso della lavorazione della formaggella di capra studiata

Preriscaldamento latte refrigerato a circa 38° C	-
Aggiunta del latte appena munto	-
Riscaldamento a 38,1°C ± 0,18	-
Aggiunta caglio	-
Coagulazione media	36,8 minuti ± 6,19
Taglio	-
Sosta di rassodamento	2,54± 0,31
Rottura della cagliata a mais	-
Sosta della cagliata sotto siero	3,27 min ± 0,59
Riposo prima della raccolta della cagliata	40,0 min ± 6,29
Messa in forma	-
Salatura a secco dopo 12 ore	-
Affumicatura	Dopo 7 d

In sintesi, la lavorazione del Fatulì risulta decisamente più complessa rispetto a quella della formaggella di capra analizzata, seppur il risultato finale differisca di poco. Infatti sono molte le analogie che si riscontrano fra i due formaggi, come ad esempio il latte di Bionda dell'Adamello, la zona d'origine, il sistema di allevamento di tipo brado o semibrado, l'alimentazione delle capre, la dimensione e la consistenza finale delle forme e la tradizionale affumicatura.

5.4 Analisi della quantità di latte prodotto

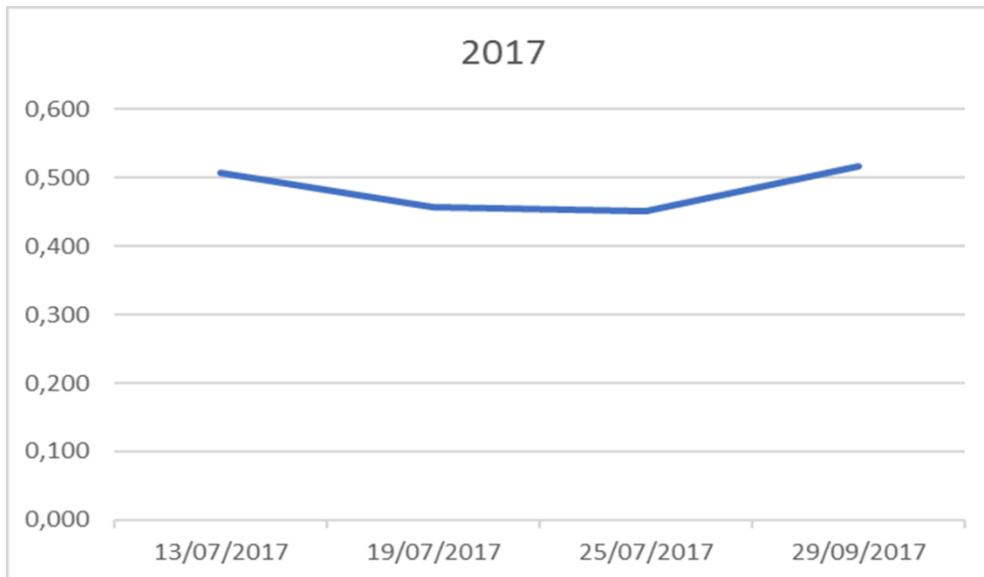
La quantità di latte prodotto varia a seconda della razza, dell'età, della salute, dell'alimentazione e del periodo di lattazione dell'animale. Per quanto riguarda la capra, solitamente la maggiore produzione di latte si ottiene dalle cinque alle sei settimane dopo il parto, e diminuisce anche di quattro volte dopo le trenta settimane di lattazione.

Di seguito sono descritte le quantità di latte nei rilievi effettuati durante l'attività di monitoraggio: i risultati ottenuti sono stati divisi in due blocchi, poiché i primi quattro rilievi riguardano la lattazione del 2017, mentre i secondi undici riguardano la lattazione del 2018.

Lattazione 2017

Durante la lattazione del 2017 sono stati effettuati quattro rilievi, precisamente il 13 luglio, il 19 luglio, il 25 luglio e il 29 settembre. I dati registrati non sono sufficienti per stabilire un preciso andamento della lattazione, poiché si tratta di pochi dati, perlopiù molto ravvicinati fra di loro e nel periodo centrale della lattazione, di conseguenza non si notano grandi differenze fra di essi. La produzione media nel mese di luglio è stata pari a 0,47 litri prodotti per capo mentre nel rilievo di settembre, nonostante il latte prodotto sia stato complessivamente minore perché minore è stato il numero di capre munte, la produzione media è risultata di circa 0,51 litri giornalieri a testa. Nella Figura 5.8 viene riportata la variazione di produzione del latte al variare dei giorni di lattazione.

Figura 5.8 – Variazioni della quantità di latte per l'anno 2017



Lattazione 2018

Durante la lattazione del 2018 sono stati effettuati undici rilievi, distribuiti fra aprile e agosto, e di conseguenza si è potuto tracciare un grafico più preciso e analizzare meglio la differenza di produzione di latte da un mese all'altro. Non si sono registrate particolari variazioni di produzione, ad eccezione dell'ultimo rilievo di agosto dove la produzione si è abbassata drasticamente. Nel mese di aprile la media si è assestata sugli 0,63 litri giornalieri a capo per poi diminuire nel mese di maggio a 0,61 litri anche a causa dell'inizio del pascolamento che causa un maggiore stress e una minor resa in latte. Nel mese di giugno si è ritornati all'incirca alla media di aprile con 0,63 litri, per poi diminuire nel mese di luglio, fino a toccare gli 0,35 litri nell'ultimo monitoraggio, prima della messa in asciutta nel mese di agosto. Rispetto alla misurazione massima di 0,65 litri nel mese di giugno dunque il calo del latte è di circa il 47%. Ciò significa che nell'ultimo rilievo di agosto dove si registra il valore minimo, la capacità di produrre latte è quasi dimezzata rispetto al valore massimo e diminuita di 0,25 litri negli ultimi dieci giorni prima della messa in asciutta.

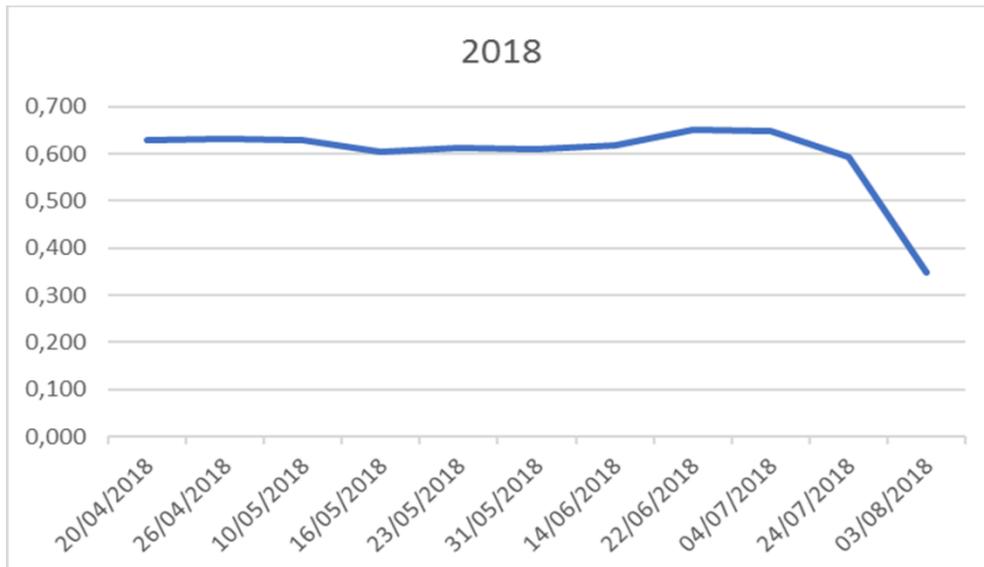


Figura 5.9 – Variazioni della quantità di latte per l'anno 2018

Si può dunque affermare che i risultati ottenuti rispecchiano a grandi linee la curva di lattazione normale di una capra, seppur con le dovute proporzioni riguardo alla quantità di latte prodotto e l'andamento generale della curva. Il valore massimo si è ottenuto circa sette settimane dopo il parto, dopo il quale si è registrata una notevole diminuzione seppur non costante. La scelta di diminuire il periodo di lattazione è stata data dal fatto che l'anno precedente la produzione era stata spinta oltre il dovuto, e una normale lattazione rischiava quindi di gravare sul benessere dell'animale e sulla successiva produzione di latte.

5.5 Analisi della resa del latte in formaggio fresco

Oltre alla variazione della quantità del latte, è stata presa in considerazione anche la resa del latte stesso trasformato in formaggio fresco, ovvero quanti kg di cagliata si possono ottenere da una lavorazione casearia. Per svolgere al meglio questa operazione, dopo la messa in forma

delle formaggelle, si è proceduto alla pesata delle stesse. Per uniformare il più possibile i risultati, si sono attesi dieci minuti per un primo sgocciolamento dopo la formatura e al peso totale si è sottratto il peso dello stampino forato in plastica. Nella tabella seguente vengono riportate le misurazioni effettuate e i dati elaborati riguardanti la resa del latte lavorato.

	DATA	LITRI IN CALDAIA	PERDITE (litri)	RESA (kg)	RESA %
1	13/07/2017	81	71,37	9,63	11,89%
2	19/07/2017	73	61,77	11,23	15,38%
3	25/07/2017	72	61,04	10,96	15,22%
4	29/09/2017	31	27,6	3,4	10,97%
5	20/04/2018	95,5	81,81	13,69	14,34%
6	26/04/2018	96	82,29	13,71	14,28%
7	10/05/2018	98	82,53	15,47	15,79%
8	16/05/2018	145	121,84	23,16	15,97%
9	23/05/2018	98	80,85	17,15	17,50%
10	31/05/2018	97,5	80,18	17,32	17,76%
11	14/06/2018	99	80,43	18,57	18,76%
12	22/06/2018	101,5	81,76	19,74	19,45%
13	04/07/2018	101	85,72	15,28	15,13%
14	24/07/2018	85,5	73,1	12,04	14,50%
15	03/08/2018	50	40,94	9,06	18,12%

Tabella 5.3 – Perdite e resa del latte lavorato in caldaia

Nel successivo grafico si evidenzia invece la resa in quantità (kg, colore arancione) e in percentuale (colore grigio) rispetto alla totalità del latte lavorato in litri (colore blu) durante i quindici monitoraggi.

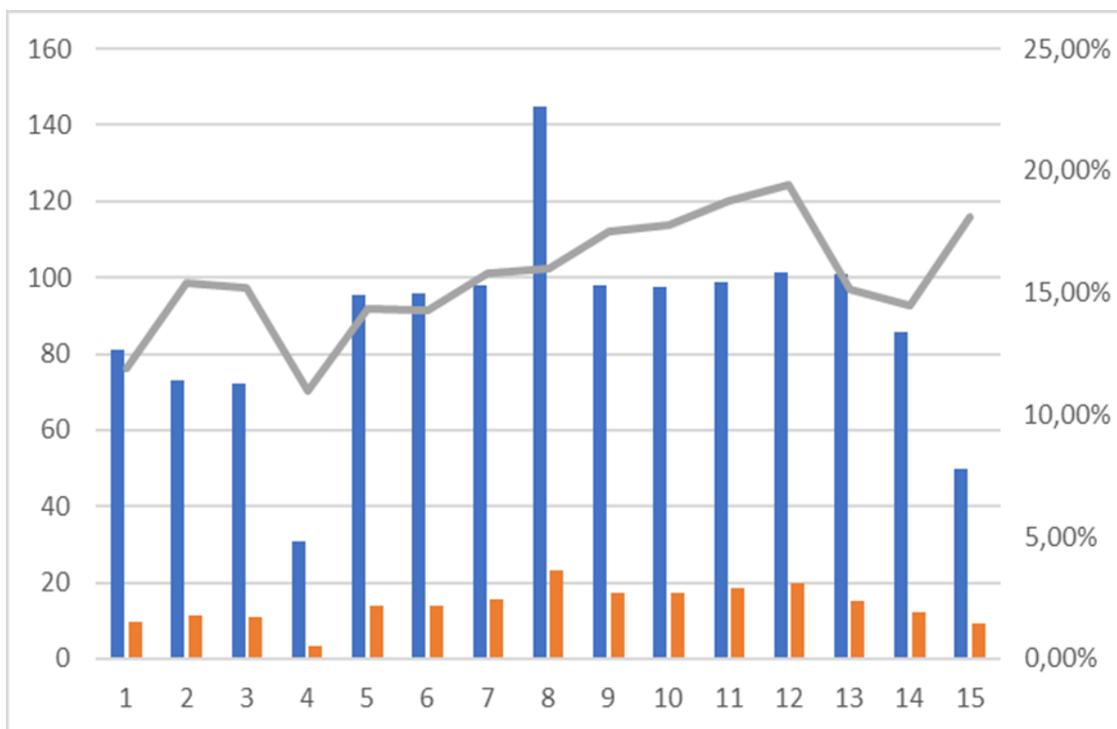


Figura 5.10 – Totalità e resa del latte lavorato

La maggior percentuale in resa (19,5%) è stata registrata in corrispondenza del dodicesimo rilievo (22 giugno 2018), giorno in cui si è registrata anche la maggior produzione di latte. Al contrario la minor resa in percentuale si è verificata nell'ultimo rilievo del 2017 con il valore di 10,97%. È comunque difficile cercare di uniformare questi dati, poiché la quantità di siero all'interno delle forme al momento della pesata è variata a seconda della manualità del casaro, il quale, poiché si tratta appunto di una lavorazione manuale, non può distribuire la cagliata in modo preciso negli stampi ed esercitare una pressione uguale per tutte le forme, facilitando in egual modo la fuoriuscita di siero. Anche per questo motivo il numero delle forme è molto variabile fra una caseificazione e l'altra.

	DATA	LITRI IN CALDAIA	RESA (kg)	NUMERO DI FORME	PESO MEDIO FORME (kg)
1	13/07/2017	81	9,63	16	0,602
2	19/07/2017	73	11,23	16	0,702
3	25/07/2017	72	10,96	16	0,685
4	29/09/2017	31	3,4	5	0,680
5	20/04/2018	95,5	13,69	22	0,622
6	26/04/2018	96	13,71	22	0,623
7	10/05/2018	98	15,47	23	0,673
8	16/05/2018	145	23,16	35	0,662
9	23/05/2018	98	17,15	26	0,660
10	31/05/2018	97,5	17,32	27	0,641
11	14/06/2018	99	18,57	28	0,663
12	22/06/2018	101,5	19,74	29	0,681
13	04/07/2018	101	15,28	21	0,728
14	24/07/2018	85,5	12,04	17	0,729
15	03/08/2018	50	9,06	11	0,824

Tabella 5.4 – Numero e peso medio delle forme

Le forme hanno presentato un peso variabile da un minimo di 0,54 kg ad un massimo di 0,90 kg ed un peso medio di 0,67 kg (DS 0,065). Il numero delle forme è risultato molto variabile tra una caseificazione e l'altra, anche perché non sempre si è lavorato il latte di due giorni, ma ad esempio la mattina del 16 maggio 2018 si è lavorato il latte di tre giorni e si sono formate 35 formaggelle, mentre il numero minimo di 5 formaggelle si è avuto in corrispondenza del 29 settembre 2017 poiché sono stati munti solo 15 capi. In media si sono ottenute 20,9 forme per ogni rilievo (DS 7,67). Le forme, dopo stagionatura e affumicatura si riducono notevolmente di peso, andando a pesare dai 300 ai 500 grammi.

6. Conclusioni

La Bionda dell'Adamello rappresenta una realtà allevatoriale e di biodiversità animale che ha rischiato di scomparire nel tempo ma che, negli ultimi anni, grazie agli sforzi degli allevatori della Valle Camonica, ha riacquisito una notevole importanza. L'allevamento della Bionda dell'Adamello risulta quindi essere un'importante risorsa sia per quanto riguarda la tutela del territorio sia dal punto di vista economico. Nel primo caso infatti, con il pascolamento di questi animali, è possibile arginare l'espansione del bosco favorendo così il mantenimento dei pascoli e delle relative essenze che, in caso contrario, verrebbero sopraffatte dalle piante arbustive e arboree. Per di più, la rusticità della Bionda dell'Adamello permette di sfruttare territori impervi che non potrebbero altrimenti essere utilizzati da altri animali. Dal punto di vista economico invece, l'allevamento della Bionda dell'Adamello permette agli allevatori camuni di mantenere un certo reddito, grazie alla vendita della carne dei capretti, ma soprattutto grazie alla caseificazione del latte in Fatulì, che, come formaggio locale, è proposto come Presidio Slow Food.

La qualità di questo formaggio non è solo legata al fatto che venga prodotto da una particolare razza autoctona, che ne conferisce maggior tipicità e pregio, ma è dovuta anche alla qualità del suo latte. Nonostante il lavoro di Slow Food, per ragioni di età e difficoltà pratiche, sono ancora molti gli allevatori camuni che non si sono ancora avvicinati a questa lavorazione, che punta ad essere sempre più famosa e riconosciuta. Ad esempio durante l'attività sperimentale è stata monitorata la tecnologia casearia delle formaggelle di capra prodotte presso il "Centro di Tutela della capra di razza Bionda dell'Adamello" a Fresine di Cevo, che, con i dovuti accorgimenti, potrebbero "aspirare" a diventare vere Fatulì.

Per attuare questo cambiamento sarebbero necessari dei piccoli accorgimenti obbligati dal disciplinare di lavorazione, ma dispendiosi in termini economici. In primo luogo il Fatulì impone la lavorazione quotidiana del latte e una conseguente quotidiana presenza del casaro. Il secondo problema nasce dal fatto che con il poco latte prodotto dalla capra Bionda dell'Adamello, non è conveniente caseificare il latte tutti i giorni, a meno di una raccolta più abbondante di latte, anche da altri allevatori della zona. Ad esempio nel caso analizzato, ogni giorno vengono prodotti in media 22 litri di latte, dai quali si ricaverebbero circa 8 formaggelle.

Per eliminare il problema bisognerebbe dunque cercare di aumentare la produzione di latte con degli accorgimenti di tipo zootecnico, oltre ad aumentare il numero dei capi, a cui, vista la grandezza della stalla e la sala di mungitura inutilizzata, la struttura sarebbe già pronta a provvedere. Ciò però comporterebbe un importante sforzo economico, in parte compensabile dall'aumento delle vendite, legato al fatto che il consumo di latte e prodotti di capra risulta ancora in aumento. Anche grazie al Presidio Slow Food, poter produrre e vendere Fatulì potrebbe rivelarsi una mossa vincente, come lo è già stato per gli allevatori che si sono avvicinati a questo tipo di produzione.

Altri problemi riguardo alla maggiore difficoltà della lavorazione sarebbero facilmente risolvibili, poiché quella del Fatulì è comunque una lavorazione tradizionale che non presenta particolari accorgimenti, e di conseguenza è attuabile. Nel breve periodo, il miglioramento della produzione potrebbe essere dato da una più attenta messa in forma della cagliata, a cui seguirebbero delle formaggelle più simili nella forma e nella pezzatura fra di loro, fatto che sicuramente migliora la consapevolezza del consumatore. Un altro accorgimento potrebbe essere maggior attenzione nella fase di stagionatura e affumicatura delle forme, le quali vengono affumicate in blocco, non distinguendo la data di produzione e non garantendo una giusta tracciabilità. La quantità del latte è difficilmente migliorabile, visto che la Bionda dell'Adamello rimane comunque una razza a duplice attitudine.

7. Bibliografia

Agraria.org, 2019. Atlante delle razze caprine - Bionda dell'Adamello.
agraria.org/caprini/biondaadamello.html Visitato marzo 2019

Agraria.org, 2019. Atlante delle razze caprine - Camosciata delle Alpi.
agraria.org/caprini/camosciatadellealpi.html Visitato marzo 2019

Agraria.org, 2019. Atlante delle razze caprine – Maltese. agraria.org/caprini/maltese.html
Visitato marzo 2019

Aia.it, 2018. Bollettino dei controlli della produttività del latte - Anno 2018. Visitato
settembre 2019

Assolatte.it, 2019. Visitato maggio 2019

Bacarella A., Columba P., 2007. I formaggi storici di nicchia in Sicilia-Aspetti produttivi e di
mercato, pp. 12-14. <http://www.coreras.it/news/volumi/2017/05/22/i-formaggi-storici-di-nicchia-in-sicilia-aspetti-produttivi-e-di-mercato-85/>. Visitato maggio 2019.

Barizza F., 2012. Effetto del contenuto di cellule somatiche sui caratteri di qualità
e attitudine alla coagulazione del latte vaccino pp.13-15.
http://tesi.cab.unipd.it/41222/1/Barizza_Filippo.pdf

Brambilla L., 2014. Il formaggio Fatulì e la capra Bionda dell'Adamello, il futuro in un percorso
comune del rispetto del "sistema" agricolo produttivo in quota. Quaderno SOZOOALP n.8, pp.
85-92

Brandolini V., Maietti A., Tedeschi P., 2013. Dispensa del corso di Chimica degli alimenti e integratori alimentari, gruppo di slide "Formaggio" pp. 5-17

Capre.it, 2019. Camosciata delle Alpi capre.it/le-razze-in-italia/libro-genealogico-caprino/10-camosciata-delle-alpi-o-alpine.html Visitato marzo 2019

Capre.it, 2019. Capra Bionda dell'Adamello capre.it/le-razze-in-italia/registro-anagrafico-caprino/50-razza-bionda-delladamello.html Visitato marzo 2019

Capre.it, 2019. Capra Girgentana capre.it/le-razze-in-italia/registro-anagrafico-caprino/12-girgentana.html Visitato marzo 2019

Capre.it, 2019. Capra Jonica capre.it/le-razze-in-italia/registro-anagrafico-caprino/13-maltese.html Visitato marzo 2019

Capre.it, 2019. Capra Orobica capre.it/le-razze-in-italia/registro-anagrafico-caprino/15-orobica-o-di-valgerola.html Visitato marzo 2019

Capre.it, 2019. Capra Sarda capre.it/le-razze-in-italia/libro-genealogico-caprino/17-sarda.html Visitato marzo 2019

Capre.it, 2019. Il latte di capra capre.it/images/PDF/Latte_capra.pdf Visitato aprile 2019

Cianci D., 2015. L'allevamento caprino dalla domesticazione.
<http://www.georgofili.info/contenuti/lallevamento-ovino-dalla-domesticazione/2344>
Visitato febbraio 2019

Cicci M., S. Bonomelli, C. Piantoni, 2017, La capra "Bionda dell'Adamello", L'importanza della fauna autoctona nell'ambiente adamellino pp. 5-9; 11-16;

Corti M., Brambilla L., 2002, Le razze autoctone caprine dell'arco alpino e i loro sistemi di allevamento, Convegno L'allevamento ovicaprino nelle Alpi: Razze, tradizioni e prodotti in sintonia con l'ambiente, Cavalese, pp. 61-80

Cosentino C., 2018, Il miglioramento genetico pp. 2; 42-44; 49;

Creamer LK, Plowman JE, Liddell MJ, Smith MH, Hill JP, 1998. Micelle stability: kappa-casein structure and function. *Journal of Dairy Science*, 81, 3004-3012.

De Capitani G., 2011, Allevamento caprino in Lombardia: stato igienico-sanitario e produzioni, quaderni della Ricerca Regione Lombardia, n. 129 pag. 3;

De Noni I., 2013, Corso di informazione per casari e gestori d'alpeggio, pp. 22; 23; 29; 36; 45; 50 ;53; 57; 61;

De Roissat H. Luquet F.M., (ed. par.). 1994, Bactéries lactiques, aspect fondamentaux et technologiques, Vol. 1. Loriga, Paris pp. 309-329

Fondazione Slow Food per la Biodiversità Onlus, 2017, Fatuli della Val Savioire, <http://www.fondazione Slow Food.com/it/presidi-slow-food/fatuli-della-val-savioire/>, Visitato giugno 2019

ISTAT.it, 2019. visitato a marzo 2019

Italia.indettaglio.it, 2019. /ita/lombardia/brescia_cevo_fresine Visitato settembre 2019

Larassegna.it, 2017. larassegna.it/2017/01/16/a-bergamo-e-boom-di-allevamenti-caprini-da-latte-28-negli-ultimi-10-anni Visitato marzo 2019

Manfredi M.T., Bronzo V., Di Cerbo A., 2011, Analisi della realtà produttiva dell'allevamento caprino in Lombardia, Allevamento caprino in Lombardia: stato igienico-sanitario e produzioni, quaderni della Ricerca Regione Lombardia, n. 129, pp. 7-8

Mangiacotti N., 2011, La capra Garganica dal sito garganistan.blogspot.com/2011/10/la-capra-garganica-la-capra-domestica Visitato marzo 2019

Morandi S., 2017, Batteri lattici: un concentrato di risorse e potenzialità.
https://www.lattenews.it/files/2017/03/PDF-Morandi_Reggio.Emilia_2017.pdf visitato maggio 2019.

Paltani G., Pirovano L., 2012 Dispensa di tecnologia casearia- Filiera latte e formaggi di capra pp. 8; 14-17; 29-31; 40-56;

Parcoadamello.it/i-progetti/il-fatuli/ Visitato settembre 2019

Park Y.W., Juárez M., Ramos M. et al. 2007, Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88-113.

Pulina G., M.J. Milán, M.P. Lavín, A. Theodoridis, E. Morin, J. Capote, D.L. Thomas, A.H.D. Francesconi, G. Caja, 2018, Current production trends, farm structures, and economics of the dairy sheep and goat sectors, *Journal of Dairy Science*, 101, 6715-6729.

Pulina G., 2014, Modelli matematici e statistici-3. La curva di lattazione pp. 2-4.
<https://slideplayer.it/slide/2266103/> visitato maggio 2019.

Rodari A., 2017, Caratteristiche morfologiche e comportamento di capre Bionde dell'Adamello pp. 3-4; 11-23; 38-41; 45-46. Tesi di laurea
https://www.unimontagna.it/web/uploads/2017/11/Rodari-elaborato_PROTETTO.pdf
visitato maggio 2019.

Rubino R., 1996. L'allevamento caprino, ed. ASSONAPA

Pirovano E., 2007 Caratterizzazione tecnologica, microbiologica e sensoriale nella Formaggella del Luinese D.O.P. pag.22;
http://www.valmont.unimi.it/Documenti/Elaborati_finali/Pirovano_Elisa_Elaborato_finale.pdf
df Visitato maggio 2019

Shek LP, Bardina L, Castro R, Sampson HA, Beyer K., 2005, Humoral and cellular responses to cow milk proteins in patients with milk-induced IgE-mediated and non-IgE-mediated disorders, in *Allergy*, 60, 912-919

Valnegri L., Franzoni M., Peduzzi P., Antoniazzi V., Soncini G., 2011, Studio igienico-sanitario su latte di capra bionda dell'Adamello, A.I.V.I., Volume 1, pp. 259-260

Verduci E., Lassandro C., Mariani B., Moretti F., D'Auria E., Banderali G., 2015, *Rivista di Immunologia e Allergologia Pediatrica* - Latte di capra: proprietà nutrizionali e nuove prospettive di utilizzo, pp. 20-27

Zeder M.A., Hesse B., 2000, The Initial Domestication of Goats (*Capra hircus*) in the Zagros Mountains 10.000 Years Ago, *Science*, Vol. 287, Issue 5461, pp. 2254-2257

Zeppa G., 2014, *Tecnologia e caratterizzazione dei prodotti lattiero-caseari- I formaggi* pp. 24-26

8. Riassunto

L'allevamento caprino, legato alla produzione di formaggio di capra, è da sempre un settore che rappresenta per i territori montani italiani un'attività zootecnica di notevole rilevanza, nonostante nel nostro Paese il consumo di carne e formaggi caprini, seppur in crescita, sia ancora molto limitato. L'importanza di questa attività deriva dal fatto che la capra veniva e venga ancora utilizzata per lo sfruttamento dei pascoli meno ricchi e l'utilizzazione di nuovi territori, preparandoli in modo da poter essere utilizzati anche da animali più esigenti, come bovini o ovini. Seppur considerato da sempre un allevamento di secondaria importanza, nel corso degli ultimi vent'anni quello della capra ha conquistato un posto di tutto rispetto nel quadro del sistema zootecnico. Uno dei motivi principali di questa ascesa è sicuramente la qualità del latte. La diffusione del latte caprino tra i consumatori è legata alla sua maggiore digeribilità rispetto al latte vaccino, oltre che alla percezione di questo prodotto come alimento sano, salutare e maggiormente sostenibile per l'ambiente, qualità che oggi più che mai vengono ricercate dal consumatore. La composizione del latte caprino lo rende inoltre preferibile a quello prodotto da altre specie zootecniche per il consumo umano diretto, poiché presenta ad esempio una composizione in proteine più basso di quello bovino e concentrazioni di potassio (K) e ferro (Fe) molto superiori rispetto al latte umano e bovino. Sebbene in rapida crescita, il latte caprino rimane comunque un prodotto ancora di nicchia, consumato abitualmente da una cerchia di consumatori che presenta problemi con l'assunzione di latte vaccino. Così come il latte, anche i formaggi di capra sono, almeno in Italia, un alimento consumato da una piccola parte della popolazione (anche se in crescita), probabilmente perché poco conosciuti e soprattutto poco apprezzati per il forte sapore che li caratterizza. Nonostante ciò, in Italia si sono evolute nei secoli diverse tecnologie casearie, che dalle valli alpine fino alla Sicilia, hanno sviluppato tipologie di formaggi caprini dalle più svariate forme e caratteristiche, prodotti quasi tutti a livello locale.

Per quanto riguarda la Valle Camonica, l'unico formaggio caprino riconosciuto è il Fatulì, formaggio locale e storico, catalogato come Presidio Slow Food, indissolubilmente legato alla capra di razza Bionda dell'Adamello.

Il lavoro presentato nell'elaborato finale è stato effettuato per lo studio della tecnica di caseificazione per il formaggio Fatulì, svolto fra luglio 2017 e agosto 2018, presso il caseificio del Centro di Tutela della razza Bionda dell'Adamello a Fresine di Cevo. Lo scopo del lavoro sperimentale è stato quello di valutare la quantità del latte prodotto dalle capre durante la lattazione e di studiare la tecnologia di caseificazione della formaggella di capra, ottenuta da latte di sole capre di razza Bionda dell'Adamello.

Gli animali in esame sono allevati secondo la tipologia di allevamento semi-intensiva: le capre, durante il periodo estivo, vengono condotte al pascolo, gestito utilizzando la forma del pascolo turnato; in stalla ricevono poi un'integrazione alimentare a base di fieno. In questa tipologia di allevamento i capretti vengono alimentati con latte artificiale, mentre il latte munto viene destinato alla caseificazione. È stato analizzato il latte di 40 capre, numero che è rimasto più o meno costante nel tempo ad eccezione di un rilievo dove è stato analizzato il latte di soli 15 capi. L'attività è stata svolta esclusivamente nelle prime ore della mattina, fra le ore 5 e le ore 6, in seguito alla mungitura delle capre. Poiché per il poco latte prodotto non è conveniente caseificare ogni giorno, la lavorazione del latte è stata effettuata normalmente una volta ogni due giorni, interessando dunque il latte di quattro mungiture, stoccato in una cisterna refrigerata. La tecnica di caseificazione ha previsto un preriscaldamento del latte refrigerato, con l'unione diretta in caldaia del latte appena munto. A 38° C si aggiunge il caglio (15 ml ogni cento litri di latte) e si spegne la caldaia, così facendo si lavora un formaggio a pasta cruda. Dopo un intervallo di tempo variabile dai 35 ai 50 minuti, la cagliata viene tagliata con l'ausilio di un mestolo forato, una prima volta e una seconda volta pochi minuti prima della messa in forma. Una volta definite le forme, vengono più volte ribaltate una volta ogni ora, per le sei ore successive e salate manualmente, prima di essere poste in cella per la stagionatura. Una volta stagionate, vengono trasferite al vicino affumicatoio e poi commercializzate. I dati riguardanti la quantità di latte sono stati differenziati per il periodo di lattazione dell'anno 2017, e per quello del 2018. Nel 2017 le capre sono state messe in asciutta dal mese di novembre e di conseguenza si sono notate lievi differenze fra i rilievi di luglio (dove ogni capra ha prodotto una media 0,47 litri giornalieri), e il rilievo di settembre dove la quantità di latte è aumentata (0,517 litri al giorno). Nella lattazione del 2018, invece, con più dati a disposizione

è stato possibile tracciare una curva di lattazione più precisa grazie alla quale si è potuta notare la diversa quantità di latte in base al periodo di lattazione. Nel mese di aprile la media si è assestata sugli 0,63 litri giornalieri a capo, per poi diminuire nel mese di maggio a 0,61 litri, anche a causa dell'inizio del pascolamento che causa un maggiore stress e una minor resa in latte. Nel mese di giugno si è ritornati all'incirca alla media di aprile, per poi diminuire nel mese di luglio, fino a toccare gli 0,35 litri nell'ultimo monitoraggio prima della messa in asciutta nel mese di agosto. Rispetto alla misurazione massima di 0,65 litri nel mese di giugno dunque il calo del latte è di circa il 47%. Ciò significa che la capacità di produrre latte è quasi dimezzata negli ultimi cinquanta giorni prima della messa in asciutta.

Oltre alla variazione della quantità del latte, è stata presa in considerazione anche la resa del latte stesso trasformato in formaggio fresco. La maggior percentuale in resa (19,5%) è stata registrata il 22 giugno 2018, giorno in cui si registra anche la maggior produzione di latte. Al contrario la minor resa si è verificata nell'ultimo rilievo del 2017 con il valore di 10,97%. È comunque difficile cercare di standardizzare il prodotto, poiché la quantità di siero all'interno delle forme al momento della pesata è variata a seconda della manualità del casaro, il quale, poiché si tratta appunto di una lavorazione manuale, non può distribuire la cagliata in modo preciso negli stampi e esercitare una pressione uguale per tutte le forme e facilitare in egual modo la fuoriuscita di siero. Le forme che sono state pesate hanno presentato infatti un peso variabile da un minimo di 0,54 kg ad un massimo di 0,9 kg, ed un peso medio di 0,67 kg (DS 0,065). Il numero delle forme è risultato molto variabile tra una caseificazione e l'altra, anche perché non sempre si è lavorato il latte di due giorni. In media si sono ottenute 20,9 forme per ogni rilievo (DS 7,67). Le forme, dopo stagionatura e affumicatura riducono notevolmente il peso, giungendo in media a valori tra 300 e 500 g.

Durante la lavorazione non si sono registrate particolari variazioni nella tecnologia casearia, poiché si è sempre caseificato per la produzione di formaggella di capra. Anche se il latte è stato di sola capra Bionda dell'Adamello, il prodotto ottenuto non può essere chiamato Fatùli, poiché non viene rispettato a pieno il disciplinare di lavorazione. Questo impone, ad esempio, di lavorare il latte di due mungiture, quindi quotidianamente, mentre nei casi analizzati si è lavorato il latte di due o tre giorni. Anche la cagliata viene lavorata diversamente, poiché il

Fatulì prevede una cottura anche fino a 42° C, mentre le formaggelle studiate sono formaggi a pasta cruda, ovvero il caglio è aggiunto a 38° C. Le analogie sono comunque molteplici: ad esempio si utilizza latte di capra Bionda dell'Adamello, le forme stagionate e affumicate hanno un peso tra i 300 e i 500 g, non vengono utilizzati insilati o mangimi industriali per l'alimentazione delle capre e il sistema di allevamento è di tipo semi-estensivo con pascolo brado o semi brado.

In conclusione, si può affermare che, visti i risultati ottenuti, la capra Bionda dell'Adamello non spicca per le sue doti di lattifera. L'importanza di questa razza è data dal fatto che rappresenta una tipicità locale che va salvaguardata e da cui deriva un latte di qualità, che può originare un prodotto storico d'eccellenza come il Fatulì. Il fatto che il numero di capi di capra Bionda presenti sul territorio camuno cresca di anno in anno, soprattutto grazie all'introduzione dei premi agli allevatori e all'entrata del Fatulì nel presidio Slow Food, fa ben sperare riguardo al futuro della Bionda dell'Adamello e del Fatulì.

9. Ringraziamenti

Per prima cosa vorrei ringraziare mio padre e mia madre, i quali mi hanno permesso di cominciare e portare a termine questo corso di studi e che, nonostante tutto, credo abbiano sempre creduto in me. Ringrazio inoltre il professor Tamburini che con la sua disponibilità e pazienza mi ha aiutato a stendere questo elaborato.

Un altro grazie va al casaro Angelo, che, anche se di poche parole, mi ha assistito durante l'attività di tirocinio nel caseificio di Fresine.

Ci tengo poi a ringraziare particolarmente i miei amici e compagni di studi Oscar, Fabio, Simone, Elisa, Manuel, Alessia, Luca e Alessandro con i quali ho condiviso questi quattro anni di studio e che hanno sicuramente contribuito a renderli più piacevoli.