



## INTRODUZIONE

L'interesse selettivo degli allevatori di bovini da latte, negli ultimi anni, si è molto diversificato, spostandosi dalla mera selezione per la produzione, a un maggiore interesse per la qualità e negli anni più recenti a una crescente attenzione per i caratteri funzionali. I caratteri funzionali sono quei caratteri che permettono di ridurre i costi aziendali legati al mantenimento delle bovine e al loro benessere produttivo a differenza dei caratteri produttivi che permettono un maggior guadagno all'allevatore. Tra i caratteri funzionali si ricordano gli aspetti sanitari in generale e della mammella (incidenza delle mastiti e caratteri indiretti quali la concentrazione di cellule somatiche nel latte), la longevità funzionale, la mungibilità e la fertilità.

La crescente attenzione per i caratteri funzionali anche nella selezione delle razze dei bovini da latte in Italia è evidente dal peso ad essi assegnato negli indici di selezione sia della Frisona Italiana (PFT) che della Bruna (ITE).

L'ultimo aggiornamento dell'indice di selezione della razza Bruna (ITE) ha portato ad una attenzione ai caratteri funzionali pari al 46% rispetto al peso assegnato ai caratteri produttivi di 54%.

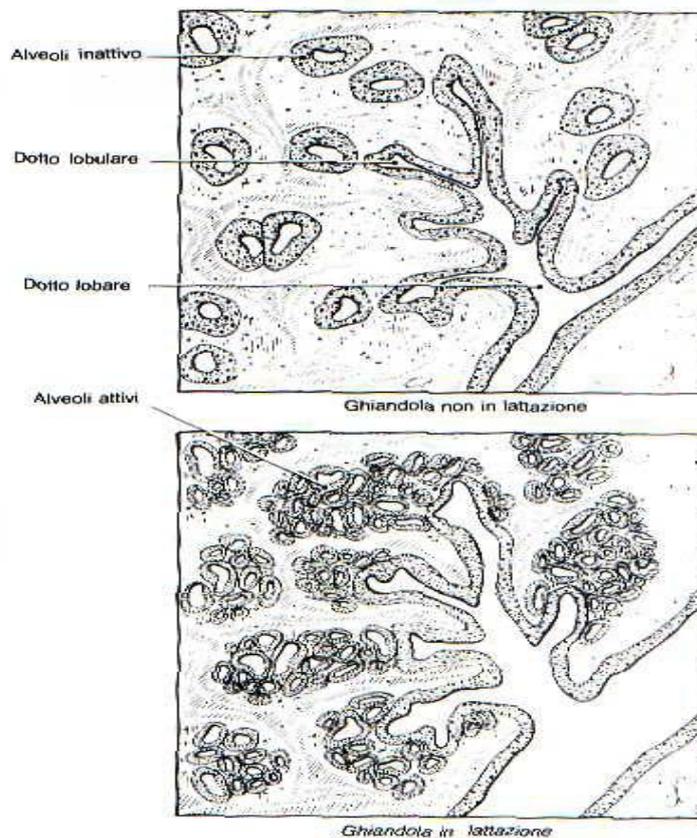
([http://www.anarb.it/Ricerca\\_ValGen/Sistema\\_ValGen/ITE\\_200605/1A\\_nuovo%20ite.pdf](http://www.anarb.it/Ricerca_ValGen/Sistema_ValGen/ITE_200605/1A_nuovo%20ite.pdf) consultato il 2/3/2010 alle ore 12:29).

Stesso processo è avvenuto per la razza Frisona in cui attualmente si seleziona assegnando un rapporto tra produzione e funzionalità nell'indice di selezione (PFT) di 49/51 (Biffani et al., 1992).

## Anatomia e fisiologia della mammella nel bovino (cenni).

La mammella del bovino è una ghiandola tubulo alveolare composta (a secrezione merocrina per i protidi ed apocrina per i lipidi) deputata alla produzione di latte.

La cute che riveste la mammella è delicata e provvista di peli molto radi, più resistente a livello del capezzolo; nel sottocute corrono vasi sanguigni molto importanti, soprattutto nella femmina in lattazione.



**Figura 1** - Tessuto mammario secernente (Banks W.J. Istologia e Anatomia microscopica Veterinaria)

Il capezzolo ha forma cilindrica e lunghezza variabile, è rivestito da cute spugnosa ed al suo apice appare un ilo, il poro lattifero, sbocco del condotto secretore che è circondato da tessuto connettivo riccamente vascolarizzato e da cellule muscolari lisce.

Il peso della mammella è sostenuto dai legamenti sospensori mediani e laterali, tra questi legamenti si formano delle strutture atte ad impedire lo schiacciamento delle formazioni alveolari. La mammella, nella vacca, è costituita da quattro quarti i quali, a loro volta, sono costituiti da una ghiandola mammaria divisa in lobi, a loro volta organizzati in lobuli separati fra loro da setti di tessuto adiposo e connettivo. Nei lobuli una sottile trama di tessuto connettivo costituisce lo stroma degli alveoli e dei condotti alveolari. Gli alveoli rappresentano la parte attiva della ghiandola. Essi sono formati da cellule cubiche secernenti al cui esterno si organizzano degli elementi mioepitelioidi dotati di numerosi prolungamenti: le cellule a canestro. Queste cellule avvolgono gli alveoli in una struttura reticolata continua che, con la contrazione, favorisce l'espulsione del secreto (Bruni e Zimmerl, 1954). Le mammelle sono vascolarizzate dalle due arterie pudende esterne che, alla base della ghiandola, formano le arterie mammarie craniale e caudale.

Le vene delle mammelle sono radicate nel sottocute, nel capezzolo e nel corpo ghiandolare. Si portano nella parte periferica della base della mammella dove creano numerose anastomosi con le vene addominali sottocutanee e con la vena perineale, dando origine al cosiddetto circolo venoso; la vena mammaria caudale,

che è la più rappresentativa, si estende centralmente fino ad entrare nell'addome dove si approfonda e sfocia nella vena toracica.

Alla nascita, la mammella ha una struttura del tutto rudimentale, è costituita dai capezzoli, dotti papillari, cisterne ed alveoli; nel periodo della pubertà il suo sviluppo segue quello del resto del corpo in modo armonico, mentre con l'inizio dell'attività ciclica-ovarica, la ghiandola va incontro ad un accrescimento di tipo allometrico (superiore a quello del resto del corpo) influenzato dai cicli estrali.



**Figura 2** - Apparato mammario improduttivo di una manza (da <http://Inx.elgabiano.it>)

Ogni ciclo apporta un lieve sviluppo della mammella, fino all'età di 36 mesi. Il massimo sviluppo si osserva durante la gestazione, periodo in cui il tessuto adiposo mammario viene gradualmente sostituito dalle strutture secernenti (dotti ed alveoli) All'inizio della gestazione, questa transizione è lenta, per aumentare gradualmente fino al momento del parto.

Anche nella prima fase della lattazione, questo sviluppo continua lentamente, infatti, i dotti e gli alveoli aumentano mediamente del 10%.

Gli ormoni che contribuiscono allo sviluppo mammario sono: Estrogeni, Prolattina, GH (Ormone Somatotropo), Progesterone e Lattogeno Placentare. Si descrivono quindi qui di seguito questi ormoni.



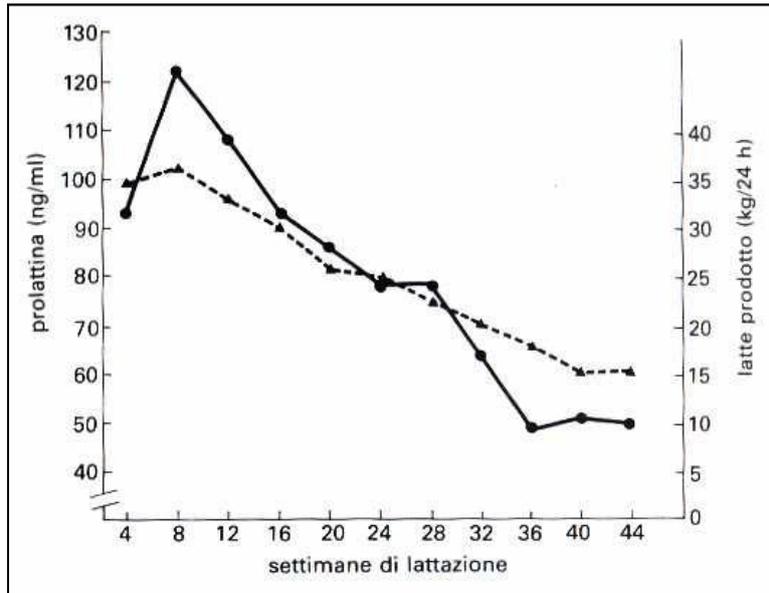
**Figura 3** - Legamento sospensore posteriore e vascolarizzazione mammaria di una mammella in produzione. (da <http://domobruna.it/>).

Estrogeni: vengono considerati indirettamente fattori di crescita della mammella, in quanto sembrano indurre un accumulo di recettori per altri ormoni come la Prolattina ed il Progesterone.

Progesterone e Prolattina: sono responsabili della replicazione cellulare.

Lattogeno Placentare: contribuisce allo sviluppo della mammella, durante la gestazione, attraverso la formazione di somatomedine (ruolo ancora da definire).

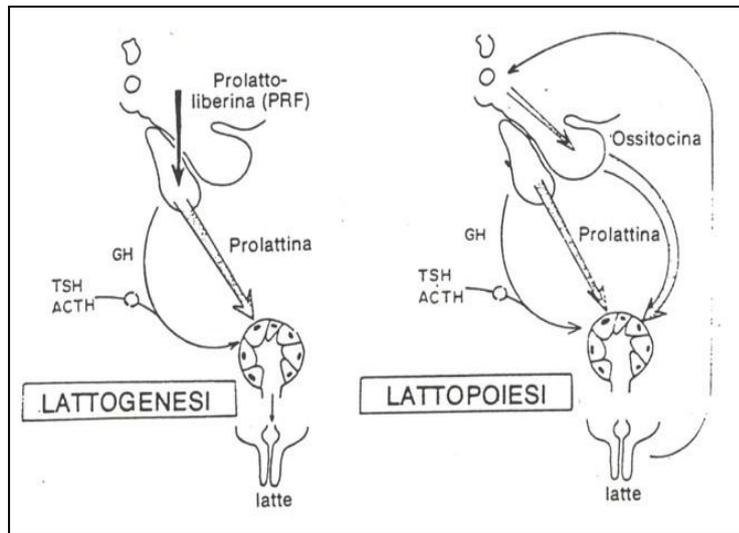
GH o ormone somatotropo: contribuisce allo sviluppo delle strutture lobulo-alveolari.



**Figura 4** - Incidenza degli ormoni durante la lattazione (da Aguggini et al. 1998)

### Rilascio del latte

Con il termine lattogenesi si definisce un processo di differenziazione attraverso il quale le cellule alveolari mammarie acquisiscono la capacità di secernere latte. In questo processo sono coinvolti molti ormoni tra cui il progesterone che ha un ruolo inibitorio sulla lattogenesi poiché limita la secrezione di prolattina. La caduta dei livelli ematici di questo ormone alla fine della gravidanza costituisce uno dei maggiori segnali per l'avvio della sintesi del latte. Il Progesterone inibisce anche la sintesi delle alfa-lattoalbumine, e di conseguenza, del lattosio; in tale situazione viene impedito il passaggio di acqua all'interno della cellula secernente e viene inibita la sintesi del latte.



**Figura 5 -** Lattogenesi e lattopoiesi (da Ruckebusch et al. 1986)

Durante il corso della lattazione si possono distinguere tre periodi:

- *Fase colostrale*: si presenta subito dopo il parto, è caratterizzata dalla produzione di colostro e permane per 3-5 giorni. Dopo la prima mungitura le caratteristiche del colostro iniziano a cambiare, fino a raggiungere quelle del latte nell'arco di qualche giorno.

Il colostro differisce dal latte perché contiene un tenore più alto in proteine, grasso, sodio, cloruro ed un più basso livello di lattosio, potassio ed acqua. La differenza più importante tra latte e colostro è il diverso contenuto in immunoglobuline che nel colostro sono enormemente più abbondanti ed assumono un'importanza capitale nella sopravvivenza del vitello. E' ormai noto da molti anni che i cuccioli dei mammiferi crescono stentatamente se non assumono il colostro nelle prime ore di vita

[http://www.tecnologiedibenessere.com/Colostro/Colostro\\_intro.html](http://www.tecnologiedibenessere.com/Colostro/Colostro_intro.html)

[consultato il 10/2/2011](#) alle ore 14:26).

Nei neonati le immunoglobuline vengono assorbite attraverso la via linfatica perché i villi intestinali e gli spazi intracellulari non sono ancora adesi e permettono quindi il passaggio e l'assorbimento delle immunoglobuline tal quali senza che sia necessaria la loro scomposizione in amminoacidi.

In tal modo il neonato viene immunizzato contro i patogeni presenti in allevamento. E' infatti una pratica fortemente sconsigliata quella di spostare animali gravidi in un nuovo allevamento durante l'ultimo mese di gestazione, in quanto la madre non riesce a produrre immunoglobuline contro i patogeni presenti nel nuovo ambiente e quindi il piccolo non viene immunizzato e sarà più suscettibile all'attacco dei patogeni.

- Aumento della produzione lattea: nel periodo compreso tra il 5° ed il 60°-90° giorno di lattazione.
- Calo della produzione lattea: va dal 60°-90° giorno di lattazione fino al momento di messa in asciutta dell'animale. In questa fase si ha un lento e progressivo calo di produzione.

Il latte è costituito da una soluzione acquosa di sali, carboidrati ed altri composti fra cui globuli lipidici in emulsione ed una miscela di proteine in dispersione colloidale. Le proteine del latte hanno un altissimo valore biologico poiché contengono tutti gli aminoacidi essenziali. Tra le proteine, le caseine sono tipiche della secrezione della mammella e pertanto nell'organismo animale si ritrovano solo nel latte.

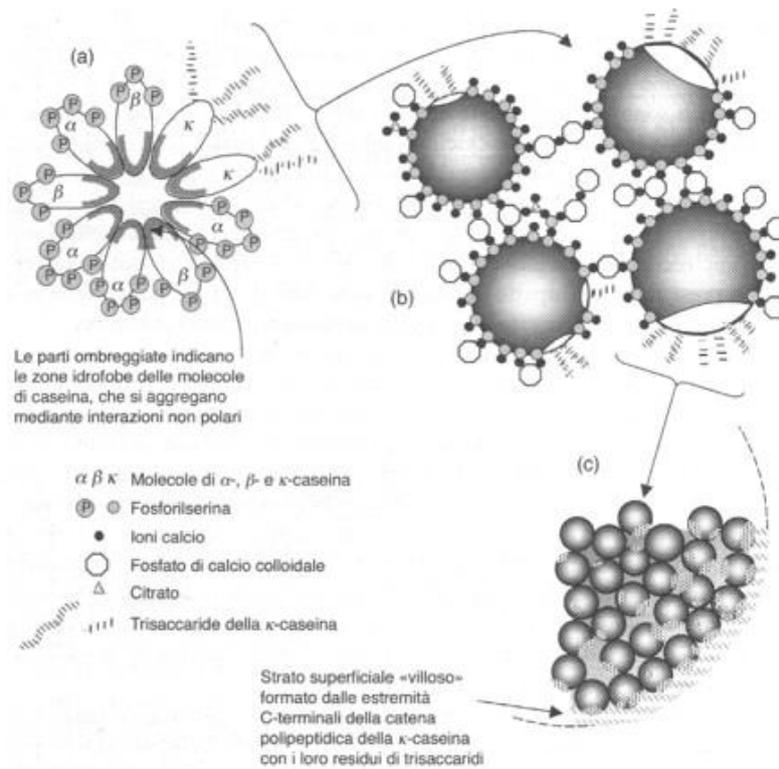
Il latte bovino contiene l'88% di acqua, dal 3 al 3.5% di proteine, dal 3 al 3.5% di grasso, il 5% di lattosio e lo 0.5% di ceneri. I lipidi sono quelli che, nel corso della

Costituenti	Giorni dopo il parto		
	0	3	5
Residuo secco	220	100	100
Lattosio	45	90	100
Lipidi	150	90	100
Minerali	120	100	100
Proteine			
Caseina	210	110	110
Albumina	500	120	105
Globuline	3500	300	200
Vitamine			
A	600	120	100
Carotene	1200	250	125
E	500	200	125
Tiamina	150	150	150
Riboflavina	320	130	110
Acido pantotenico	45	110	105

**Tabella 1** - Componenti del colostro e latte bovino (da Cunningham 2006)

lattazione, subiscono le maggiori variazioni quali-quantitative. Il lattosio è un disaccaride formato da glucosio ematico e galattosio (Roskoski, 1997) e un importante precursore del glucosio è il propinato.

Il lattosio, nell'organismo animale, si trova esclusivamente nella mammella, per cui si suppone ragionevolmente che venga sintetizzato esclusivamente in questa sede e, solo in casi particolari, quali in caso di uno stato patologico mammario (mastite), si trova lattosio nel circolo ematico. In tale situazione è possibile che questo zucchero venga riassorbito dalla mammella e venga riversato nel torrente circolatorio.



**Figura 6** - Composizione delle micelle di caseine (da: Coultate T. La Chimica degli Alimenti - Zanichelli)

Infine, nel latte, sono presenti i sali minerali suddivisi in due categorie: i macroelementi (Calcio, Magnesio, Sodio, Potassio Cloro) ed i microelementi (Rame, Ferro, Zinco, Manganese, Cobalto, Fluoro, Selenio, Iodio ecc.). I sali di calcio sono i più abbondanti e presenti in forma solubile solo per il 25%, la restante quota è legata a caseinati, fosfati, citrati ecc... Inoltre, nel latte sono presenti anche tutte le vitamine.

In sede mammaria il latte è stoccato nel lume degli alveoli, nei piccoli e grandi dotti ed all'interno della cisterna. Prima della mungitura il latte è stoccato nei piccoli dotti e negli alveoli per una quota del 40% circa, la restante parte si trova nei grandi dotti e nella cisterna. Quest'ultima struttura è il punto di massima

raccolta e viene anche chiamata spazio morto mammario in quanto non è una struttura secernente. Questo spazio non ha una grandezza fissa ma, essendo presenti fibre muscolari ed elastiche nei dotti e negli alveoli, la dimensione dipende dal tono muscolare e dal grado di tensione delle fibre elastiche. Subito dopo la mungitura, con il procedere della sintesi, il latte viene accumulato inizialmente negli alveoli e nei dotti più piccoli, successivamente viene spinto fuori dagli alveoli ed affluisce nei grandi dotti e nella cisterna. Il successo della lattazione dipende sostanzialmente dai due processi di secrezione ed eiezione. Il latte viene espulso dalla ghiandola mammaria grazie ad un riflesso neuro-endocrino. La deformazione dei recettori capezzolari, determinata dalla suzione o dalla mungitura, provoca l'insorgenza di impulsi nervosi che vengono trasmessi attraverso i nervi mammari fino all'ipotalamo, sede di sintesi dell'ossitocina. Essa si lega alla specifica proteina di trasporto e si trasferisce all'ipofisi che costituisce il luogo di stoccaggio di quest'ormone. Quando si rende necessario, l'ipofisi rilascia l'ossitocina nel torrente circolatorio mediante escitosi, e in poco più di 20 secondi l'ormone si lega ad una  $\beta$ -globulina plasmatica e raggiunge la mammella. Sotto l'azione dell'ossitocina, gli alveoli vengono compressi dal tessuto mioepiteliale ed il latte viene spinto verso i dotti più grandi. Queste contrazioni determinano un aumento della pressione endomammaria che non raggiunge quasi mai un livello tale da vincere la resistenza dello sfintere capezzolare. L'immissione in circolo di ossitocina può essere indotta anche da stimoli visivi ed acustici (ad esempio il rumore dell'impianto di mungitura) che, recepiti dall'animale determinano lo stimolo al momento della mungitura (impulsi di origine corticale).

Infatti fattori stressogeni che determinano un aumento delle catecolamine, provocano una riduzione della liberazione di ossitocina e di conseguenza un'inibizione del legame tra ormone e recettori che rende inutile addirittura la somministrazione di ossitocina esogena. Quindi, per ottenere l'eiezione latte, non è sufficiente l'aumento della pressione endomammaria (tranne in casi particolari quali l'eccessivo intervallo tra mungiture) ma è indispensabile applicare una pressione superiore alla sua resistenza. Ciò si ottiene con la suzione del vitello o la stimolazione del prendi-capezzolo della macchina mungitrice. Dopo una poppata o una mungitura, nella mammella rimane una minima quantità di latte al quale è stato dato il nome di latte residuale. (Aguggini e coll., 1998).

### Biochimica e meccanismo d'azione dell'ossitocina (cenni).

L'ossitocina è un ormone proteico la cui struttura polipeptidica, relativamente semplice, è costituita da nove amminoacidi. Il peso molecolare è 1.007 ed il punto isoelettrico è a pH 7.7. (Lehninger e coll., 1975).

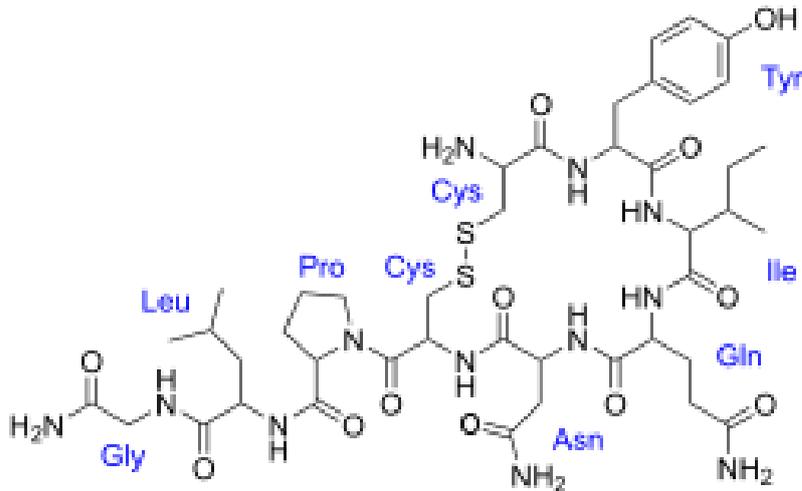


Figura 7- Struttura molecolare dell'ossitocina con sequenza amminoacidica

Come già accennato, le stimolazioni capezzolari, visive ecc... vengono trasmesse all'ipotalamo che rilascia l'ossitocina. Essa si lega alla specifica proteina e dal luogo di sintesi si trasferisce alla neuro-ipofisi, dove viene stoccata. Mediante un processo di esocitosi, l'ossitocina viene rilasciata dall'ipofisi nel torrente circolatorio e da qui essa arriva alla mammella.

L'ossitocina ha un tempo di emivita molto breve, infatti, in circa quattro minuti si degrada. In questo periodo di tempo, gli alveoli, avvolti dal tessuto mio-epiteliale, vengono compressi ed il latte viene spinto verso i dotti più grandi. Nonostante l'ossitocina venga immessa in circolo proporzionalmente alla stimolo ricevuto, la sua concentrazione appare estremamente variabile da animale ad animale e in funzione dello stadio di lattazione.

### **Velocità di mungitura e riforma degli animali**

Con il termine inglese "milkability" e italiano "mungibilità" si definisce la capacità degli animali a rilasciare velocemente e completamente il latte. Negli ultimi anni maggiore attenzione è stata rivolta a questo carattere che è diventato un fattore determinante nella gestione della mandria. Lo studio delle curve di emissione del latte è un mezzo semplice e rapido per una prima valutazione dei principali punti critici del processo di mungitura

(<http://www.superbrown.it/dati/ContentManager/files/Mungibilit%C3%A0-Melkbarkeit-Milkability.pdf> consultato il 9/3/2010 alle ore 12:57).

La milkability è stata definita, da alcuni Autori, come il parametro più importante, dopo la produzione di latte e di grasso, nell'influenzare il reddito dell'allevatore (Meyer e Bursnide, 1987) e conseguentemente il tasso di riforma (Bagnato e al., 2003).

L'eliminazione degli animali, dovuta alla loro eccessiva lentezza nel rilasciare il latte, avviene generalmente nel corso della prima lattazione, determinando una

notevole perdita economica per l'azienda che non ammortizza i costi sostenuti per allevare la manna. Altri parametri usati per valutare la milkability includono le misure di flusso come: Flusso Massimo (MMF) e Flusso Medio (AVGF) (Guler e al., 2009). Un incremento di MMF e AVGF, associato ad una riduzione del Tempo Totale di Mungitura (TMT), porta ad una riduzione del lavoro in sala di mungitura e ad un aumento dell'efficienza del sistema automatico di mungitura (Dodenhoff e al. 1999b). L'associazione fra TMT, cellule somatiche (SCS) e mastite clinica (CM) è controversa (Gray et al. 2010). Alcuni Autori hanno evidenziato che alti livelli di SCS, risultano essere associati ad un rapido rilascio di latte sia quando la valutazione della velocità di rilascio è di tipo soggettivo, come il parere dell'allevatore che classifica le vacche come veloci o lente (Lund e coll.,1994; Boettcher e coll., 1998), sia quando è di tipo strumentale, per esempio con l'utilizzo di apparecchiature elettroniche: cronometri, flussometri ecc... (Zwald e coll., 2005).

Altri Autori hanno rilevato una relazione simile tra TMT ed SCS, la quale però, non sembra essere correlata ad una maggiore o minore incidenza di Mastite (Rupp e Boichard 1999). Infine, in letteratura si riporta anche che, un incremento della velocità di mungitura , risulta essere significativamente associato ad un valore minore di SCS (Wiggans e coll., 2007).

## **Metodi di rilevamento della velocità di mungitura**

Diversi sono i metodi per il rilevamento della velocità di mungitura. Qui di seguito si descrivono i più comuni.

### Sondaggio

In Italia attualmente è il metodo più comunemente utilizzato per rilevare la velocità di mungitura e per alcune razze, tra cui la Frisone Italiana, è oggi il metodo considerato ufficiale. Il controllore dell'Associazione Provinciale Allevatori (APA), in occasione della visita in azienda per eseguire i controlli funzionali, chiede all'allevatore di segnalare quali sono gli animali lenti in mungitura rispetto alla media aziendale. Il dato viene quindi trasmesso all'Associazione Nazionale Allevatori (ANA) di Razza competente che a partire da questi dati calcola il valore genetico degli animali per il carattere mungibilità. In alcuni casi, lo stesso tipo di informazione viene rilevato dai tecnici delle ANA in occasione delle valutazioni morfologiche aziendali. La prerogativa di questo tipo di rilevamento è che richiede limitate risorse umane ed economiche in quanto riesce a sfruttare la rete di raccolta di dati funzionali e morfologici già organizzata per la raccolta di informazioni relative ad altri caratteri (produttivi e/o morfologici).

Purtroppo però esistono alcuni limiti legati a questo metodo di raccolta dati per la mungibilità. Innanzitutto il carattere viene rilevato solo relativamente a 3 possibili livelli (vacche lente, normali e veloci in mungitura).

Inoltre la raccolta dati è di tipo soggettivo poiché legata alla sensibilità dell'allevatore. Non sempre infatti è semplice discernere fra tempo di mungitura e quantità di latte prodotta (vacche normali che producono molto potrebbero essere indicate come lente), il personale di stalla potrebbe essere impreparato (con conseguente raccolta di dati imprecisi) e allevatori poco sensibili al problema possono rispondere frettolosamente e in modo impreciso. Tutto questo genera una bassa qualità dei dati raccolti.

Ciò nonostante, è bene precisare che la raccolta soggettiva di informazioni relativamente alla mungibilità permette di rilevare questo carattere per un numero molto elevato di bovine e questo, dopo la correzione per il livello medio aziendale, permette in parte di fronteggiare i limiti sopra esposti.

#### Misurazione con il cronometro

Tecnica poco impiegata anche se ha il vantaggio di essere meno soggettiva delle rilevazioni ottenute con il sondaggio. Anche con il cronometro si possono ottenere elevate quantità di dati con un impiego di risorse umane ed economiche limitate. Ovviamente il tempo di mungitura dipende dalla produzione di latte e pertanto il rilevamento con il cronometro solitamente viene effettuato contemporaneamente alla misurazione della produzione di latte in modo da poter associare le due informazioni in un unico parametro.

Con questo tipo di misurazione è possibile anche valutare i tempi morti della mungitura (mungitura a vuoto) che non dipendono dall'animale ma dal mungitore. A svantaggio di questa metodica, come con il metodo precedente, anche con il cronometro è possibile rilevare esclusivamente informazioni per la velocità media di emissione del latte, con una misura che potremmo definire flusso medio. Per migliorare l'efficienza di questo metodo, si possono però adottare alcuni accorgimenti. Tra questi indubbiamente l'applicazione di una procedura di rilevamento estremamente rigida potrebbe garantire che misurazioni effettuate da operatori diversi possano essere confrontabili tra loro. Altra strategia utile sarebbe quella di evitare di assegnare l'incarico di misurazione agli allevatori o ai controllori APA occupati con le operazioni normali di mungitura o con la rilevazione dei controlli funzionali. L'adozione di questi accorgimenti ovviamente implica costi supplementari, determinando di conseguenza un minor numero di rilevazioni raccolte.

#### Rilevazione con lo strumento Lactocorder

Lo strumento *Lactocorder* è un flussometro elettronico che permette di rilevare una serie di informazioni che descrivono le curve di emissione del latte durante la mungitura.

In commercio esistono due tipi di lattoflussometri :

- Fissi: normalmente presenti nei lattometri elettronici che misurano, in maniera distinta, la quantità di latte prodotta ed il tempo di mungitura, con contemporanea elaborazione dei dati.

- Portatili: progettati appositamente per misurare la forma ed il tipo di curva di emissione del latte.



**Figura 8 - Lactocorder e lactocorder in stazione**

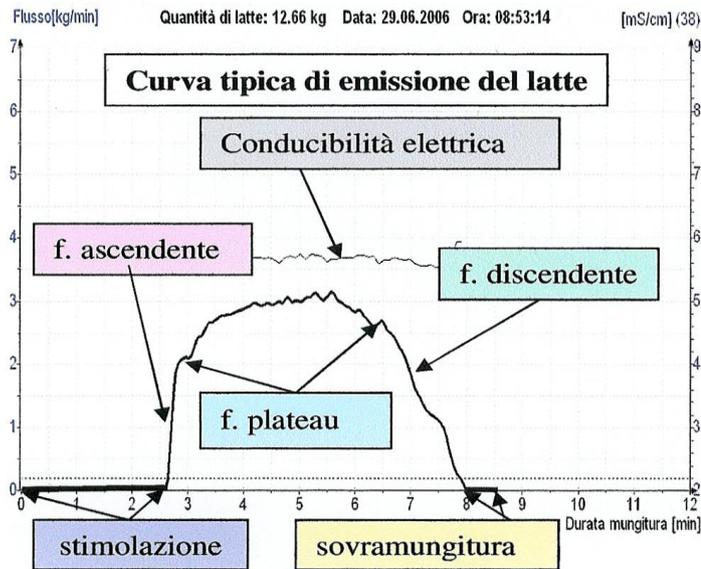
Il lattoflussometro portatile è costituito da:

- un tubo di ingresso del latte;
- una camera per dividere il latte dall'aria;
- un filtro del latte;
- una camera di conta costituita da elettrodi che misurano, ad intervalli regolari, la quantità di latte presente nella camera;
- un elaboratore che detta gli intervalli di misurazione ed aggrega i dati;
- un tubo di uscita;
- un display per la visione dei dati da parte dell'operatore.

Il lattoflussometro rileva dati precisi della curva di emissione del latte in modo oggettivo ed permette di tracciare la curva di emissione lattea nelle varie fasi della mungitura. Più precisamente, questo strumento misura il flusso, la produzione, la conducibilità elettrica e la temperatura del latte, con rilevazioni ad intervalli di 0.7 secondi. Generalmente le misurazioni sono registrate ogni 2,8 secondi. Inoltre lo strumento permette di memorizzare informazioni generali della bovina quali per esempio la matricola, il codice aziendale, l'eventuale codice a barre, lo stadio di lattazione, la data e l'orario di mungitura ecc.).

Il flussometro suddivide il periodo di mungitura in 5 fasi (figura 8):

- Fase Ascendente (AT): periodo che inizia quando il flusso di latte supera 0.5 kg/min e termina con l'inizio del Tempo di Plateau (TP);
- Tempo di Plateau (TP): periodo in cui il flusso di latte è costante.
- Fase di Declino (DT) o Discendente: periodo che intercorre tra la fine del TP e il momento in cui il flusso di latte scende a dosi inferiori di 0.2 kg/min
- Mungitura a vuoto (OT): periodo alla fine della mungitura in cui il flusso di latte è minore di 0.2 kg/min e termina con la rimozione del prendi capezzolo.
- Sgocciolatura (ST): periodo, alla fine della mungitura, in cui il flusso di latte è maggiore di 0.2 kg/min per almeno 4.2 sec.



**Figura 9** - Curva di emissione latte calcolata con Lattocorder (da Zucali M. et al 2008)

Con i parametri raccolti è possibile tracciare la curva di emissione del latte che può presentare due tipo di flusso, normale o bimodale (BIM). Altre parametri rilevati sono il flusso massimo (MMF) ed il flusso medio (AVGF) di mungitura. Il MMF viene definito quale flusso massimo di emissione che si verifica nel periodo di tempo che intercorre tra la fine della fase AT e fino alla fine della fase TP.

Poiché il *Lactocorder* è uno strumento di misurazione elettronico, la corretta manutenzione e gestione dello stesso è basilare per una raccolta dati precisa. Tra le procedure basi da seguire ricordiamo la pulizia dello strumento, la periodica taratura e la preparazione tecnica dell'addetto alla misurazione.

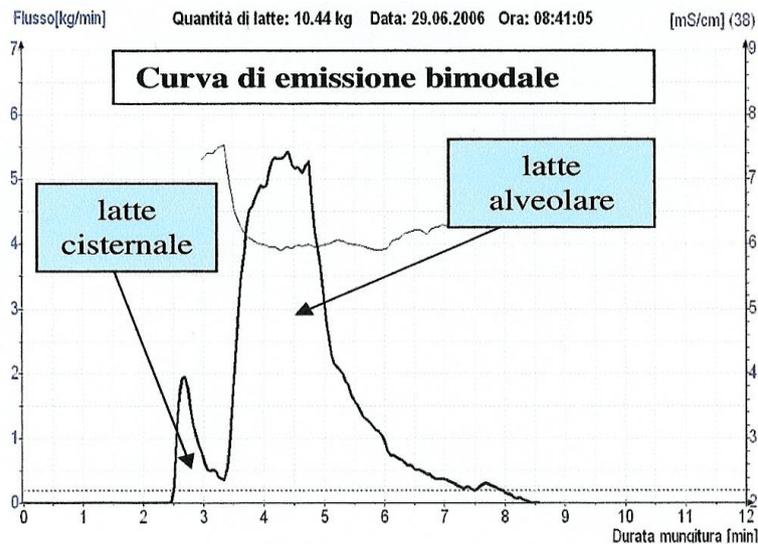
L'impiego di lattoflussometri presenta però il grosso svantaggio legato all'ingente impegno economico legato sia alla spesa iniziale per l'acquisto dello strumento, sia al costo di formazione di tecnici per i rilevamenti e sia ai costi di manutenzione della macchina.

Per questo motivo, attualmente in Italia, l'uso di lattoflussometri è limitato ai soli tecnici ANA di razza e generalmente le APA non dispongono di tale strumento di misurazione. Quindi i rilevamenti vengono eseguiti da tecnici delle ANA che controllano gli allevamenti su tutto il territorio nazionale. Questo determina di conseguenza un non completo allineamento tra i dati rilevati dai tecnici dei due tipi di associazioni allevatori e complica quindi l'analisi congiunta degli stessi.

## **Bimodalità**

Per curva bimodale si intende una curva di emissione del latte caratterizzata dalla presenza di due picchi di emissione, dovuti all'eiezione ritardata del latte alveolare rispetto all'emissione del latte della cisterna mammaria. La cosiddetta bimodalità (BIM) è una caratteristica molto interessante, legata ad importanti aspetti fisiologici della bovina, ed è possibile rilevare tale informazione esclusivamente con l'ausilio di lattoflussometri. Si ritiene che la presenza di BIM sia legata a effetti negativi in mungitura per maggiori tempi di TMT, che provochi un tempo eccessivo di impiego di macchine mungitrici (Bruckmaier e Blum, 1996) e che sia generalmente legata negativamente agli altri parametri di flusso di latte (Sandrucci e coll., 2007; Ambord e Bruckmaier, 2009). In letteratura si riporta che molto spesso curve bimodali sono dovute alla preparazione non corretta della mammella prima della mungitura e quindi a conseguenti problemi sanitari della stessa (Sandrucci e coll., 2007; Zucali et coll. 2008).

In letteratura le ricerche a livello fenotipico riportano che la presenza di BIM è associata a TP molto ridotti e ad ingenti incrementi di DT e AT. In particolare AT risulta in tempi maggiori rispetto ai flussi normali, la curva di emissione presenta andamento anomalo con un aumento all'inizio, un picco e poi un calo associato successivamente a un nuovo aumento di produzione fino a raggiungere il TP [http://users.unimi.it/animal\\_research/SA/wp-content/uploads/Lactocorder-2005.pdf](http://users.unimi.it/animal_research/SA/wp-content/uploads/Lactocorder-2005.pdf) (consultato il 16/2/2011 alle 14:27).



**Figura 10** - Emissione bimodale calcolata con Lattocorder (da da Zucali M. et al 2008).

Incrementi di AT e DT con calo di TP, sono correlati fenotipicamente a livelli significativamente più alti di SCS (Sandrucci e coll., 2007; Tambirini e coll., 2010) e ad un progressivo e significativo peggioramento delle condizioni del capezzolo nel corso della lattazione rispetto ad animali che hanno TP più lungo ed AT e DT inferiori (Zucali e coll. 2009).

La presenza di BIM è risultata avere un valore di ereditabilità pari a 0.50 (Samoré et al., 2011). Inoltre correlazione forte e negativa fra BIM e TP (-0,75) e forte e positiva fra BIM e AT (0,85) e fra BIM e DT (0,58) risultato che sembra confermare quanto riportato, fino ad oggi, a livello fenotipico.

Non si è a conoscenza di ricerche sulla BIM condotte a livello genotipico di questo carattere precedenti il lavoro eseguito a partire dallo stesso campione di dati da Samoré et al. (2011).

In base ai risultati di questo studio, la consistente componente genetica di BIM e i

suoi legami genetici con caratteri del flusso di mungitura, produttivi e sanitari, suggeriscono che la sua eventuale inclusione nei programmi di selezione delle razze bovine da latte Frisona e Bruna, potrebbe essere di particolare interesse.

### **La mungibilità nella selezione genetica**

Nelle due razze principali di bovini da latte in Italia le strategie di selezione della mungibilità sono al momento diverse e legate soprattutto alle tipologie di raccolta dei dati in azienda.

Per la razza Frisona, la selezione eseguita con l'indice di selezione PFT assegna un peso sostanziale alla mammella (Interbull, 1996) con un peso del 13% assegnato all'indice complessivo mammella (Biffani e coll., 2002). La mungibilità non è inclusa nell'PFT ma viene selezionata con un indice per la mungibilità calcolato per i tori a partire dalle rilevazioni soggettive raccolte in azienda sulle loro figlie (<http://www.anafi.it/Index.htm> consultato il 15/02/2011 alle ore 11:40).

Nel caso della razza Bruna in Italia invece l'indice di selezione attualmente in uso è il cosiddetto ITE, aggiornato nel 2006, con un maggior peso ai caratteri funzionali e morfologici

([http://www.anarb.it/Ricerca\\_ValGen/Sistema\\_ValGen/ITE\\_200605/1A\\_nuovo%20ite.pdf](http://www.anarb.it/Ricerca_ValGen/Sistema_ValGen/ITE_200605/1A_nuovo%20ite.pdf) consultato il 13/9/2010 alle ore 14.46).

Anche in questa razza la mungibilità non entra nell'indice di selezione ma valutazioni genetiche per questo carattere vengono eseguite sulle informazioni del flusso medio a partire dai dati raccolti con lattoflussometri (Ghiroldi et al., 2005).

## **SCOPO DELLA TESI**

Scopo del lavoro è la stima e il confronto dei parametri genetici del carattere mungibilità misurato con lattoflussometri nelle due razze italiane di bovini da latte Bruna e Frisona Italiana.

## MATERIALI E METODI

### Raccolta dei dati

Le informazioni sono state raccolte nelle due razze italiane di bovini da latte Bruna e Frisona Italiana misurazioni oggettive relative alla velocità di mungitura, alla presenza di bimodalità e al picco massimo di lattazione. I dati sono stati rilevati generalmente, solo una volta nel corso della lattazione di ogni bovina. Lo strumento utilizzato per la misurazione oggettiva dei vari parametri della mungitura si chiama *Lactocorder*. Attualmente la diffusione di tale strumento è limitata e viene utilizzato generalmente da tecnici delle associazioni nazionali o da tecnici specializzati in assistenza tecnica delle associazioni regionali allevatori (ARA). In particolare i dati qui analizzati sono stati raccolti dai tecnici dell'ANARB nel caso della razza Bruna e da un esperto del servizio di assistenza tecnica della Regione Lombardia (SATA) nel caso della Frisona Italiana. La diversa tipologia di raccolta ha determinato di conseguenza una diversa numerosità e distribuzione dei campioni disponibili per le analisi nelle due razze. In totale sono stati quindi rilevati parametri di flusso di 4.007 mungiture di bovine di razza Frisona in 133 allevamenti negli anni 2001-2007 e di 66.874 mungiture di bovine di razza Bruna in 1.794 allevamenti nel periodo 1997-2008.

I caratteri relativi alla mungitura rilevati con un lattoflussometro, il *Lactocorder*, qui analizzati sono: la produzione di latte (MY misurata in kg); la durata della fase ascendente (AT in minuti e secondi); il tempo di plateau (TP in minuti e secondi);

la durata della fase decrescente (DT in minuti e secondi); la fase principale di mungitura (MMT data dalla somma di AT, TP e DT); il tempo totale della mungitura (TMT in minuti e secondi); il flusso massimo (MMF in kg/minuto); e il flusso medio (AVGF in kg/minuto).

Inoltre, sono stati estratti dagli archivi nazionali dei controlli funzionali di ogni razza informazioni relative alla concentrazione di cellule somatiche nel latte. Al fine di permettere una migliore analisi di tale parametro, la conta delle cellule somatiche (SCC) è stata trasformata in punteggio lineare (SCS) prima delle elaborazioni in base alla seguente formula (Wiggans and Shook, 1987):

$$SCS = \log_2 (SCC / 100) + 3$$

Le informazioni delle cellule somatiche derivano quindi da un archivio diverso da quello dei parametri del flusso di mungitura e non sempre la rilevazione delle cellule somatiche è stata eseguita nello stesso giorno di quella dei dati di flusso. Si è quindi proceduto all'estrazione del rilevamento delle cellule somatiche in data la più vicina a quella dei dati di flusso con un massimo di intervallo di tempo tra le due misurazioni di due settimane. Il limite di due settimane considera sia la classica tipologia dei controlli funzionali, che normalmente vengono eseguiti ogni 4 settimane, sia il possibile effetto dovuto ad anomalie di flusso o a problemi sanitari sul livello di cellule somatiche.

Oltre ai dati raccolti con lo strumento *Lactocorder* e alle informazioni relative alle SCS, i dati genealogici delle bovine sono stati estratti direttamente dai due Libri Genealogici della razza Bruna e Frisona in Italia per un totale di almeno tre generazioni di ascendenti.

### **Preparazione dei dati**

Generalmente i dati sono stati raccolti una volta sola per ogni bovina. Solo in pochi casi sono risultati dati di mungibilità ripetuti per le bovine (< 5% dei dati in entrambe le razze). Si è quindi proceduto all'eliminazione dei dati ripetuti e solo una rilevazione per ogni soggetto è stata utilizzata nelle successive analisi. Le mungiture successive al trattamento con ossitocina inoltre sono state eliminate dall'archivio per un ammontare di meno del 10% delle osservazioni nel caso della razza Bruna. Informazioni relative al trattamento con ossitocina non erano invece riportate nell'archivio dei dati di flusso della razza Frisona.

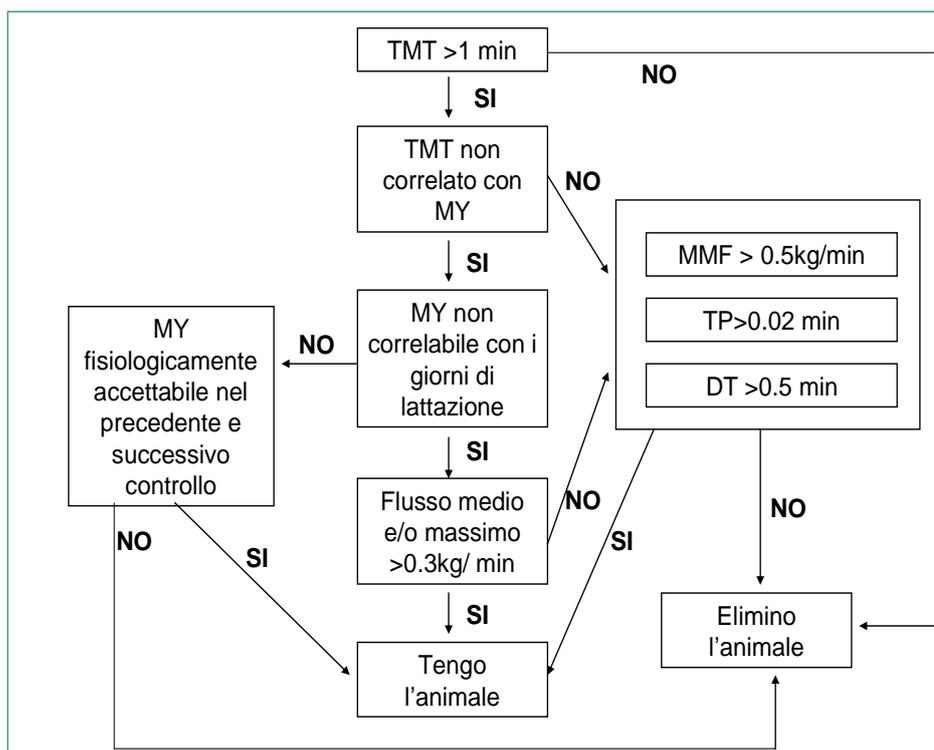
Infine la pulizia dei dati in base all'analisi congiunta dei parametri produttivi e di flusso ha portato all'eliminazione delle osservazioni non compatibili con la fisiologia degli animali. Tra i parametri considerati ricordiamo:

- produzione di latte minore di 2 kg nel periodo tra 60 e 90 giorni di lattazione;
- produzione di latte non correlabile ai giorni di lattazione (superiore a 20 kg dopo i 300 giorni di lattazione);
- tempo di mungitura inferiore ad un minuto;

- MMF inferiore a 0.5 kg/min;
- TP inferiore a 0.02 min;
- DT inferiore a 0.5 min.

Il flusso del processo di preparazione dell'archivio da analizzare è riassunto nella figura 11. La metodologia di preparazione dei dati è stata analoga in entrambe le razze con uguali limiti.

**Figura 11** - Editing dei dati in base a parametri di flusso e tempi (modificato da Gray et al. 2010)



I due archivi di dati analizzati includevano così 2.886 rilevazioni per la razza Frisona e 37.511 per la razza Bruna.

## Modello di analisi

Analisi specifiche sono state eseguite nelle due razze, Frisona e Bruna, a causa del diverso numero di dati e delle caratteristiche oggetto di interesse.

Per la razza Frisona Italiana, sono stati applicati 36 modelli lineari bivariati (*bivariate linear Animal Model*) fra tutte le possibili combinazioni dei seguenti caratteri: MY, MMF2, MMT, AT, TP, DT, TMT, MMF e SCS.

Nel caso della razza Bruna è stata invece utilizzata un'unica analisi di tipo multiple trait dei 7 seguenti caratteri: MY, SCS, MMF, AVGF, TP, DT e TMT. Quest'ultimo modello ha permesso di analizzare nella razza Bruna contemporaneamente tutti i caratteri di flusso, la produzione di latte e il contenuto in cellule e di calcolare la loro ereditabilità e tutte le correlazioni.

I modelli adottati sono stati in entrambi i casi dei modelli misti, che considerano cioè sia fattori fissi che fattori casuali, e di tipo *Animal Model* con l'inclusione delle relazioni di parentela note sia in linea materna che in linea paterna.

Il modello misto può essere scritto in termini matriciali come:

$$Y = X\beta + Zu + e$$

dove:  $Y$  è il vettore delle osservazioni per il carattere analizzato;  $X$  è la matrice di incidenza degli effetti fissi;  $Z$  è la matrice di incidenza relativa agli effetti casuali, in questo caso dell'animale;  $\beta$  ed  $u$  sono i vettori delle soluzioni per gli

effetti fissi e casuali ed  $e$ , infine, è il vettore dei residui.

Gli effetti casuali considerati sono stati, in entrambe le razze, l'effetto dell'animale e l'effetto residuo. Le varianze del modello si assume si distribuiscano in modo normale con distribuzione  $(0, A\sigma^2)$  nel caso dell'effetto additivo e con distribuzione  $(0, \sigma^2)$  nel caso dell'effetto residuo.

Gli effetti fissi considerati per la razza Frisona sono stati:

- ordine di parto: 2 livelli: 1 primipare, 2 secondipare e pluripare;
- allevamento: 5 gruppi di allevamenti di controllo;
- interazione anno-stagione del controllo: 17 livelli relativi a 4 stagioni definite (gennaio-marzo, aprile-giugno, luglio-settembre, ottobre-dicembre);
- mese di lattazione: 12 livelli;
- Presenza o assenza di bimodalità nel corso della mungitura: 2 livelli (assenza o presenza);
- momento di mungitura codificato in 2 livelli (mattino e sera).

A causa del ridotto numero di osservazioni per allevamento, gli allevamenti sono stati raggruppati in classi con la procedura FASTCLUS del pacchetto statistico del SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC) considerando come criterio il livello produttivo dell'allevamento.

Per la razza Bruna, gli effetti casuali inclusi nel modello sono stati, oltre all'animale e all'effetto residuo definiti come per la razza Frisona, l'effetto dell'interazione tra anno e mese di controllo le cui varianze si assumono anche in questo caso con distribuzione normale  $(0, \sigma^2)$ .

Gli effetti fissi per la razza Bruna sono stati:

- ordine di parto: 2 livelli (1 primipare, 2 secondipare e pluripare);
- allevamento: 1.592 livelli;
- giorni di lattazione: considerata come covariata nel modello;
- età degli animali al primo parto: mesi al primo parto considerati come covariata nel modello.

La significatività degli effetti da includere nel modello è stata verificata per entrambe le razze con la procedura GLM del pacchetto statistico SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

## RISULTATI

### **Analisi Descrittiva dei dati di flusso nelle due razze**

Frisona - Le informazioni relative all'archivio analizzato per la razza Frisona sono riportate nella tabella 1. Sia il valore medio di SCS ( $3,45 \pm 2,00$ ) che di MY ( $14,61 \pm 4,38$ ) sono in linea con le medie pubblicate ogni anno dall'ANAFI ed in linea con i valori riportati da Sandrucci et al. (2007) nella stessa razza. Così i parametri di flusso dell'archivio analizzato hanno valori medi in linea con Sandrucci et al. (2007). Un totale di 976 curve di emissione del latte presentano flusso di tipo bimodale che corrispondono al 33,8% dei casi con dati simili al 35,1% presentato da Sandrucci et al., (2007) per la stessa razza. Il valore medio di SCS è 3,45 con dati leggermente più elevati nel gruppo di animali che presentano andamento bimodale (3,54 rispetto a 3,40). In accordo con quanto trovato da Sandrucci e coll., (2007), animali con andamento bimodale risultano avere fenotipicamente in media AT più lungo, TP e DT più breve e TMT leggermente minore rispetto ad animali con rilascio normale. Il carattere MMF è leggermente più alto in animali con curve di flusso di tipo bimodale rispetto ad animali con emissione del latte a curva normale (4,12 vs 3,71).

**Tabella 1** - Medie e deviazioni standard dei vari caratteri analizzati per la razza Frisona Italiana sia sul totale delle osservazioni sia nelle due tipologie di flusso (normale o bimodale).

<i>Carattere</i>	<i>Sigla</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Tutte le obs. Media±SD</i>	<i>Andamento normale Media±SD</i>	<i>Andamento bimodale Media±SD</i>
Numero di osservazioni			2.886	1.910	976
Produzione di latte	MY	kg	14,61±4,38	15,13±4,39	13,60±4,18
Fase principale di mungitura	MMT	min sec	5,93±2,03	6,13±2,17	5,52±1,64
Fase ascendente	AT	kg/sec	0,86±0,44	0,66±0,33	1,26±0,33
Tempo di plateau	TP	min sec	2,18±1,60	2,55±1,66	1,46±1,17
Fase decrescente	DT	min sec	2,88±1,37	2,92±1,44	2,80±1,21
Tempo totale di mungitura	TMT	min sec	7,52±2,38	7,55±2,50	7,07±2,06
Flusso massimo	MMF	kg/min	3,85±1,10	3,71±1,12	4,12±1,14
Cellule somatiche	SCS	punteggio	3,45±2,00	3,40±2,01	3,54±1,95

Bruna - L'archivio della razza Bruna presenta medie e deviazioni standard dei vari caratteri come riportato in Tabella 2. Anche in questo caso i valori medi di MY ed SCS e di tutti i parametri di flusso sono simili a quanto pubblicato da Sandrucci e coll., (2007) nella razza Frisona.

**Tabella 23** - Medie e deviazioni standard dei vari caratteri analizzati per la razza Bruna.

<i>Carattere</i>	<i>Sigla</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Num.Totale osservazioni</i>	<i>Media±SD</i>
Numero di osservazioni			37.511	
Produzione di latte	MY	kg		11,85±3,62
Flusso massimo	MMF	kg/ min		3,21±1,00
Flusso medio	AVGF	kg/ min		2,10±0,63
Tempo di plateau	TP	min sec		2,21±1,67
Fase decrescente	DT	min sec		2,68±1,49
Tempo totale di mungitura	TMT	min sec		8,36±2,88
Cellule somatiche	SCS	punteggio		3,52±1,88

### Confronto tra le due razze

Come ci si aspettava, dal confronto delle due tabelle MY risulta essere superiore nella Frisona rispetto alla Bruna (14,61 vs 11,85), allo stesso tempo si riscontra un TMT nella razza Frisona decisamente più corto rispetto alla razza Bruna (7,52 vs 8,36). Analizzando questi due dati sembrerebbe quindi che la razza Frisona rilasci il latte molto più velocemente rispetto alla Bruna. Questo potrebbe essere legato alla tradizionale attitudine lattifera della razza che si conferma nei valori di MMF più alto nella razza Frisona rispetto alla Bruna (3,85 vs 3,21). Per quanto concerne i parametri di flusso possiamo vedere che il TP risulta essere abbastanza simile nelle due razze (2,18 vs 2,21), mentre il DT è leggermente più lungo nella razza Frisona (2,88 vs 2,68). Anche il valore di SCS risulta essere molto simile in entrambe le popolazioni (3,45 vs 3,52) anche se le differenze legate alla numerosità del campione e alla tipologia della raccolta dei dati potrebbero aver determinato tali valori.

### **Andamento dei parametri lungo la lattazione**

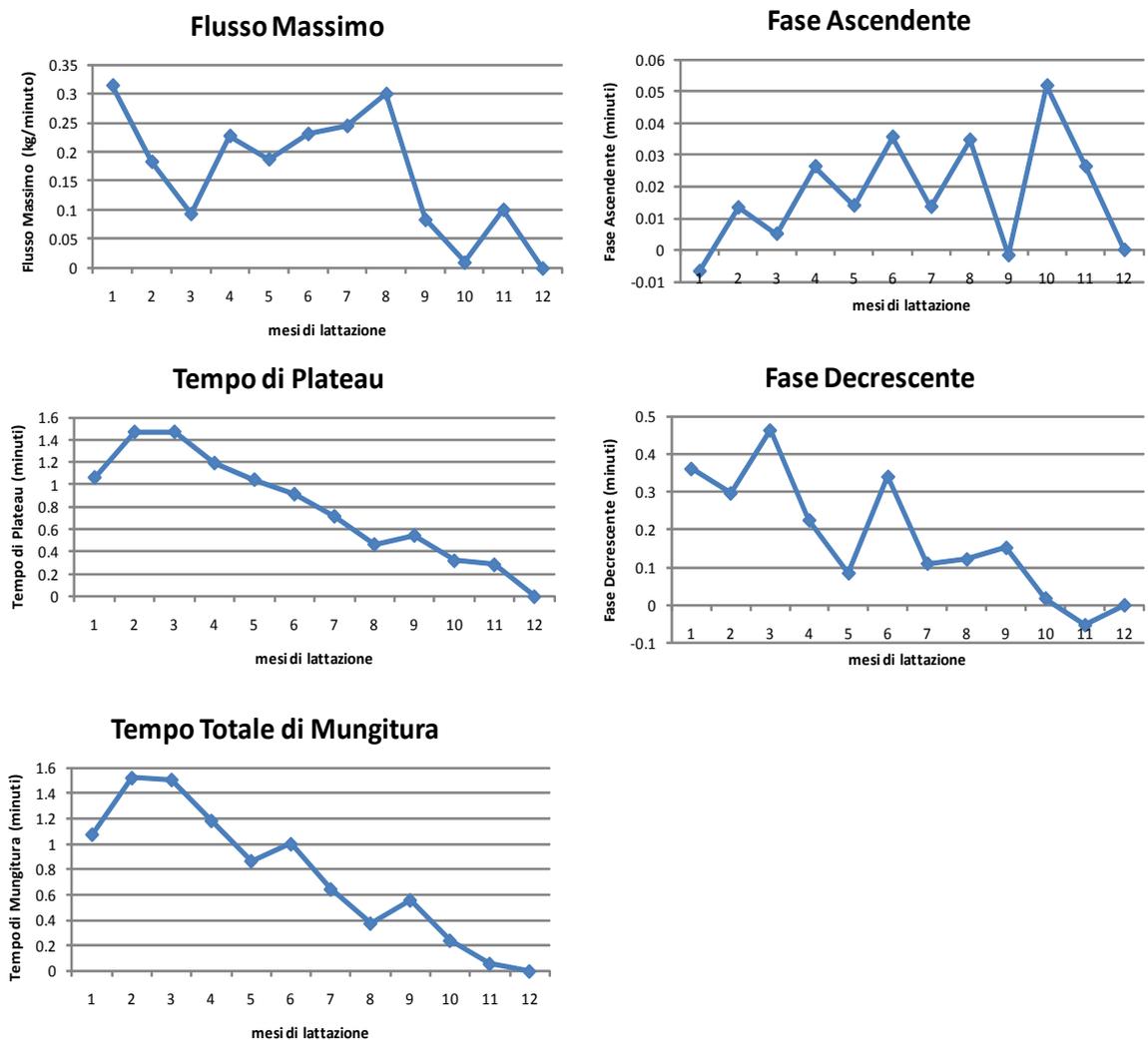
Nei grafici 1 e 2 sono riportati gli andamenti dei parametri di flusso nelle due razze di bovini da latte oggetto di studio al variare dello stadio di lattazione.

Il grafico 1 riporta l'andamento dei vari caratteri di flusso per i mesi di lattazione nella Frisona, mentre il grafico 2 riporta l'analogo andamento per i giorni di lattazione nella Bruna. In entrambe le razze si osserva un andamento simile a quella che è la fisiologica produzione di latte nel corso della lattazione. I tempi di

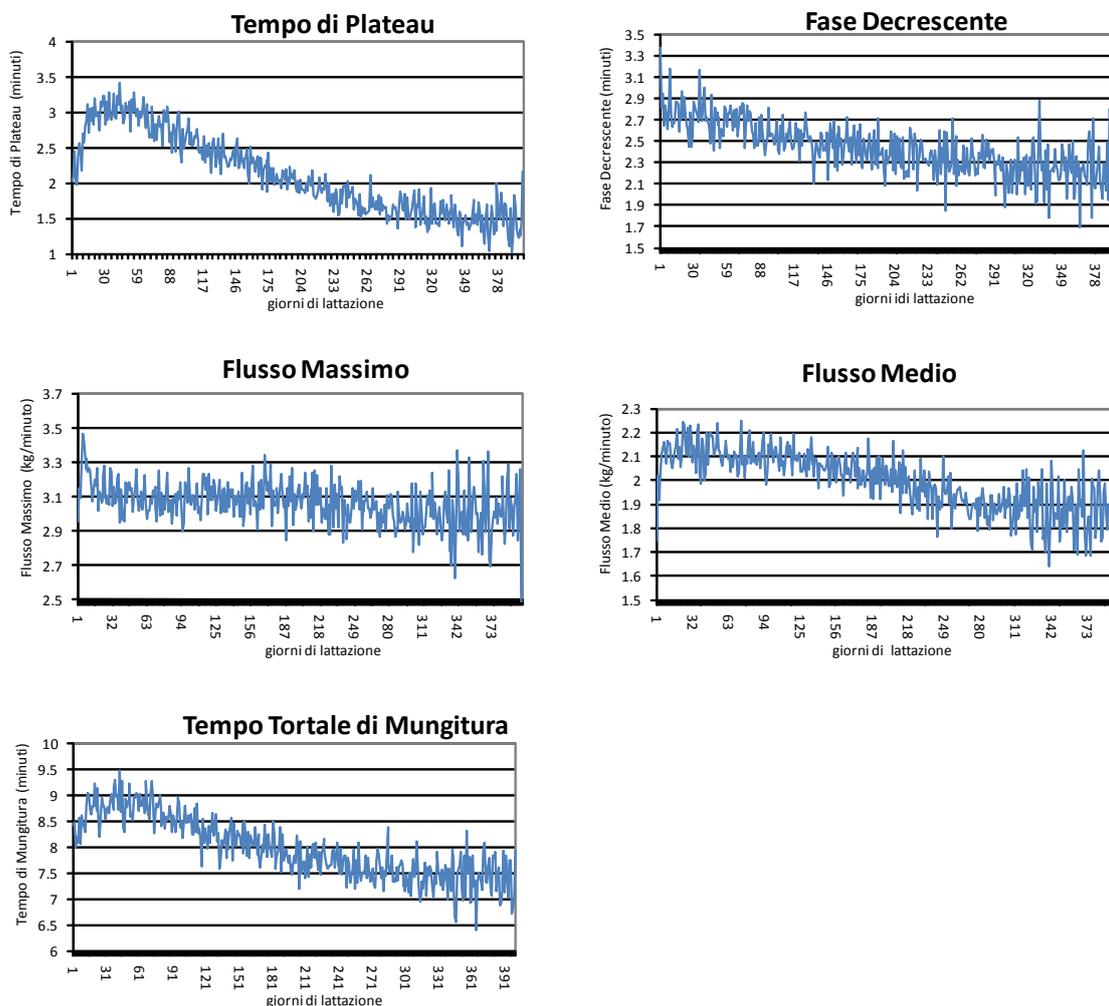
TP e TMT in entrambe le razze aumentano fino ai 60/90 giorni di lattazione per poi decrescere lentamente per tutto il resto di quest'ultima.

Andamenti altalenanti risultano invece per i tre caratteri legati alle fasi di mungitura o alla intensità di flusso : AT, DT e MMF..

**Grafico 1** - Andamento dei parametri di flusso all'aumentare dei giorni di lattazione nella Frisona (medie stimate).



**Grafico 2** - Andamenti dei parametri di flusso in funzione dello stadio di lattazione nella razza Bruna (medie fenotipiche).



## I parametri genetici

Frisona: In tabella 3 sono riportate le stime dei parametri genetici della razza Frisona Italiana. L'ereditabilità per il carattere MY (0,21) è leggermente inferiore rispetto a quanto rilevato da Muire coll. (2007) nella stessa razza e minore del valore di 0,30 utilizzato dall'ANAFI nel calcolo degli indici genetici.

Valori simili di ereditabilità per MY (0,20 mungitura del mattino e 0,22 mungitura della sera) sono stati riportati da Guler e coll. (2009) in un campione di animali di razza Frisona relativo a 1.267 mungiture in parte del mattino e in parte della sera. Le ereditabilità stimate per i parametri di flusso, sono comprese tra 0,06 (DT) e 0,41 (MMF). Per il carattere MMF e TMT i valori di ereditabilità (0,41 e 0,30 rispettivamente), sono paragonabili a quelli rilevati da uno studio condotto da Gade e coll. (2006) rispettivamente di 0,42 e 0,38. Come già accennato, il parametro di flusso con l'ereditabilità più bassa risulta essere DT (0,06).

L'ereditabilità di 0,12 per il carattere SCS, è simile a quanto riportato in diversi lavori in letteratura (Boettcher e coll., 1998; Samorè, 2003; Samorè e coll., 2007; Muir e coll., 2007).

Il carattere MY mostra una correlazione positiva con tutti i parametri di flusso (0,58 MMT; 0,60 AT; 0,37 TP e 0,72 DT) e con il TMT (0,37). Il coefficiente di correlazione pari a 0,20 tra MY e MMF è leggermente inferiore a quanto trovato da Sandrucci e coll. (2007) pari a 0,33. Correlazioni forti e positive sono state stimate tra parametri di tempo (AT, TP, DT) e di flusso (MMT) con valori che raggiungono un massimo di 0,92 tra MMT e TP. Il carattere TMT è poi fortemente e positivamente correlato con tutte le altre misure di tempo parziale rilevate durante la mungitura: (0,92 con MMT, 0,87 con AT, 0,78 con TP e 0,79 con DT). La correlazione genetica negativa fra MY e SCS (-0,26), è in accordo con quanto stimato da Muir e coll. (2007) nella Frisona Neozelandese e da Samorè (2003) nella Frisona Italiana, in entrambi i casi stimati con modelli di tipo Random Regression Test Day model con dati ripetuti quindi anche entro lattazione.

Alcune altre favorevoli correlazioni tra MY e SCS sono riportate nella revisione di Mrode e Swanson (1996), ma la maggior parte degli studi in letteratura riporta un legame sfavorevole tra questi due caratteri associando maggiori produzioni con maggiori concentrazioni di cellule nel latte. Una correlazione elevata e negativa è stata stimata fra MMF e MMT (-0,71) e la produzione massima (MMF) durante la mungitura risulta geneticamente legata a minori tempi parziali di mungitura (AT, TP, e DT) e, quindi a tempi di mungitura più rapidi ed efficienti.

**Tabella 34** - Stime di ereditabilità (in diagonale), correlazioni genetiche (sopra la diagonale), e correlazioni fenotipiche (sotto la diagonale) nella razza Frisona.

	MY	MMT	AT	TP	DT	TMT	MMF	SCS
MY	<b>0,21 (0,06)</b>	0,58 (0,37)	0,60 (0,21)	0,37 (0,18)	0,72 (0,20)	0,37 (0,17)	0,20 (0,17)	-0,26(0,23)
MMT	0,50	<b>0,26 (0,07)</b>	0,82 (0,12)	0,92 (0,04)	0,75 (0,14)	0,92 (0,05)	-0,71(0,07)	-0,29(0,25)
AT	0,07	0,04	<b>0,10 (0,05)</b>	0,62 (0,18)	0,91 (0,44)	0,87 (0,11)	-0,60(0,21)	-0,17(0,34)
TP	0,36	0,70	-0,15	<b>0,21 (0,05)</b>	0,38 (0,27)	0,78 (0,09)	-0,79(0,08)	0,05 (0,22)
DT	0,30	0,67	-0,03	-0,03	<b>0,06 (0,04)</b>	0,79 (0,15)	-0,20(0,04)	-0,63(0,28)
TMT	0,38	0,80	0,02	0,55	0,54	<b>0,30 (0,08)</b>	-0,68(0,11)	-0,26(0,24)
MMF	0,30	-0,48	0,006	-0,55	-0,10	-0,41	<b>0,41 (0,07)</b>	-0,28(0,18)
SCS	-0,14	-0,12	-0,007	-0,16	0,003	-0,05	0,05	<b>0,12 (0,04)</b>

Dove MY= Prod. di Latte; MMT= Fase Principale di Mungitura; AT= Fase Ascendente; TP= Tempo di Plateau; DT= Fase Decrescente;

TMT= Tempo Totale di Mungitura; MMF= Flusso Massimo; SCS= Cellule Somatiche (Punteggio Lineare).

*Bruna* - I parametri genetici stimati nella razza Bruna sono riportati in tabella 4 per la produzione di latte (MY), per la concentrazione di cellule somatiche nel latte (SCS) e per i caratteri del flusso di mungitura (MMF, AVGF, TP, DT, e TMT).

Le ereditabilità variano da un minimo di 0,11 (TMT) ) a un massimo di 0,40 (MMF) e le correlazioni genetiche da un minimo di -0,91 (tra TP e MMF) a un massimo di 0,96 (tra AVGF e MMF).

La grande numerosità del campione, raccolta sull'intero territorio nazionale, ha permesso il calcolo di stime dei parametri genetici con elevata accuratezza ed i valori risultanti sono in linea con le stime nazionali eseguite per la razza dall'ANARB (comunicazione personale ANARB). A questo proposito per esempio l'ereditabilità di MY è 0,12, un valore molto vicino a quello di 0,19 comunemente usato per la stima degli indici genetici della Bruna in Italia.

([www.anarb.it/ricerca\\_valgen/2008/libretto\\_valutazioni\\_genetiche\\_2008.pdf](http://www.anarb.it/ricerca_valgen/2008/libretto_valutazioni_genetiche_2008.pdf), consultato il 15/10/2010 alle ore 15.00).

La fase DT è il carattere di flusso con minore ereditabilità (0,05). I caratteri MY (0,12), SCS (0,14) e TMT (0,11) presentano valori medio-bassi e MMF (0,40), AVGF (0,27) e TP (0,32) valori medi di ereditabilità.

I valori di ereditabilità per i caratteri MY e SCS sono simile a quanto stimato da Samorè e coll. (2007) per la razza Bruna. Per le SCS anche Boettcher e coll. (1998) riporta un simili valore calcolato sulle bovine di razza Frisona. L'ereditabilità stimata per AVGF, TMT e MMF è simile a quella riportata da diversi autori (Gade e coll. 2006; Guler e coll., 2009; Aydin e coll., 2008). La produzione di latte (MY) risulta essere sostanzialmente non correlata con MMF e AVGF (-0,04 e 0,03

rispettivamente) e positivamente (ma debolmente) correlata con SCS (0,11). Questi risultati sono in disaccordo con stime precedenti riportate in letteratura (Brown e coll., 1986 e Dodenhoff e coll.,1999a) seppure relativamente ad altre razze di bovini da latte. Il carattere MY ha correlazione positiva con valore di 0,35 con TMT e di 0,31 con TP, e questo è in accordo con quanto trovato da Guler e coll. (2009).

Correlazione negativa è stata trovata tra SCS e TP (-0,21), medio-alta e positiva fra SCS e DT (0,46), debole e positiva fra SCS e TMT (0,09) e positiva fra SCS ed i flussi massimo e medio (MMF 0,21 e AVGF 0,12).

Correlazione forte e negativa è stata stimata fra TP e MMF (-0,91) e TP ed AVGF (-0,84). Il livello produttivo (MY), sostanzialmente non è risultato correlato con il picco massimo di flusso (con MMF correlazione genetica di -0,04) e con il flusso medio (con AVGF: 0,03). Al contrario una forte correlazione, molto vicina a 1 (0,96), è stata stimata tra MMF e AVGF e questi due caratteri presentano entrambi correlazione forte e negativa con TMT (-0,86 per MMF e -0,90 per AVGF) con un risultato simile a quanto riportato da Gade e coll. (2006).

**Tabella 45** - Stime di ereditabilità (in diagonale), correlazioni genetiche (sopra la diagonale), correlazioni fenotipiche (sotto la diagonale) nella razza Bruna.

	MY	SCS	MMF	AVGF	TP	DT	TMT
MY	<b>0.12</b>	0.11	-0.04	0.03	0.31	0.24	0.35
SCS	-0.11	<b>0.14</b>	0.21	0.12	-0.21	0.46	0.09
MMF	0.21	0.08	<b>0.40</b>	0.96	-0.91	-0.43	-0.86
AVGF	0.44	-0.01	0.83	<b>0.27</b>	-0.84	-0.58	-0.90
TP	0.42	-0.22	-0.51	-0.27	<b>0.32</b>	0.33	0.82
DT	0.27	0.07	-0.08	-0.36	-0.11	<b>0.05</b>	0.74
TMT	0.32	-0.02	-0.27	-0.32	0.38	0.42	<b>0.11</b>

Dove MY= Prod. di Latte; SCS= Cellule Somatiche (Punteggio Lineare); MMF= Flusso Massimo; AVGF= Flusso Medio; TP= Tempo di Plateau; DT= Fase Decrescente; TMT= Tempo Totale di Mungitura.

## DISCUSSIONE

### **Analisi descrittiva**

Nella razza Bruna la produzione (MY) media è stata calcolata su tutti i dati relativi a qualsiasi stadio di lattazione, ma il suo andamento rispecchia il tipico andamento della curva di lattazione e cresce dapprima per poi decrescere all'aumentare dello stadio di lattazione ed aumenta all'aumentare dell'intervallo fra le mungiture durante tutta la lattazione. Questo è confermato da altri studi trovati in bibliografia (Bruckmaier e Hilger, 2001 e Sandrucci et al., 2007). Il rilascio del latte con andamento bimodale, risultato in questa ricerca nel 33% circa delle mungiture della razza Frisona, può essere ricondotto a 2 cause principali: un ritardo nell'espulsione del latte presente negli alveoli, con conseguente riduzione del latte presente nella cisterna (Bruckmaier e Hilger, 2001), o alla progressiva riduzione del latte nella cisterna con l'aumentare dello stadio di lattazione (Caja et al., 2004). In entrambi i casi, la causa scatenante l'andamento bimodale sembrerebbe essere una riduzione di latte nella cisterna, e una delle probabili cause di questa diminuzione potrebbe essere la carenza di stimoli pre-mungitura (Ambord e Bruckmaier, 2009) nella preparazione della vacca. I tempi di mungitura più lunghi nella Frisona rispetto alla Bruna, associati a DT più lungo ed MMF più alto, sono probabilmente dovuti alle differenze di produzione di latte fra le due razze.

### **I parametri di flusso nelle due razze**

L'andamento dei caratteri di flusso è stato analizzato considerando i mesi di lattazione nella Frisona ed i giorni di lattazione nella razza Bruna. In generale i due grafici mostrano andamenti simili in entrambe le razze. Come previsto il TP ed il TMT seguono un andamento simile all'andamento fisiologico della produzione di latte. Essendo queste le due fasi più lunghe durante la mungitura, sono molto influenzate dalla produzione di latte, ecco perché entrambe aumentano fino a 60/90 giorni, per poi decrescere. Andamenti altalenanti sono invece riportati in entrambe le razze, per gli altri caratteri di flusso e tempo (MMF,AVGF e DT). Ciò probabilmente dipende dal fatto che questi caratteri non sono influenzati principalmente dalla produzione di latte ma soprattutto dalle condizioni sanitarie e dalla corretta stimolazione della mammella. Per esempio Zucali e coll., (2009), in uno studio condotto su primipare di razza Frisona, hanno riscontrato che il livello di SCS sembrerebbe fortemente e positivamente correlato ai valori di DT, MMF e AVGF mentre minore è la correlazione con la produzione di latte.

### **I parametri genetici**

I parametri genetici delle due razze sono risultati diversi. Le stime differenti dipendono da molti fattori legati soprattutto alla differente numerosità del campione, alla regione di raccolta delle informazioni e alla razza considerata.

Nelle stime qui eseguite il carattere MY risulta avere ereditabilità quasi doppia nella razza Frisona rispetto alla Bruna.

In bibliografia è presente una elevata variabilità di stime per la produzione di latte in funzione della razza, del modello di analisi e delle varie tipologie di dati raccolti anche se la differenza tra le due razze generalmente non è così netta (Samorè e coll., 2007; Aydin e coll., 2008; Guler e coll., 2009; ). Simili valori di ereditabilità nelle due razze risultano per SCS confermando i valori di diversi studi in letteratura (Samorè 2003; Samorè e coll., 2007; Muir e coll., 2007; Boettcher e coll., 1998) e in linea con i parametri ufficialmente adottati dalle due ANA. La correlazione fra MY e SCS invece risulta negativa nella Frisona (-0,26) e positiva nella Bruna (0,11), ma il valore stimato per la razza Frisona non può essere considerato significativamente diverso da zero dato il suo elevato errore standard (0,23). Il numero maggiore di dati permette invece una stima per la razza Bruna più precisa e comunque in linea con i valori calcolati dall'associazione di razza.

Nel determinare i valori di correlazione genetica tra cellule e produzione indubbiamente contribuisce la definizione degli effetti ambientali inclusi nel modello. Nel rapporto tra queste due variabili infatti la componente ambientale gioca un ruolo sostanziale e l'effetto ambientale potrebbe non essere colto nella sua interezza. Studi in letteratura (De Haas et al., 2002; Roman Ponce e coll., 2010; Samoré e coll., 2010) evidenziano che le mastiti causate da Stafilococchi spp., causano un repentino incremento di SCS, con una successiva riduzione in un breve tempo. Questo potrebbe essere associato di conseguenza ad un altrettanto

violento calo della produzione lattea e quindi influenzare le correlazioni stimate. In modo diverso invece altri patogeni (miceti, streptococchi spp. ecc...), determinano un incremento di SCS più lento ma con un effetto che permane per un tempo maggiore. Di conseguenza la riduzione della produzione potrebbe essere meno evidente, ma prolungarsi per periodi di tempo maggiori.

In entrambe le razze, tutti i tempi di mungitura rilevati col *Lactocorder*, si allungano all'aumentare della produzione di latte (correlazione genetica tra MY e tempi di mungitura positiva). Nella Frisona una correlazione particolarmente elevata è stata rilevata fra MY e DT (0,72), e sempre in questa razza si osserva inoltre una correlazione positiva fra MY e MMF (0,20), mentre questi due caratteri sembrano non essere correlati nella Bruna. Per quanto riguarda le SCS, nelle due razze si trovano situazioni diametralmente opposte. Nella Frisona le SCS sono correlate negativamente a tutti i tempi di mungitura ad eccezione del TP. Nella Bruna, invece, le SCS sono correlate positivamente con tutti i tempi di mungitura e negativamente solo col TP. In base ai risultati ottenuti, al fine di migliorare la qualità del latte e di ridurre allo stesso tempo i tempi di mungitura, nella Frisona sembrerebbe opportuno selezionare per un TMT più corto con curve di rilascio del latte a "forma di trapezio" con TP brevissimo, MMF, AT e DT lunghi. Nella Bruna invece sarebbe opportuno selezionare per curve di rilascio del latte con "forma quadrata", ovvero con TP lungo ed MMF e DT più corti. Questi risultati totalmente opposti dimostrano che, probabilmente, ogni razza presenta caratteristiche proprie durante la mungitura e che ciò che permetterebbe un miglioramento delle produzioni quanti-qualitative in una razza non è detto che

dia lo stesso risultato anche in un'altra. Per quanto riguarda infine le ereditabilità dei parametri di flusso, in entrambe le razze si osserva un'ereditabilità medio-bassa. L'ereditabilità per il carattere TP, risulta essere un po' più elevata nella Bruna rispetto alla Frisona (0,32 e 0,21 rispettivamente), mentre si osserva il contrario per quanto riguarda il carattere TMT (0,11 e 0,30). Valori di ereditabilità così bassi per il carattere DT riscontrati in entrambe le razze indicano che probabilmente questo parametro è molto influenzato dalle condizioni sanitarie della mammella o da altri fattori ambientali. Zucali e coll. (2009), riportano infatti in uno studio condotto su animali di razza Frisona, che la DT è fortemente (e positivamente) correlata con il quantitativo di SCS e con le condizioni sanitarie del capezzolo. Inoltre gli stessi riferiscono di correlazioni forti e positive in entrambe le razze fra le varie misure dei tempi di mungitura rilevati col lattoflussometro. Il valore più basso di correlazione è stato stimato fra TP e DT. Dai risultati si potrebbe dire che i tempi di mungitura sono caratteri influenzati molto poco dalla razza, e allo stesso che questi caratteri presentano fra loro correlazioni sempre molto simili. Infine anche per il picco di flusso (MMF) sono risultati valori di ereditabilità pressoché uguali (0.40 e 0.41).

## CONCLUSIONI

In questo lavoro è stato considerato il flusso di latte, misurato con lo strumento *Lactocorder*, nelle due razze bovine da latte maggiormente diffuse in Italia (Frisona e Bruna). I due archivi analizzati sono stati raccolti in numerosità e distribuzione temporale e territoriale molto diversa. Sicuramente questo influenza il risultato delle analisi, ma, come già detto, lo strumento *Lactocorder* ha tuttora una diffusione ridotta. Nonostante queste differenze tra Bruna e Frisona, la caratteristica di oggettività del dato rilevato, più preciso e ripetibile rispetto alle osservazioni soggettive della mungibilità finora utilizzate, rendono preziosi i dati raccolti e permettono di conseguenza riflessioni legate non solo alla mungibilità in senso lato ma anche relativamente alle varie fasi della mungitura. I parametri genetici ottenuti permettono quindi l'analisi di opportune fasi del flusso e lo studio delle loro relazioni, oltre che delle correlazioni genetiche con gli altri caratteri. La disponibilità quindi sia di dati che di parametri genetici di fasi del flusso permette di pianificare il miglioramento genetico del carattere funzionale mungibilità con la definizione e la selezione di un determinato tipo di flusso più consono agli obiettivi di selezione di ogni razza. E tale tipo di selezione risulterà indubbiamente più efficace rispetto a quella maggiormente diffusa ora basata sui rilevamenti soggettivi. Nel caso della razza Bruna già oggi la selezione genetica per la mungibilità si basa su rilevazioni oggettive e le stime qui riportate potranno permettere di verificare od eventualmente adattare l'attuale processo in corso.

Nel caso della razza Frisona Italiana invece l'attuale selezione per la mungibilità si basa tuttora su dati rilevati in modo soggettivo tramite il parere degli allevatori che indicano quali sono i soggetti lenti in mungitura nella loro stalla. La disponibilità dei parametri genetici dei dati raccolti con lattoflussometro e l'analisi dei legami di questi con i vari caratteri sicuramente potrebbe essere la base di partenza in questa razza per nuovi sviluppi nella selezione genetica del carattere mungibilità.

Il carattere bimodalità infine è risultato di particolare interesse per la razza Frisona Italiana e suggerisce quindi ampie possibilità di approfondimenti. Purtroppo per la razza Bruna non è stato possibile approfondire le analisi sulla bimodalità poiché solo un numero molto ridotto di mungiture riportava informazioni sulla tipologia di flusso (<5%) se normale o bimodale. La bimodalità è stata associata in studi recenti (Zucali et al. 2009) a maggiori livelli di SCS, maggior frequenza di lesioni ai capezzoli nel corso della lattazione e latte di qualità inferiore. Ma il numero di studi su questo carattere è particolarmente limitato. Anche se in due differenti lavori (Samoré et al., 2011; Zucali et al., 2009) la bimodalità è associata a minori TP, MMF, DT e a AT più lunghe.

I caratteri AT (nella Frisona) e DT (in entrambe le razze) risultano avere ereditabilità molto bassa e pertanto un numero maggiore di dati e di conseguenza ulteriori studi sono suggeriti al fine di valutare meglio il loro legame sia con la presenza di curve di tipo bimodale sia con lo stato sanitario della mammella. Valori almeno moderati di ereditabilità sono stati invece stimati per gli altri

parametri di flusso a supporto di una loro possibile inclusione nei programmi di selezione genetica.

In conclusione, l'utilizzo di strumenti per la caratterizzazione oggettiva delle varie fasi del flusso di mungitura, quali il *Lactocorder*, e i valori di moderata ereditabilità stimati insieme alle correlazione genetiche con gli altri caratteri oggetto di selezione, permettono la messa a punto di programmi di selezione genetica non solo per la mungibilità nel suo complesso ma anche per determinate tipologie di flusso valutate quali favorevoli in ogni razza di bovini da latte.

## BIBLIOGRAFIA

- Aguggini, G., V. Beghelli, L.F. Giulio. 1998. Fisiologia degli animali domestici con elementi di etologia. Seconda Edizione. Ed. UTET.
- Ambord, S., R.M. Bruckmaier. 2009. Milk flow-controlled changes of pulsation ratio and pulsation rate affect milking characteristics in dairy cows. *J. Dairy Res.* 76(3):272-277.
- Aydin, R., M. Yanar, O. Guler, S. Yuksel, F. Ugur, L. Turgut. 2008. Study on milkability traits in Brown Swiss cows reared eastern region of Turkey. *J. Anim. and Vet. Advances.* 7 (10):1218-1222.
- Bagnato, A., A. Rossoni, C. Maltecca, D. Vigo, S. Ghiroldi. 2003. Milk emission in different parities in Italian Brown Swiss Cattle. *Ital. J. Anim. Sci.* 2(Suppl. 1):46-48.
- Biffani, S., A. B. Samoré, F. Canavesi, 2002. PFT: the new selection index for the Italian Holstein. *Interbull bulletin.*29:142-143.
- Boettcher, P. J., J. C. M. Dekkers, B. W. Kolstad. 1998. Development of an udder health index for sire selection based on somatic cell score, udder conformation, and milking speed. *J. Dairy Sci.* 81:1157-1168.
- Brown, C. A., S. J. Rischette, L. H. Schultz. 1986. Relationship of milking rate to somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 69:850-854.
- Bruckmaier, R.M., M. Hilger. 2001. Milk ejection in dairy cows at different degrees of udder filling. *J. Dairy Res.* 63:369-376.

- Bruckmaier, R. M., and J.W. Blum. 1996. Simultaneous recording of oxytocin release, milk ejection and milk flow during milking of dairy cows with or without prestimulation. *J. Dairy Res.* 63:201-208.
- Bruni, A.C., U. Zimmerl. 1954. *Anatomia degli animali domestici*. Ed. Vallardi. II ediz.
- Caja, G., M. Ayadi, C.H. Knight. 2004. Changes in cisternal compartment based on stage of lactation and time since milk ejection in the udder of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:2409-2415.
- Cunningham J.C. (2006). *Manuale di Fisiologia Veterinaria- Terza Edizione*. Ed. Delfino
- De Haas, Y., Barkema, H. W., and R. F. Veerkamp, 2002. Effect of pathogen-specific clinical mastitis on lactation curves for somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 85:1314-1323.
- Dodenhoff, J., D. Sprengel, J. Duda, L. Dempfle. 1999a. Potential use of parameters of the milk flow curve for genetic evaluation of milkability. Pages 131-141 in *Proc. Intern. Workshop on EU Concerted Action Genetic Improvement of Functional traits in Cattle (GIFT); Breeding Goals and Selection Schemes*. Bulletin No.23. Wageningen, the Netherlands.
- Dodenhoff, J., D. Sprengel, J. Duda, L. Dempfle. 1999b. Studies on genetic evaluation of udder health using the Lacto Corder. *Zuchtungskunde* 71:459-472.

- Gade, S., E. Stamer, W. Jungle, E. Kalm. 2006. Estimates of genetic parameters for milkability from automatic milking. *Livest. Sci.* 104:135-146.
- Ghiroldi, S., C. Nicoletti, E. Santus, A. Rossoni, and A. Bagnato. 2005. ITE: The new selection index for the Italian Brown Swiss. Pages 222-226 in Proc. of the Interbull meeting. Bulletin No. 33. Uppsala, Sweden.
- Gray, K.A., F. Vacirca, A. Bagnato, A.B. Samorè, A. Rossoni, C. Maltecca. 2011. Genetic evaluation for measures of the milk flow curve in the Italian Brown Swiss. *J. Dairy Sci.* 94:960-970.
- Guler, O., M. Yanar, R. Aydin, B. Bayram, U. Dogru, S. Kopuzdu. 2009. Genetic and environmental parameters of milkability traits in Holstein Friesian cows. *J. Anim. and Vet. Advances.* 8 (1):143-147.
- INTERBULL. 1996. Sire evaluation procedures for nondairy-production and growth & beef production traits practised in various countries. *Interbull bulletin* 13: 83-89.
- Lehninger, A.L., D.L. Nelson, M.M. Cox. 1975. *Principi di Biochimica*. Ed. Zanichelli.
- Lund T., F. Miglior, J.C.M. Dekkers, E.B. Burnside. 1994. Genetic relationships between clinical mastitis, somatic cell count, and udder conformation in Danish Holsteins. *Livest. Pros. Sci.* 39:243-251.
- Meyer K., B. Burnside. 1987. Scope for a subjective assessment of milking speed. *J. Dairy Sci.* 70:1061-1068.

- Mrode, R.A., G.J.T. Swanson. 1996. Genetic and statistical properties of somatic cell count and its suitability as an indirect means of reducing the incidence of mastitis in dairy cattle. *Anim. Breed. Abstr.* 64:847-857.
- Muir, B.L., Kistemaker, G., F. Canavesi, 2007. Genetic parameters for a multiple-trait multiple lactation random regression test day model in Italian Holsteins. *J. Dairy Sci.* 90:1564-1574.
- Roman-Ponce, S.I., A.B. Samoré, M. Vevey, C. Maltecca, and A. Bagnato. 2010. Genetic Parameters for Specific Pathogens Presence and Somatic Cell Scores in Valdostana Cattle Milk. Accepted after revision for presentation to the 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Leipzig, Germany. 1-6 August 2010.
- Roskoski, R. 1997. *Biochimica*. Ed. Edises.
- Rossoni, A. 2002. *Analisi delle curve di emissione del latte in bovine di Razza Bruna*. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie delle Produzioni Animali, Università degli Studi di Milano.
- Ruckebusch Y. - *Fisiologia farmacologia e terapia veterinaria*. Edizione Italiana di G. Maffeo, 1986 Ed. Essegivi Piacenza.
- Rupp, R., D. Boichard. 1999. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits, and milking ease in first lactation Holsteins. *J. Dairy Sci.* 82:2198-2204.

- Samoré, A.B., 2003. Genetic aspects of somatic cell count in the Italian Holstein Friesian population. PhD Thesis. Wageningen University, Wageningen, the Netherlands.
- Samoré, A. B., C. Romani, A. Rossoni, E. Frigo, O. Pedron, A. Bagnato. 2007. Genetic parameters for casein and urea content in the Italian Brown Swiss dairy cattle. *Italian Journal of Animal Science* 6 (Suppl.1):201-203.
- Samoré A. B., A. F. Groen, P. J. Boettcher, J. Jamrozik, F. Canavesi, A. Bagnato. 2009. Genetic correlation patterns between Somatic cell Score and protein Yield in the Italian Holstein-Friesian population. *J. Dairy Sci.* 91:4013–4021.
- Samoré A.B., S.I. Roman-Ponce, M. Vevey, C. Maltecca, A. Bagnato. 2010. The Causal Relationship between Specific Pathogens and Milk Somatic Cells in Valdostana Cattle Breed. Accepted after revision for presentation to the 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Leipzig, Germany. 1-6 August 2010.
- Sandrucci, A., A. Tamburini, L. Bava, M. Zucali. 2007. Factors affecting milk flow traits in dairy cows: results of a field study. *J. Dairy Sci.* 90:1159-1176.
- Tamburini, A., L. Bava, R. Piccinini, A. Zecconi, M. Zucali, A. Sandrucci. 2010. Milk emission and udder health status in primiparous dairy cows during lactation. *J. Dairy Res.* 77:13-19.
- Samoré, A.B., S.I. Román-Ponce, F. Vacirca, E. Frigo, F. Canavesi, A. Bagnato, C. Maltecca. 2011. Bimodality and the genetics of milk flow traits in the Italian Holstein Friesian breed. *J. Dairy Sci.* Accettato per pubblicazione.

- Wiggans, G.R., and G.E. Shook. 1987. A lactation measure of somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 70:2666-2672.
- Wiggans, G. R., L. L. M. Thornton, R. R. Neitzel, N. Gengler. 2007. Short Communication: Genetic evaluation of milking speed for Brown Swiss dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 90:1021-1023.
- Zucali M., L. Bava, A. Tamburini, A. Sandrucci, R. Piccinini, A. Zecconi. 2008. Curve di emissione e cellule somatiche del latte: quale relazione? Congresso Mastitis Council Italia
- Zucali, M., L. Bava, A. Sandrucci, A. Tamburini, R. Piccinini, V. Daprà, M. Tonni, A. Zecconi. 2009. Milk flow pattern, somatic cell count and teat apex score in primiparous dairy cows at the beginning of lactation. *Ital. J. Anim. Sci.* 8:103-111.
- Zwald, N. R., K. A. Weigel, Y. M. Chang, R. D. Welper, J. S. Clay. 2005. Genetic evaluation of dairy sires for milking duration using electronically recorded milking times of their daughters. *J. Dairy. Sci.* 88: 1192-1198.

## SITOGRAFIA

[http://www.anarb.it/Ricerca\\_ValGen/Sistema\\_ValGen/ITE\\_200605/1A\\_nuovo%20ite.pdf](http://www.anarb.it/Ricerca_ValGen/Sistema_ValGen/ITE_200605/1A_nuovo%20ite.pdf)

<http://www.superbrown.it/dati/ContentManager/files/Mungibilit%C3%A0-Melkbarkeit-Milkability.pdf>

[www.anarb.it/ricerca\\_valgen/2008/libretto\\_valutazioni\\_genetiche\\_2008.pdf](http://www.anarb.it/ricerca_valgen/2008/libretto_valutazioni_genetiche_2008.pdf)

[http://www.tecnologiedibenessere.com/Colostro/Colostro\\_intro.html](http://www.tecnologiedibenessere.com/Colostro/Colostro_intro.html)

[http://users.unimi.it/animal\\_research/SA/wp-content/uploads/Lactocorder-2005.pdf](http://users.unimi.it/animal_research/SA/wp-content/uploads/Lactocorder-2005.pdf)