



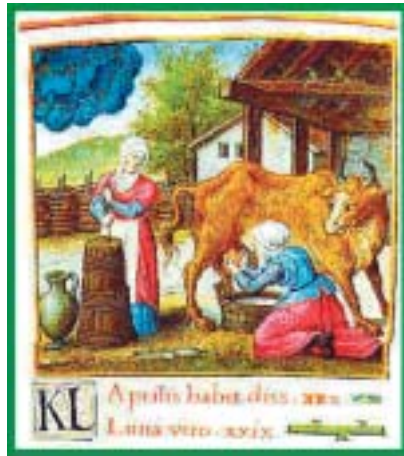
ISTITUTO ZOOPROFILATTICO  
SPERIMENTALE DELLA LOMBARDIA  
E DELL'EMILIA ROMAGNA  
"B. UBERTINI"



REGIONE LOMBARDIA  
AGRICOLTURA

## LA CASEINA

*La determinazione della caseina  
nel latte per la qualità delle  
trasformazioni casearie*



A cura di:

G.Varisco  
G.Bolzoni  
M.Cornoldi



Questa pubblicazione vuole da un lato rendere merito all'attività del "Centro di Produzione Zootecniche" dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna, all'impegno dei tecnici di assistenza alle aziende del settore, nonché soprattutto evidenziarne risultati che possono assumere un significato di ampia portata per tutta la filiera lattiero casearia nazionale.

Essa infatti, mette a disposizione dei produttori di latte Lombardi (che, ricordiamo, concorrono per il 40% alla produzione nazionale) e dei trasformatori della nostra Regione, una serie importante di dati e valutazioni sul parametro delle caseine del latte con l'obiettivo non solo di divulgare risultati tecnico scientifici ma, soprattutto, di favorire una riflessione sulla opportunità di aggiornare il sistema di pagamento a qualità del latte.

L'introduzione sin dal 1988 di sistemi di pagamento secondo qualità condivisi da tutti gli attori della filiera, basati sui dati di analisi quindicinali del latte forniti dai produttori, ha rappresentato il primo esempio di "autocontrollo di filiera" diffuso e condiviso nel comparto, ha posto le basi per la successiva normativa nazionale sul latte e ha anticipato i concetti, oggi di moda, di qualità della materia prima, di sicurezza alimentare e di rintracciabilità: che hanno così assunto la forza e la concretezza derivante da comportamenti certi perché fondati su base volontaria e sul reciproco interesse di tutti gli attori della filiera latte.

I dati elaborati non discendono da particolari campioni sperimentali, ma dalla massa enorme di informazioni che si sono rese disponibili a partire dall'ormai consolidato sistema di analisi qualitative del latte, in atto in Lombardia, finalizzato al pagamento del latte secondo qualità (nello specifico il lavoro oggetto della pubblicazione considera 322.000 analisi relative a circa 7.200 allevamenti).

La componente in caseina delle proteine del latte viene analizzata sotto vari punti di vista, tenendo conto degli aspetti genetici, di quelli legati all'alimentazione del bestiame e alle condizioni di allevamento; poiché l'indice in caseina può essere utilizzato per valutare l'attitudine alla trasformazione casearia si propone inoltre una simulazione di pagamento del latte che ne tenga conto.

A partire quindi dalla certezza di un prodotto sicuro e di alta qualità (la Lombardia detiene il primato non solo quantitativo, ma anche sotto l'aspetto qualitativo) frutto anche di un sistema organizzativo che valorizza i dati delle analisi non solo per l'aspetto commerciale ma anche per migliorare la gestione tecnico organizzativa degli allevamenti, i tecnici dei Laboratori di Brescia propongono nuove sfide agli operatori, con l'obiettivo di dare un ulteriore impulso alla valorizzazione del prodotto latte sul mercato, soprattutto se destinato alla trasformazione in formaggio per garantire ai consumatori, non solo la sicurezza ma anche la qualità e tipicità dei prodotti.

Siamo certi infine che questa pubblicazione possa contribuire a sviluppare, anche attraverso successivi approfondimenti e soprattutto con una capillare opera di divulgazione presso gli allevatori, la consapevolezza che la sfida della qualità deve essere continuamente perseguita, non solo per assicurare gli standard di sicurezza richiesti dalle leggi, ma anche per garantire nuovi sbocchi e prospettive ad una filiera di rilievo fondamentale per l'agricoltura della Lombardia.

**Prof. Ezio Lodetti**

*Direttore Generale  
IZS Lombardia ed Emilia Romagna*

**Viviana Beccalossi**

*Assessore Agricoltura  
Regione Lombardia*



Dedicato alla  
Dr.ssa Anna Premoli Del Carmen  
per l'impegno ed il contributo dato  
alla ricerca scientifica ed alla sua  
applicazione pratica.



Il presente lavoro è frutto dell' attività dello Staff del  
“Centro Produzioni Zootecniche” (ex Reparto Latte)  
dell' Istituto Zooprofilattico Sperimentale  
della Lombardia e dell' Emilia Romagna.

*Laboratorio:*

– Marcolini Antonio	Tecnico Coordinatore di Laboratorio
– Bevilacqua Giovanni	Tecnico di Laboratorio
– Boldini Monica	Tecnico di Laboratorio
– Bresciani Stefania	Tecnico di Laboratorio
– Consolini Massimo	Tecnico di Laboratorio
– Fedeli Giorgio	Tecnico di Laboratorio
– Federici Adele	Tecnico di Laboratorio
– Navicello Noemi	Tecnico di Laboratorio
– Posante Antonella	Tecnico di Laboratorio
– Rabaioli Cristina	Tecnico di Laboratorio
– Ussoli Renato	Tecnico di Laboratorio
– Ronchi Ilario	Operatore Tecnico di Laboratorio
– Sarasini Simona	Operatore Tecnico di Laboratorio
– Trivella Marzia	Operatore Tecnico di Laboratorio
– Marchesi Ornella	Ausiliario Specializzato di Laboratorio
– Pezzotta Marco	Collaboratore Amministrativo
– Preseglio Ornella	Operatore CED
– Romano Valentina	Operatore CED
– Arisi Rosmary	Borsa di Studio

*Servizio assistenza alle aziende:*

– Dr. Bertocchi Luigi	Dirigente servizio assistenza alle aziende
– Bertolassi Renato	Tecnico assistenza alle aziende
– Peli Mauro	Tecnico assistenza alle aziende
– Spagnoli Fausto	Tecnico assistenza alle aziende
– Verità Livio	Tecnico assistenza alle aziende
– Zanelli Rocco Roberto	Tecnico assistenza alle aziende





# Indice

Introduzione .....	pag. 11
Le caseine del latte .....	pag. 12
Parametri qualitativi del latte prodotto in lombardia: le caseine e le proteine .....	pag. 14
La caseina nel pagamento del latte in base alla qualità .....	pag. 22
Fattori di variabilità del contenuto di caseina del latte .....	pag. 29
- Razza e variabilità genetica .....	pag. 29
- Lattazione .....	pag. 31
- Stato di salute della mammella .....	pag. 32
- Alimentazione .....	pag. 35
- Fattori climatici e tipo di allevamento .....	pag. 38
La determinazione analitica della caseina .....	pag. 40
Conclusioni .....	pag. 42
Bibliografia .....	pag. 45



# Introduzione

## Le caseine: nuovo parametro di valutazione qualitativa del latte

Il controllo sistematico del latte, per una sua valutazione qualitativa, nasce negli anni settanta dalla necessità degli allevatori e dei trasformatori di conoscere, dal punto di vista analitico, la materia prima alla stalla per poter migliorare i prodotti che con essa vengono “fabbricati”. Si era ancora lontani tanto dalle normative nazionali quanto da quelle comunitarie di settore, ma ancor di più dalle recenti politiche di sicurezza alimentare, eppure nel settore lattiero-caseario nasceva il primo esempio di “controllo di filiera”, per di più su base volontaria, di tutta il comparto agro-alimentare. Il principale motivo può essere identificato nel fatto che i prodotti lattiero-caseari sono “vivi” e in quanto tali la qualità della materia prima, tanto dal punto di vista igienico sanitario che organolettico è la madre della qualità dei prodotti da essa derivati. Questo primo esempio applicativo di quello che ormai è il diffuso concetto di sicurezza alimentare, “dalla stalla alla tavola”, ha trovato un’ iniziale applicazione di carattere volontario in alcune province Italiane, seguita poi dalle disposizioni normative che, dal 1988 (legge 88), codificano la necessità di inquadrare la compravendita del latte all’interno di un sistema di controllo che permetta di differenziarne le caratteristiche qualitative, e fanno sì quindi che il latte possa vantare caratteristiche di “Qualità” documentate e documentabili da quasi trent’anni.

In Lombardia, con l’applicazione a livello regionale della legge 88 del 1988, sono diventati operativi gli “accordi interprofessionali per il pagamento differenziato del latte a qualità” sulla base dei quali l’allevatore è stimolato a migliorare la qualità del latte prodotto sulla base di parametri ben precisi e misurabili. Dopo questa tappa, di carattere prevalentemente commerciale, intervengono negli anni seguenti i DD.MM. 184 e 185 del 1991 che rendono applicativa la legge nazionale (legge 169/89) per la produzione del latte destinato alla trasformazione in latte fresco pastorizzato e fresco pastorizzato di alta qualità. Infine, nel 1997, viene emanato il D.P.R. 54 del 1997 che, in applicazione del dettato normativo comunitario (direttiva CEE 92/46), regola la produzione del latte in tutta la sua filiera produttiva.

Nel corso di questo trentennio la qualità del latte in Lombardia ha raggiunto livelli di eccellenza (tabella 1) sommando il primato produttivo nazionale in termini quantitativi a quello in termini qualitativi.

Un formaggio tipico è un prodotto che ha e conserva caratteristiche distintive o meglio, come codificato dall’art.2 della legge 125 del 10 aprile 54, che “è prodotto nel territorio nazionale, osservando usi leali e costanti, le cui caratteristiche merceologiche derivano da particolari metodi della tecnica di produzione”. Un prodotto così definito e ottenuto da una materia prima con caratteristiche qualitative definite e misurabili, è anche un prodotto sicuro dal punto di vista igienico, sempre che vengano rispettati i requisiti igienico sanitari ed i parametri di processo. Il formaggio “buono” diventa non solo l’obiettivo di produzione del casaro e di acquisto del consumatore, ma anche del garante della sicurezza alimentare che, su basi oggettive e scientificamente provate, può essere ragionevolmente certo che i parametri che hanno permesso al formaggio di “diventare buono” siano gli stessi che hanno permesso al formaggio di non essere vettore di perico-

li microbiologici e chimici. Se ad esempio ci troviamo di fronte ad un'ottima forma di Grana Padano o di Provolone, piuttosto che di Parmigiano Reggiano o di Bagoss, siamo altrettanto certi che nel latte non erano presenti sostanze inibenti, quali antibiotici od altri antibatterici, che altrimenti non avrebbero permesso la naturale fermentazione e maturazione del formaggio e che i parametri di processo quali temperatura, pH, SH, Aw, concentrazione salina e sviluppo di flora lattica tipica hanno impedito la sopravvivenza di germi patogeni per la salute del consumatore.

In questa ottica quindi un parametro qualitativo nel senso più stretto del termine, quale il contenuto in caseina del latte bovino, può assumere un'importanza poliedrica nell'ambito della valutazione del latte.

**TABELLA N° 1:**  
**Andamento mensile dei parametri del pagamento latte in base alla qualità.**  
**Dati 2002 e 2003, campioni analizzati 322.525, allevamenti controllati 7.200**

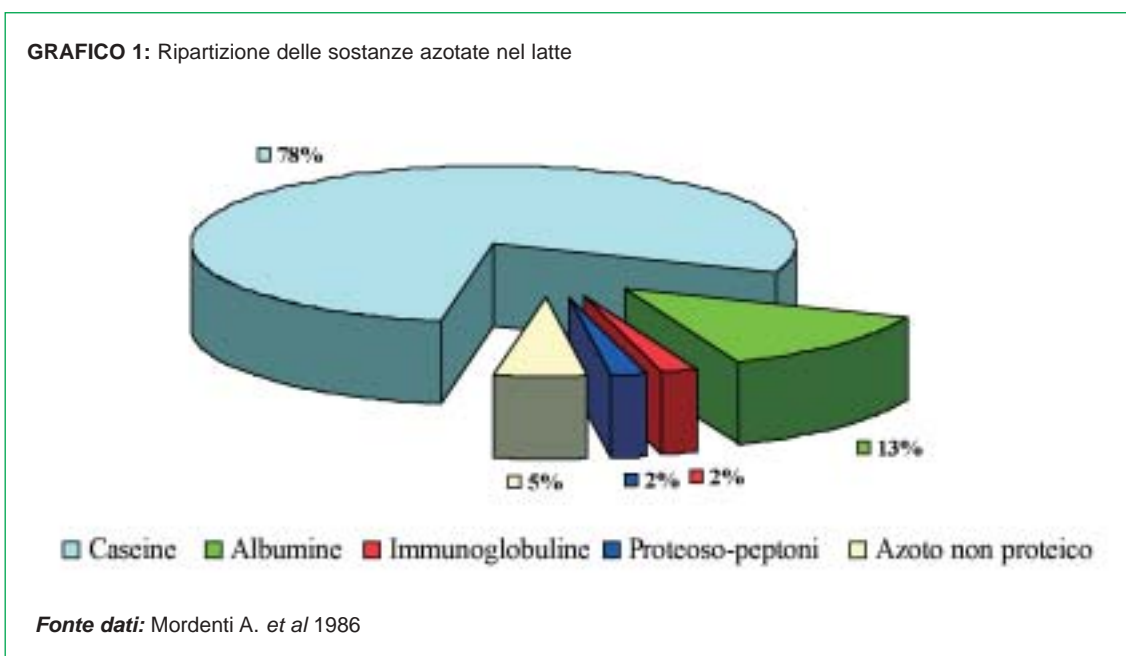
MESE	GERMI X 1000/ml		CELLULE X 1000/ml		GRASSO g/100 ml		PROTEINE g/100 ml		LATTOSIO g/100 ml		SPORIGENI/L	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003	2002	2003
<b>GENNAIO</b>	77	63	328	325	4,02	3,91	3,44	3,4	5,05	5,06	212	286
<b>FEBBRAIO</b>	80	61	325	310	3,89	3,91	3,37	3,4	5,05	5,07	198	310
<b>MARZO</b>	83	66	322	307	3,81	3,83	3,31	3,35	5,05	5,06	298	274
<b>APRILE</b>	80	66	323	305	3,82	3,79	3,32	3,34	5,07	5,06	301	208
<b>MAGGIO</b>	91	79	336	327	3,74	3,69	3,31	3,29	5,07	5,05	243	285
<b>GIUGNO</b>	105	85	363	360	3,71	3,68	3,23	3,22	5,05	5,03	257	279
<b>LUGLIO</b>	98	73	424	420	3,64	3,63	3,25	3,21	5,03	5	218	267
<b>AGOSTO</b>	89	78	448	444	3,70	3,69	3,29	3,23	5,01	4,98	230	326
<b>SETTEMBRE</b>	79	68	402	421	3,79	3,81	3,40	3,36	4,97	4,98	278	439
<b>OTTOBRE</b>	79	65	359	362	3,95	4,02	3,44	3,47	4,97	5,01	304	478
<b>NOVEMBRE</b>	75	72	331	329	3,94	4,05	3,43	3,46	5,01	4,98	252	344
<b>DICEMBRE</b>	71	62	332	328	3,91	3,99	3,41	3,43	5,04	4,99	242	301
<b>MEDIA ARITM. ANN.</b>	84	70	358	357	3,83	3,83	3,35	3,35	5,03	5,02	252,75	316,42

## Le caseine del latte

Per la valutazione qualitativa del latte, sia ai fini tecnologici che nutrizionali, i componenti azotati costituiscono da sempre elementi di primo piano: è infatti da queste sostanze che dipende in gran parte il fenomeno della coagulazione del latte nella produzione di formaggio e il potere nutritivo del latte e dei prodotti da esso derivati come alimenti. La loro quantità è infatti determinante per la resa in formaggio e per la determinazione della qualità della cagliata. Tali aspetti qualitativi assumono un'importanza ancora maggiore quando si considerano formaggi a lunga stagionatura come il Grana,

nella cui produzione una variazione di 0,1% dell'indice di caseina (caseina / proteine totali) si traduce in 0,30 Kg di formaggio in più o in meno ogni 100 Kg di latte lavorato (Summer et al. 2002).

Le sostanze azotate del latte sono classicamente distinte in **proteine totali** e sostanze azotate non proteiche (urea, creatinina, nucleotidi ecc.).



La frazione proteica rappresenta mediamente il 3,3 % dei costituenti del latte e viene tradizionalmente indicata con il termine di “proteine totali”.

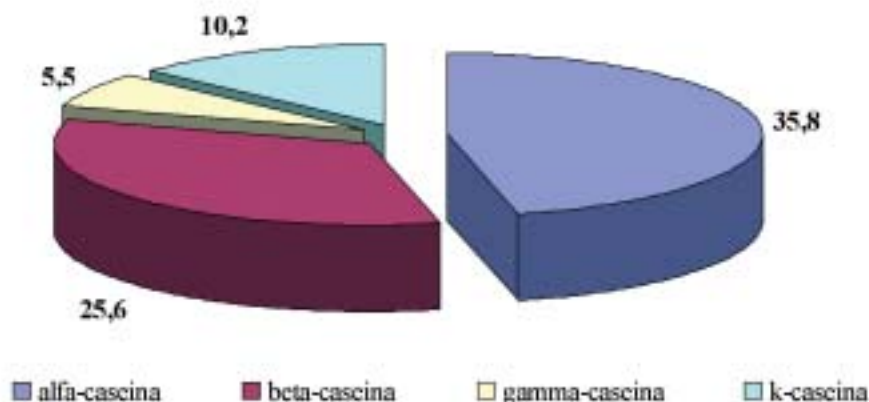
È costituita da: caseine, sieroproteine (albumine, immunoglobuline e proteoso-peptoni) e da sostanze azotate non proteiche (grafico 1).

Per caratterizzare il latte in funzione del contenuto proteico si utilizzano espressioni, che spesso generano confusione, come: contenuto di proteine totali, proteine vere, contenuto in caseina ed indice di caseina; è opportuno quindi, definire in modo preciso questi termini:

- il contenuto di **proteine totali** è ottenuto calcolando la quantità di azoto totale moltiplicata per un fattore costante che per il latte è 6,38
- il contenuto in **proteine vere** si ottiene per differenza fra proteine totali e le sostanze azotate non proteiche (NPN);
- il **contenuto di caseina** indica la quantità di caseine espressa in grammi presente in 100 ml di latte;
- l'**indice di caseina (I.C.)** esprime il rapporto fra la quantità di caseina e quantità di proteine totali ( I.C. = casina/proteine totali).

La caseina è presente in cinque frazioni determinate geneticamente:  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ , e  $\gamma$ , le prime quattro sono presenti nel latte solitamente nel rapporto 3 : 0,8 : 3 : 1 ; la  $\gamma$  è un frammento peptidico derivante principalmente dalla proteolisi della  $\beta$  caseina ad opera della plasmina (grafico 2). Questi rapporti fra le varie frazioni sembrano abbastanza costanti, ma è dimostrato che anche piccolissime variazioni del loro contenuto esercita-

GRAFICO 2: Ripartizione delle singole frazioni caseiniche



Fonte dati: Mordenti A. et al 1986

no una forte influenza sulla dimensione delle micelle, sulla reattività al caglio e sulle caratteristiche reologiche del coagulo (Malacarne *et al.* 2001).

La quantità di caseina nel latte è influenzata da fattori di ordine genetico, fisiologico, nutrizionale ed igienico-sanitario. Sebbene l'elemento principale sia quello dell'editarietà genetica su cui si può agire soltanto attraverso la selezione degli animali, esiste una variabilità anche in funzione di altri fattori quali la lattazione, lo stato sanitario, l'alimentazione o le condizioni climatiche di stabulazione che sono, almeno parzialmente, gestibili dall'allevatore.

## Parametri qualitativi del latte prodotto in Lombardia: le caseine e le proteine

Il sistema di **pagamento differenziato** del latte è lo strumento per la realizzazione da una parte di un sistema di monitoraggio continuo sul latte prodotto negli allevamenti e destinato, attraverso diversi processi produttivi, all'alimentazione umana e, d'altra parte, per la realizzazione di un meccanismo di riequilibrio economico del mercato. È indubbio infatti che, aldilà dei dati e delle informazioni che due volte al mese si ottengono sul latte prodotto da ciascun allevamento, il nucleo centrale di questo sistema è quello di correggere il flusso finanziario tra produttori ed acquirenti in funzione della qualità del prodotto compravenduto. Il sistema rappresenta inoltre un elemento di stimolo al miglioramento qualitativo in quanto tende a riconoscere, economicamente, i maggiori sforzi ed investimenti che l'allevatore mette in atto per ottenere nella propria azienda un prodotto di maggior qualità. È dunque sulla base di questi elementi che annualmente sono definiti i criteri applicativi del sistema di pagamento differenziato che ne determinano ed eventualmente aggiornano, i diversi aspetti: dalle modalità e frequenza dei prelievi, alla possibilità di utilizzare sostanze conservanti, dai parametri qualitativi da determinare alle metodiche

analitiche da applicare fino alla definizione delle “fasce” qualitative e dei corrispettivi premi e penalità in Euro per 1.000 litri di latte (dal 2001). Se si escludono le strutture cooperative che, per ovvi motivi, godono di una certa “indipendenza” di applicazione degli accordi interprofessionali, il sistema di pagamento differenziato è messo in pratica secondo questi accordi stipulati, in genere, contestualmente alla definizione del prezzo base del latte tra i rappresentanti delle industrie casearie e delle associazioni allevatori.

Tra le problematiche aperte da tempo, vi è senza dubbio quella legata alla necessità di utilizzare un parametro qualitativo più rispondente alle effettive **rese casearie del latte** rispetto alle tradizionali “proteine”. Questo parametro è da tempo stato individuato nelle “caseine” proprio perchè, come già accennato, è questa la quota di sostanza proteica che si trasforma direttamente in formaggio e determina quindi in gran parte la resa del caseificio.

È sempre esistito però un impedimento tecnico all’introduzione di questo parametro nel sistema di pagamento differenziato al posto di quello delle proteine: la metodica analitica, tradizionale ed ufficiale, per la determinazione delle caseine (descritta nell’apposito capitolo) non può infatti essere applicata che su di un numero molto limitato di campioni al giorno (indicativamente possiamo dire che un operatore esperto in una giornata lavorativa può arrivare a eseguire una ventina di determinazioni della caseina, a fronte dei circa 900 campioni di latte di massa che il nostro Laboratorio analizza quotidianamente per il pagamento del latte in base alla qualità). Il problema è stato risolto, in alcune realtà territoriali, assumendo che il rapporto tra proteine e caseine nel latte sia costante (ad esempio 77%) e quindi, trasformando il tradizionale dato delle proteine in quello delle caseine eseguendo semplicemente una **operazione matematica** di trasformazione del risultato. È evidente che in questo modo, sebbene il parametro qualitativo si chiami caseine, si esegue, di fatto, una deduzione del dato a partire da quello delle proteine e si dà per scontato che tutto il latte, di tutti gli allevamenti, abbia un rapporto caseine/proteine uguale e costante nel corso dell’anno. Se ad esempio si considera un latte con un valore di proteina pari a 3,4 % le caseine risulteranno automaticamente circa 2,62 %, ma nella realtà la caseina di quel latte potrebbe avere valori molto più piccoli o molto più elevati.

La disponibilità di una nuova generazione di strumenti analitici all’infrarosso ha però modificato negli ultimi anni radicalmente questa situazione. Dopo un periodo di collaudo e sperimentazione (utilizzato, tra l’altro, proprio per **validare la curva di calibrazione per il parametro caseine**) presso il nostro laboratorio è stato inserito nell’attività quotidiana del laboratorio lo strumento **MilKoscan FT 6000** (Foss, DK) in grado di analizzare fino a 500 campioni /ora per un complesso di parametri comprendenti Grasso, Proteine, Lattosio e Caseine.

I dati analitici raccolti nel corso del 2002 e 2003 sui campioni conferiti quindicinalmente nell’ambito del programma di pagamento differenziato, consentono dunque per la prima volta, di disporre della situazione relativa al rapporto tra proteine e caseine per un consistente gruppo di allevamenti (la quasi totalità di quelli Lombardi e piccole porzioni di quelli delle regioni limitrofe, per un totale di circa 7.000 allevamenti e una produzione di latte superiore al 40% di quella nazionale) e nel corso di un intero anno di produzione.

Proprio perché originati da una grande massa di determinazioni analitiche, i dati osservati forniscono informazioni complessive e sintetiche, mentre non sono ancora stati elaborati con l’obiettivo di valutare la notevole variabilità esistente nelle tipologie di allevamento (razza, stabulazione, condizioni climatiche, alimentazione, conduzione dell’al-

GRAFICO 3: Variazione di caseina e proteina nel 2002 e nel 2003

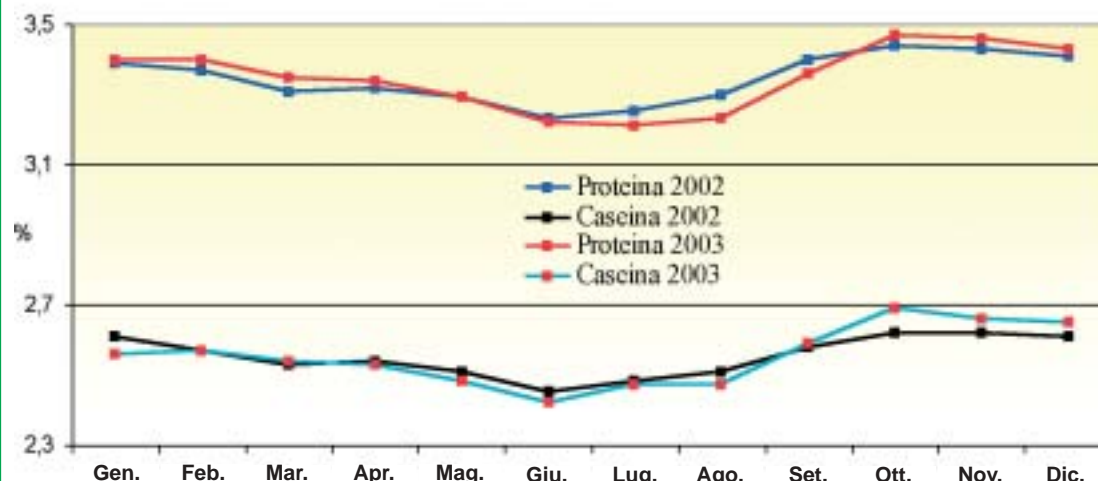
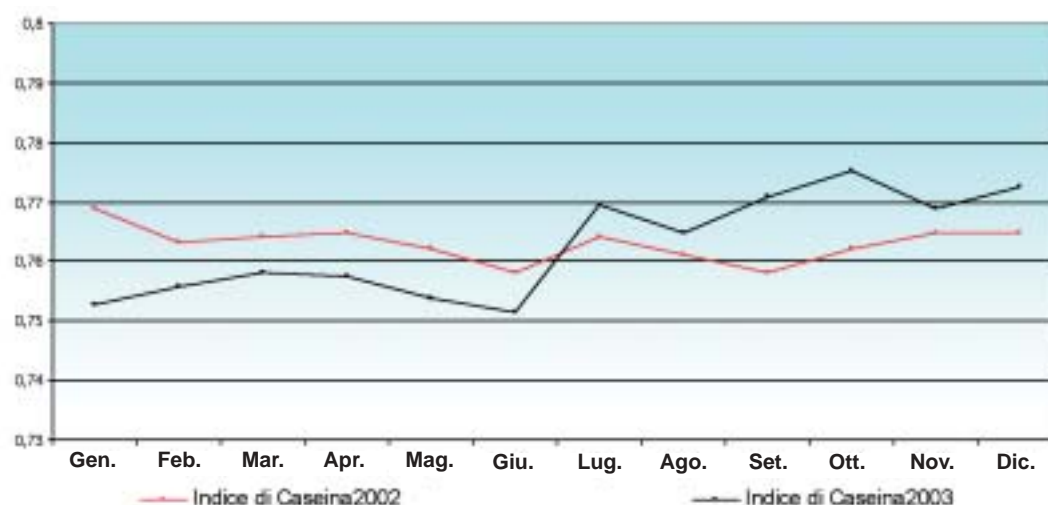


GRAFICO 4: Andamento dell'Indice di Caseina nel 2002 e nel 2003



levamento e sua dimensione) elementi tutti che saranno oggetto degli approfondimenti e delle ricerche del prossimo futuro.

L'andamento delle medie mensili di Proteine e Caseine (Grafico 3) mostra un comportamento nell'anno simile a quello descritto da diversi Autori in precedenza (Mariani *et al* 1995, Summer *et al* 1998, Phelan J.A. *et al* 1982, Coulon J.B. *et al* 1994 e Calamari *et al* 1994) con un abbassamento di entrambi i parametri nei mesi estivi, anche se le variazioni della caseina appaiono leggermente inferiori, ed un netto e repentino innalzamento con la ripresa produttiva dei primi mesi freschi che prosegue poi gradualmente fino ai mesi invernali.

Già dal Grafico 4 si nota però che l'andamento dell'**indice di caseina** appare meno uniforme; ciò testimonia che, sebbene si tratti di variazioni di entità ridotta, il rapporto



**TABELLA N° 2:**

**Valori medi mensili e deviazione standard di caseina, proteina ed indice di caseina nell'anno 2002. Totale campioni analizzati 125.909**

MESE	MEDIA CASEINA g/100 ml	DEV. ST. CASEINA g/100 ml	MEDIA PROTEINA g/100 ml	DEV. ST. PROTEINA	INDICE DI CASEINA MEDIO	CONTEGGIO CAMPIONI
GENNAIO	2,61	0,136	3,39	0,170	0,769	1763
FEBBRAIO	2,57	0,123	3,37	0,151	0,763	8191
MARZO	2,53	0,123	3,31	0,150	0,764	11521
APRILE	2,54	0,123	3,32	0,148	0,765	10439
MAGGIO	2,51	0,116	3,29	0,142	0,762	3069
GIUGNO	2,45	0,128	3,23	0,146	0,758	15592
LUGLIO	2,48	0,117	3,25	0,135	0,764	13887
AGOSTO	2,51	0,115	3,3	0,136	0,761	9486
SETTEMBRE	2,58	0,121	3,4	0,150	0,758	11499
OTTOBRE	2,62	0,122	3,44	0,145	0,762	13021
NOVEMBRE	2,62	0,122	3,43	0,143	0,765	13188
DICEMBRE	2,61	0,126	3,41	0,148	0,765	14253
MEDIA ANNUALE	2,55	0,135	3,34	0,135	0,763	

tra proteine e caseine nel latte è tutt'altro che costante ed uniforme nel corso dell'anno. È possibile che queste variazioni risentano, in particolare, di condizioni climatiche "anormale" di alcuni periodi dell'anno e non ripetitive nel corso di anni diversi (grandi caldi primaverili, piovosità o eccezionali siccità estive, eccessivo caldo autunnale sono fenomeni che, negli ultimi anni, sembrano presentarsi non più come eccezioni ma come indicatori di cambiamenti climatici veri e propri nelle nostre regioni).

Nella valutazione dei grafici precedenti è opportuno considerare con prudenza i dati del mese di Gennaio 2002 in quanto, come deducibile dalla Tabella 2, la numerosità di campioni era limitata rispetto ai mesi successivi; soltanto una parte dei caseifici ha infatti richiesto fin dal primo mese la determinazione il parametro caseine. A completare quindi il quadro annuale possiamo citare i valori medi osservati in **Gennaio 2003** su di un numero decisamente più significativo di campioni (13.314): Caseine 2,56, Proteine 3,40 per un Indice di Caseina del 75,29%.

Le distribuzioni di frequenza illustrate nei Grafici 5, 6 e 7 mostrano invece come i valori di proteine, caseine e indice caseinico si distribuiscono in base alla frequenza con cui sono osservati (numero di campioni che presentano quel determinato valore per il parametro considerato). Sembra particolarmente interessante notare che l'ampiezza di queste distribuzioni appare tutt'altro che limitata; anche escludendo infatti le code estreme, rappresentate da pochissimi campioni, è evidente che il valore di caseine, ed il relativo indice di caseina osservato, variano in un campo piuttosto ampio (per la caseina ad esempio, indicativamente da 2,25 fino a 2,80, per l'indice di caseina da 0,742 a 0,784).

La situazione dunque presenta una variabilità significativa che, tradotta in parole semplici, ci dice che il latte di allevamenti diversi può presentare, anche a parità di titolo proteico, valori di caseina e, quindi, indice di caseina ben differenti. Ciò conferma che l'a-

GRAFICO 5: Distribuzione di frequenza dei valori di proteina

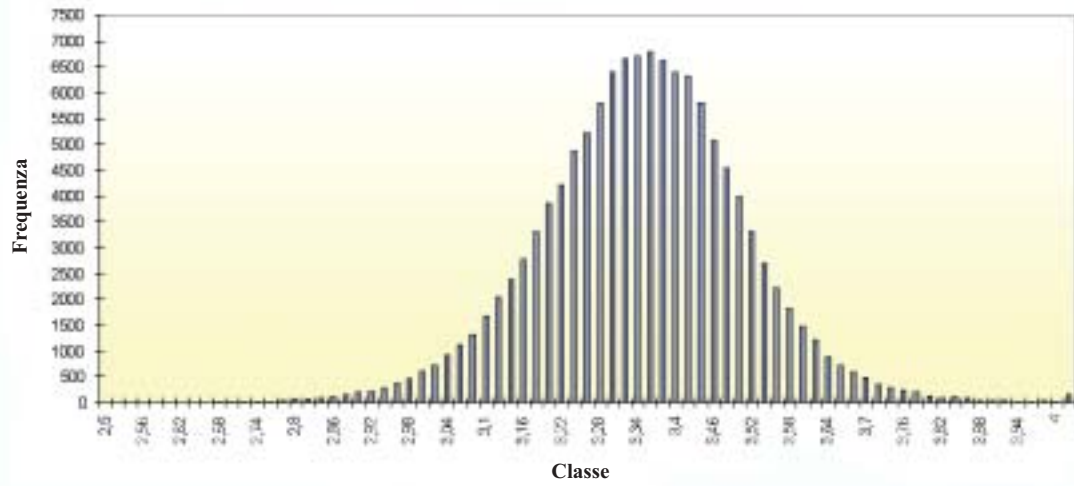


GRAFICO 6: Distribuzione di frequenza dei valori di caseina

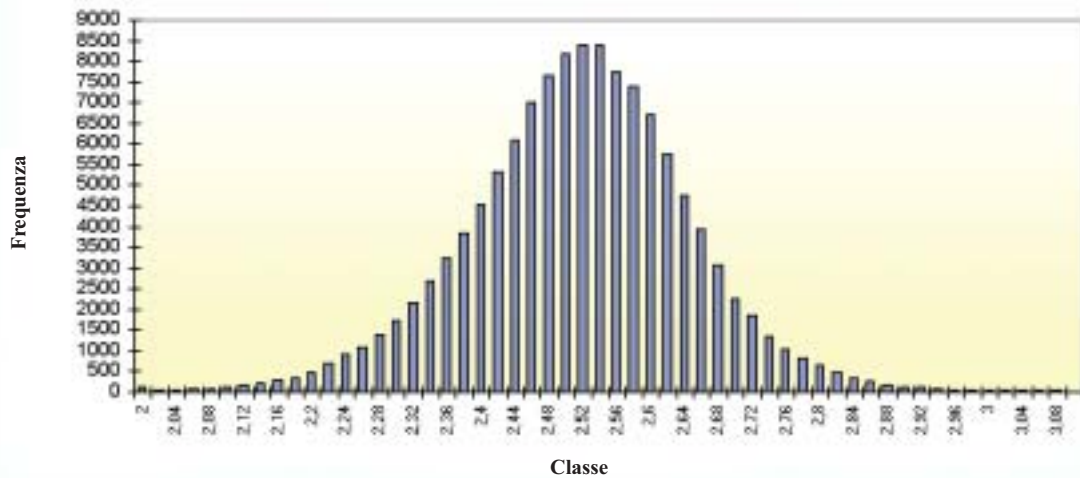
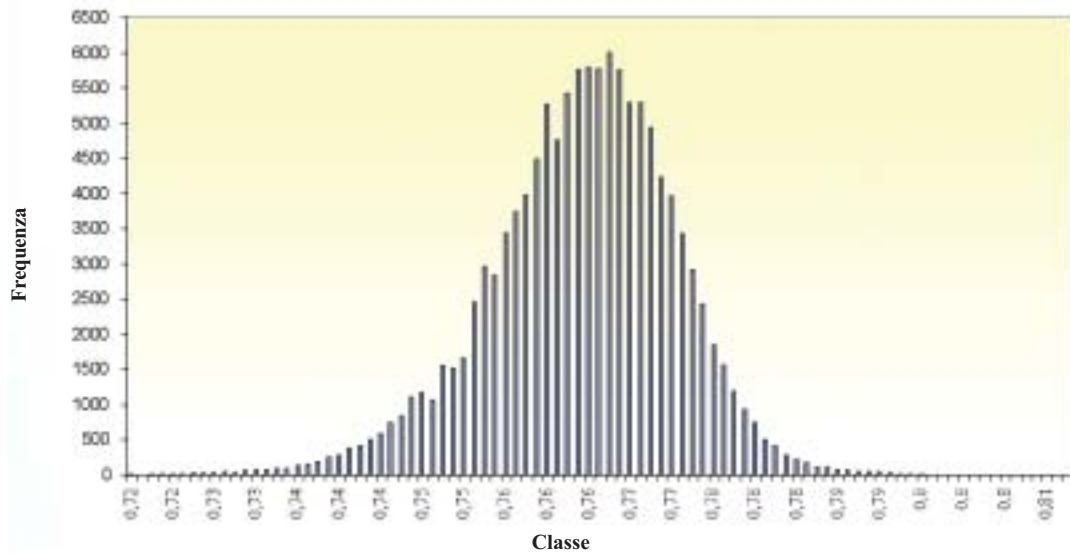


GRAFICO 7: Distribuzione di frequenza dell'indice di caseina

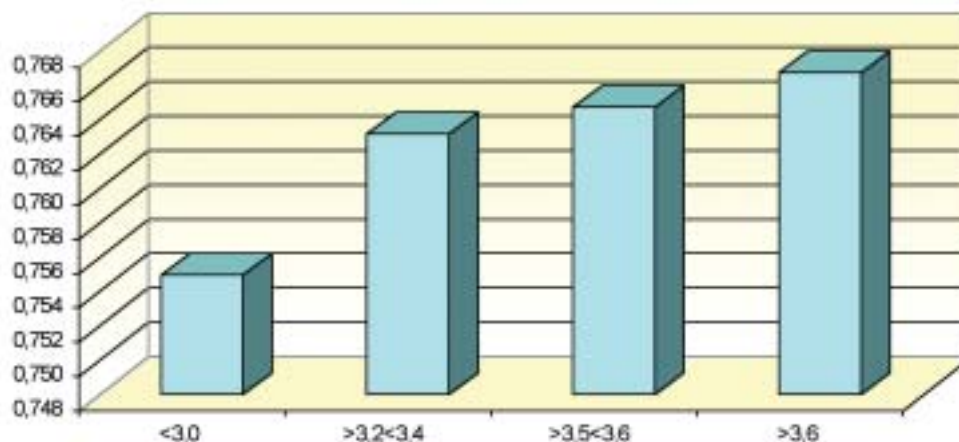


**TABELLA N° 3:**

**Valori massimi e minimi mensili di caseina, proteina ed indice di caseina rilevati nel 2002. Totale campioni analizzati 125.909.**

MESE	CASEINA g/100 ml		PROTEINA g/100 ml		INDICE DI CASEINA		CONTEGGIO CAMPIONI
	massimo	minimo	massimo	minimo	massimo	minimo	
GENNAIO	3,35	2,02	4,26	2,68	0,898	0,664	1763
FEBBRAIO	3,35	1,92	4,4	2,57	0,846	0,693	8191
MARZO	4,18	1,82	5,48	2,49	0,853	0,694	11521
APRILE	3,93	1,83	4,97	2,51	0,843	0,696	10439
MAGGIO	3,66	2,00	4,46	2,68	0,821	0,719	3069
GIUGNO	3,34	1,74	4,36	2,34	0,835	0,667	15592
LUGLIO	3,88	1,71	4,89	2,54	0,826	0,679	13887
AGOSTO	3,61	1,76	4,53	2,33	0,816	0,707	9486
SETTEMBRE	3,52	1,86	4,6	2,60	0,852	0,699	11499
OTTOBRE	4,38	1,83	5,54	2,54	0,843	0,703	13021
NOVEMBRE	3,48	1,89	4,45	2,66	0,806	0,710	13188
DICEMBRE	3,53	1,76	4,54	2,52	0,876	0,679	14253

dozione di un parametro fisso e costante nel tempo per “trasformare” il valore di proteine in quello di caseine comporta errori di valutazione certamente significativi. A scopo informativo, per i medesimi parametri, si forniscono anche i dati relativi ai valori minimi e massimi osservati nel corso dei mesi ed al valore di dispersione osservato attorno alla media (deviazione standard) (Tabella 3); in questo caso è evidente che il campo di variabilità risulta enormemente allargato in quanto, in ogni mese, compaiono i valori (massimo e minimo) di un singolo campione che, di norma, corrisponde a situazioni di allevamento molto particolari e non indicativi della maggioranza degli allevamenti. I valori limite si osservano infatti di solito in allevamenti di piccolissime dimensioni e con modalità di conduzione particolari quali il pascolo estivo, l'alimentazione con erba fresca, mungiture particolarmente prolungate ecc.ecc. Riteniamo comunque interessante considerare anche queste situazioni marginali nell'ambito della descrizione del quadro di

**GRAFICO 8:** Rapporto fra percentuale di proteina nel latte e indice di caseina

**TABELLA N° 4:**  
**Rapporto fra proteina ed indice di caseina**

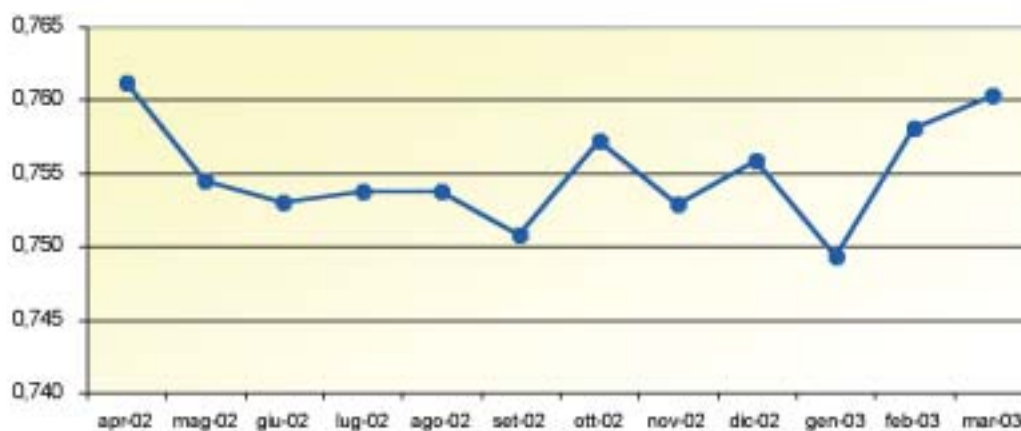
TASSO DI PROTEINA	INDICE DI CASEINA	CONTEGGIO DATI
<3,0 gr/dl	0,755	2516
>3,2 <3,4 gr/dl	0,763	56516
>3,5 <3,6 gr/dl	0,765	10837
>3,6 gr/dl	0,767	5800

variabilità complessiva scaturito dal primo anno di osservazioni.

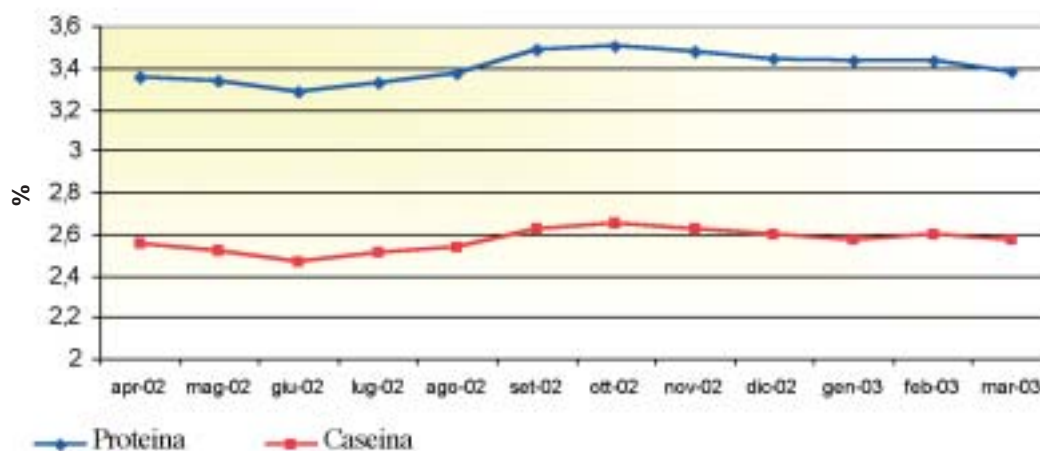
Allo scopo di confermare ulteriormente l'importanza di ricorrere al parametro caseina e/o indice di caseina per una più accurata valutazione della qualità del latte destinato alla caseificazione possono servire le indicazioni fornite con il Grafico 8 e la

Tabella 4. Suddividendo i campioni analizzati (e quindi indirettamente gli allevamenti controllati) in funzione del valore proteico osservato, risulta evidente che l'indice di caseina appare significativamente diverso tra la prima colonna e l'ultima colonna. La prima colonna identifica situazioni di evidente insufficienza del titolo proteico attribuibili a gravi scompensi alimentari ed errori gestionali, mentre l'ultima rappresenta situazioni di chiara eccellenza con valore proteico superiore a 3,60 g/100ml. In quest'ultimo caso, oltre all'ovvio maggior contenuto in caseine, si osserva anche un deciso miglioramento dell'indice di

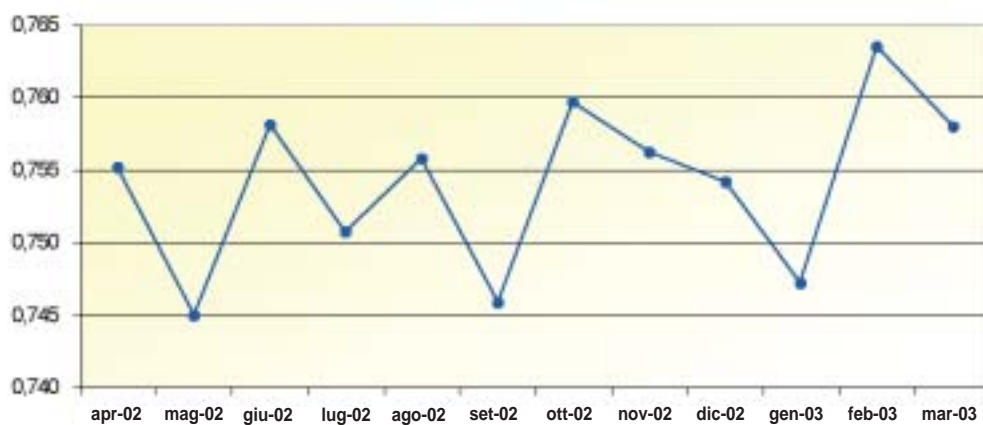
**GRAFICO 9:** Variazioni mensili dell'indice di caseina (caseificio A)



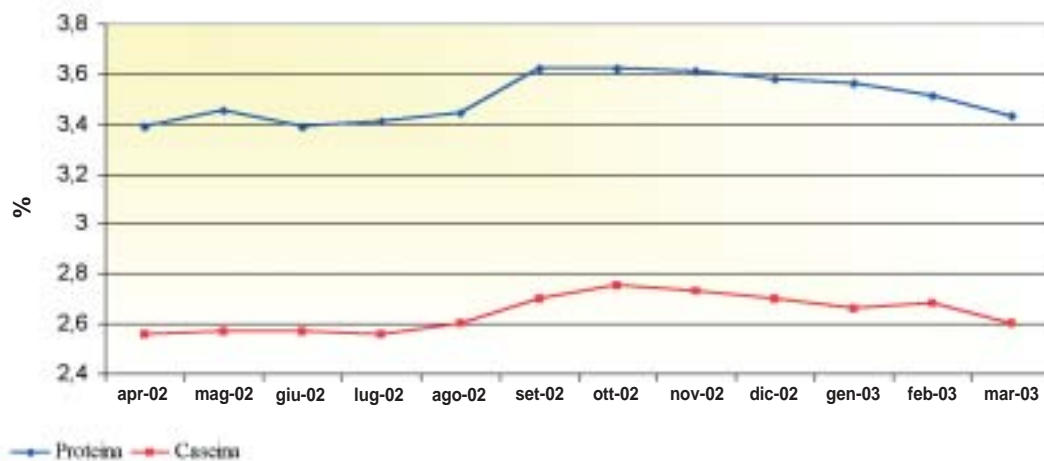
**GRAFICO 10:** Variazioni mensili di caseina e proteina (caseificio A)



**GRAFICO 11:** Variazioni mensili dell'indice di caseina (caseificio B)



**GRAFICO 12:** Variazioni mensili di caseina e proteina (caseificio B)



caseina e quindi in definitiva della resa casearia ottenibile con quel latte; ciò può fugare, almeno in parte e fatti salvi casi particolari, i dubbi sul fatto che a valori molto elevati di proteine possano corrispondere eccessi di sostanze azotate non caseiniche e quindi mancate corrispondenze di rese casearie. Soltanto disponendo del valore dell'indice di caseina però, è possibile, sul singolo campione o sul singolo allevamento, comprendere se l'apporto proteico fornito dal latte si tradurrà o meno in formaggio prodotto.

Non avendo approfondito l'analisi dei dati fino alle caratteristiche del latte dei singoli allevamenti si sono volute analizzare quelle del latte complessivamente conferito, nell'arco dell'anno, a due caseifici scelti casualmente tra quelli che partecipano al programma di pagamento differenziato. Nel primo caso, Caseificio A (Grafici 9 e 10), il latte corrisponde al prodotto di circa 50 allevamenti di pianura, nel secondo, Caseificio B (Grafici 11 e 12), a circa 20 allevamenti situati in zona collinare. L'andamento dei titoli di caseina e proteina sembrano seguire uniformemente, ed in modo simile nei due caseifici, l'andamento già osservato nei grafici relativi alle analisi totali del laboratorio. È però degno di nota il fatto che nell'arco dell'annata casearia a cui i dati si riferiscono (Aprile 2002-Marzo 2003) il prodotto conferito al caseificio B presentava una variabilità di indice di

caseina decisamente maggiore e, soprattutto, un andamento meno regolare. Se si considera che ambedue i caseifici trasformano il latte in formaggio Grana Padano è facile dedurre la differente situazione che si verrà a determinare sia per quanto riguarda la standardizzazione del processo di caseificazione e l'uniformità di prodotto che, soprattutto, per quanto riguarda la resa produttiva.

Anche questo tipo di valutazioni, e le rilevanti conseguenze economiche che comportano, saranno oggetto di ricerche specifiche ed approfondite nel prossimo futuro, man mano che si accumuleranno informazioni ed esperienze su questo parametro qualitativo del latte che, pur essendo "tradizionale", è diventato determinabile su grandi quantità di campioni soltanto da poco tempo.

## La caseina nel pagamento del latte in base alla qualità

**Obiettivi del sistema** - I sistemi di pagamento del latte in base alla qualità sono stati introdotti in quasi tutti i Paesi Europei con un duplice scopo: il primo immediato e diretto era quello di creare una spinta al miglioramento qualitativo del prodotto finalizzata essenzialmente alle esigenze economico-commerciali dei diversi attori della filiera lattiero-casearia, ed il secondo, indirettamente e a medio-lungo periodo, puntava a creare un sistema che fornisse in modo "automatico" una enorme mole di informazioni e dati utili ed utilizzabili non solo dagli operatori della filiera, ma anche da figure professionali diverse che, a vario titolo, erano interessate alle problematiche delle caratteristiche del latte.

Tutti e due gli obiettivi si possono considerare raggiunti, anche se parzialmente, sia a livello comunitario che in Italia, perlomeno nelle regioni del nord a maggiore vocazione zootecnica. È un dato di fatto, ad esempio, che il livello qualitativo medio del latte prodotto in Lombardia è di gran lunga superiore a quello che si poteva osservare alla fine degli anni '80, quando iniziò il programma completo di pagamento differenziato a livello regionale, ed ancor di più se viene confrontato con il latte prodotto in Provincia di Brescia alla fine degli anni '70 quando prese il via un programma provinciale che coinvolse i caseifici, gli allevatori, l'Istituto Zooprofilattico e il nascente Centro Miglioramento Qualità Latte per l'assistenza tecnica in campo. Allo stesso modo è un dato di fatto che, proprio grazie all'esperienza accumulata in questi anni, è oggi possibile "sfruttare" da parte di allevatori e caseifici, il controllo quindicinale del latte degli allevamenti anche per dimostrare l'efficacia dei piani di autocontrollo messi in atto, e creare quindi una sinergia e un non trascurabile risparmio di risorse, tra attività di autocontrollo e attività di controllo ufficiale da parte dei Servizi Veterinari delle ASL. I dati che si sono accumulati negli anni sono poi stati utilizzati a più riprese per il calcolo delle quote produttive, per scelte commerciali nel settore della produzione del latte alimentare (pastorizzato o a lunga conservazione) per la valutazione di innovazioni nutrizionali nel settore mangimistico, per la valutazione di trattamenti farmacologici o ricerche di altro tipo sull'attività produttiva delle bovine da latte, e ancora per dimostrare alle Autorità e ai consumatori che, nella filiera lattiero casearia, già a partire dalla materia prima diret-

tamente fornita dagli animali si attiva un sistema di controllo che, con tutti i limiti, è sicuramente più diffuso ed organizzato che in altre filiere agro-alimentari.

L'obiettivo del miglioramento qualitativo è quello che ha dato risultati forse più evidenti e rapidi, in quanto attraverso la leva economica ha coinvolto e stimolato da una parte gli allevatori a migliorare la gestione aziendale per un maggior profitto economico e dall'altra i caseifici a muoversi sul mercato sulla base di dati ed evidenze tecnico-scientifiche che in passato sicuramente mancavano. È però indubbio che il sistema di pagamento del latte in base alla qualità non ha seguito, nel periodo successivo indicativamente a fine anni '90, quella tendenza allo sviluppo ed all'aggiornamento migliorativo che si rendeva via via sempre più necessario. L'attuale sistema è, sicuramente ancora utile, ma indubbiamente sempre più datato.

**Sviluppo e prospettive del sistema** - Tra gli aspetti più appariscenti di questo problema vi è quello di "qualità di base"; concetto fondamentale per l'avvio di un sistema di pagamento differenziato, ma non sufficiente ad un sistema evoluto ed attuale.

I parametri che definiscono la qualità del latte, e che ne condizionano quindi il prezzo di compravendita, sono rimasti pressoché invariati nell'arco di quindici anni e sono quelli che, in qualunque sistema applicato all'estero, costituiscono il primo "step" della caratterizzazione qualitativa del prodotto. Se si escludono infatti gli Sporigeni Anaerobi (parametro facoltativo) che sono tipicamente legati, ed utilizzati, nella filiera produttiva dei formaggi a lunga stagionatura, gli altri parametri (carica batterica totale, grasso, proteine,

cellule somatiche) sono "buoni per tutte le stagioni", vale a dire costituiscono requisiti essenziali indipendentemente dal tipo di latte prodotto e dal tipo di prodotto caseario a cui sono destinati. Tant'è vero, che alcuni di essi sono diventati requisiti minimi nella normativa più recente (DPR 54/97 media geometrica per la carica batterica e per le cellule somatiche). I motivi di questo immobilismo sono

numerosi e, spesso, complessi in quanto riguardano aspetti organizzativi, tecnici, economici e politico-sociali, che rischiano, in un prossimo futuro, di vanificare l'enorme impegno finora dedicato a questo programma deprezzando tutto ciò che di ancora attuale, utile, e rilevante ancora funziona. È quindi evidente che il mantenimento e il miglioramento del sistema richiede adeguamenti alle moderne esigenze produttive, tanto degli allevatori che dell'industria casearia, a partire innanzitutto dal passaggio dal concetto di "qualità di base" a quello di "qualità finalizzata" al tipo di processo produttivo: un "latte di qualità" per produrre yogurt o gelato non è automaticamente "di qualità" per chi deve produrre gorgonzola o provolone e viceversa, e gli esempi di questo tipo sono molteplici.

Negli ultimi anni il Laboratorio dell'IZS di Brescia ha visto, anzi spesso proposto o spinto, singoli caseifici ad introdurre questo tipo di modifiche con l'accordo dei propri

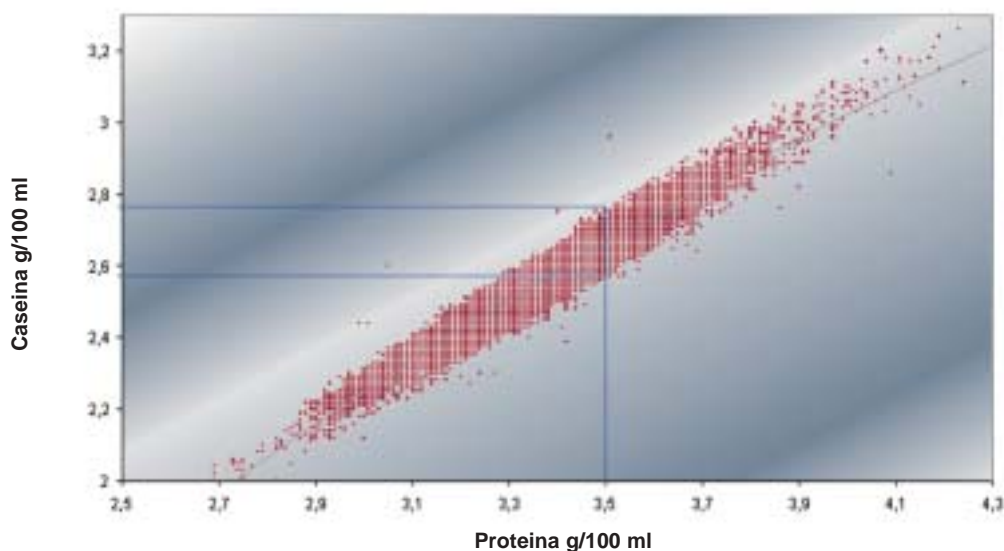
**TABELLA N° 5:**

**Ritenzione delle componenti del latte  
nella cagliata e nel siero (latte = 100%)**

*Fonte dati: Salvatori del Prato 1998*

COMPONENTE	% CAGLIATA	% SIERO
Grasso	92	8
Proteine Totali	76	24
Caseina	94	6
Lattosio	5	95
Sali	20	80
Acqua	7	93

**GRAFICO 13:** Esempio di variabilità del rapporto fra proteina e caseina



conferenti; nuovi parametri qualitativi come l'urea, il punto crioscopico, il residuo secco, l'attitudine alla coagulazione, il conteggio dei coliformi e degli stafilococchi, la ricerca di micotossine ed altri ancora sono esempi di queste iniziative, così come alcuni criteri di pagamento che premiano senza penalizzare o allargano la forbice tra latte migliore e peggiore, o con sistemi di calcolo particolarmente incentivanti, ma sempre si è trattato di iniziative isolate e che non hanno modificato il grosso del sistema di pagamento in base alla qualità. Il sistema, complesso ma ben organizzato e ormai più che collaudato, c'è e continua ad essere utilissimo, ma è fondamentale "sfruttarlo" per creare le basi di un sistema sviluppato e proiettato nel futuro.

**Il parametro caseina** - La determinazione della caseina nel latte di massa su grandi numeri di campioni è, a nostro avviso, un piccolo ma determinante passo in questa direzione e riteniamo quindi importante sottolinearne gli aspetti principali nel caso di inserimento tra i parametri del pagamento in base alla qualità dei prossimi anni.

Il primo elemento innovativo è, evidentemente, quello legato al fatto che il tenore in caseine del latte rappresenta un parametro più direttamente collegato alla resa in caseificio rispetto a quello delle proteine; ciò dipende essenzialmente dal fatto che gran parte della caseina va a costituire la cagliata (vedi Tabella 5), mentre una parte non trascurabile delle proteine totali rimane nel siero (circa il 90% delle sieroproteine) e non partecipa quindi a determinare la resa casearia.

Di conseguenza, trascurando gli effetti di eventuali affioramento e standardizzazione del latte prima della caseificazione, è possibile affermare che il valore di caseine del latte di partenza è il parametro qualitativo più direttamente collegato alla resa quantitativa del caseificio ed è quindi ovvio che il suo inserimento nella tabella dei parametri qualitativi che definiscono premi e penalità sul prezzo base del latte possa rappresentare un reale e pratico miglioramento del sistema. Ad esemplificare graficamente questo concetto può servire l'immagine del Grafico 13, nel quale sono stati raccolti i valori di proteine e caseine di numerosi campioni scelti casualmente tra quelli analizzati nel corso dell'anno. In



ascissa sono indicati i valori di proteina, mentre in ordinata sono indicati i loro valori in caseina; ad un valore di proteine del 3,5 %, scelto a caso, troviamo campioni con valori di caseine che variano da 2,57 a 2,77. All'interno del "gruppo di valori" che concorrono a determinare il valore medio utilizzato per il calcolo della retta di regressione ce ne sono quindi alcuni che coincidono o si avvicinano molto al valore che si otterrebbe con il classico calcolo che vede ad esempio la caseina pari al 76% delle proteine (in questo caso: caseina = 2,66%) ma si perderebbero i casi particolari (es: 2,57 e 2,77) che differenziano qualitativamente il latte.

**Vantaggi indiretti** - In secondo luogo, utilizzando il valore di caseine al posto o a fianco di quello tradizionale delle proteine, si realizzerebbe un secondo tipo di miglioramento del sistema pagamento qualità: quello di eliminare o ridurre le conseguenze di una regola che inizialmente corretta, ha introdotto, a causa di semplicistiche variazioni dei valori di riferimento, sperequazioni ed errori di valutazione sulla reale qualità del latte.

Nel caso in cui le cellule somatiche superino il valore di 400.000 (media geometrica trimestrale) attualmente viene annullato l'eventuale premio determinato da un valore di proteine superiore a quello di franchigia.

Ciò deriva dalla necessità, sentita fin dalla prima stesura della tabella per il pagamento differenziato nel 1989, di "penalizzare" o comunque "non premiare" quel latte che presentava un elevato titolo proteico a causa della abbondante presenza di proteine infiammatorie (presenti in caso di mastite ed infiammazione mammaria). Questo tipo di latte infatti, a discapito dell'elevato titolo proteico, non assicurava rese casearie corrispondenti (la quota di caseina era infatti decisamente più bassa del 76-77% che ci si poteva aspettare da un latte normale) ed era quindi desiderio del caseificio creare un sistema di compensazione che, pur premiando gli elevati titoli di proteine penalizzasse quelli attribuibili ad incremento di proteine infiammatorie e non di caseine. È da sottolineare che, in origine, il valore di cellule somatiche considerato soglia per l'applicazione di questa regola era 800.000 cellule/ml, un valore cioè sicuramente indicatore di situazioni di disturbo secretorio nelle mammella della mandria interessata e, altrettanto sicuramente, di una elevata componente di sieroproteine o proteine infiammatorie nel totale della sostanza

**TABELLA N° 6:**  
**Valutazione qualitativa in funzione del rapporto**  
**tra Proteine e Cellule Somatiche**

LATTE	CELLULE SOMATICHE x 1.000/ml		PROTEINE g/100 ml		CONTEGGIO ATTUALE PAGAMENTO DIFFERENZIATO	RISULTATO ECONOMICO x 1.000/litri
1	800	(-0,0051646)	3,02%	(-0,0154422)	- 0,0206068	- 206,068 Euro
2	800	(-0,0051646)	3,45%	( 0 )	- 0,0051646	- 154,646 Euro
3	450	(-0,0051646)	3,75%	( 0 )	- 0,0051646	- 387,346 Euro
4	1.250	(-0,0051646)	3,24%	(-0,0005165)	- 0, 0056811	- 56,811 Euro
5	300	(+0,0025823)	3,10%	(-0,0077475)	- 0,0051652	- 51,652 Euro
6	375	(+0,0025823)	3,65%	(+0,023499)	+ 0,0260813	+ 260,813 Euro

za proteica. Questo valore limite, giustificato scientificamente, è però entrato nelle trattative annuali ed è stato, erroneamente, trattato come un parametro commerciale, per cui con l'andare del tempo e con il miglioramento progressivo della qualità media del latte è stato pian piano ridotto come si è fatto, ad esempio per le fasce di carica batterica. Ciò ha introdotto un primo elemento di distorsione della valutazione qualitativa del latte: se infatti è vero che con valori superiori a 800.000 cellule una parte significativa delle proteine è costituita da sieroproteine, quando si parla di valori superiori a 400.000 cellule questa affermazione diventa discutibile o, comunque, la quota di proteine infiammatorie non è più così importante da giustificare un intervento "correttivo" così drastico quale l'annullamento totale dell'eventuale premio proteine.

**Un ulteriore vantaggio** - Purtroppo gli errori dell'attuale sistema, evitabili con l'introduzione del parametro caseine, non finiscono qui. Si veda, ad esempio, cosa accade nei confronti di diversi tipi di latte indicati nella tabella 6.

1. Il Latte 1 riceve una penalità elevata a causa sia del ridotto apporto proteico che dell'elevato numero in cellule somatiche, il Latte 2 a parità di cellule somatiche ha un bilancio comunque negativo a causa del premio proteine non percepito; ma la situazione diviene eclatante se si osserva il Latte 3: con un valore di cellule che, anche se superiore al limite legale, è comunque decisamente inferiore a quello dei Latti 1 e 2 e con valori di proteine elevatissimi, riceve, di fatto, la medesima penalità del Latte 2 e presenta un bilancio finale, considerato il premio proteine non percepito, addirittura peggiore di quello del Latte 1. È indubbio che la qualità del latte 3 e la quantità di caseine fornite al caseificio sia di gran lunga superiore a quella del Latte 1 ed anche del Latte 2.
2. Il latte 4, che è quello decisamente scadente, riceve tutto sommato una penalità limitata rispetto agli altri e presenta un bilancio finale addirittura migliore dei tre precedenti, malgrado il valore di cellule somatiche testimoni i gravi problemi sanitari della mandria e quindi, anche, la scarsa qualità oltre che la ridotta quantità delle proteine consegnate.
3. Il latte 5 fornisce una quantità di proteine decisamente bassa rispetto ai casi precedenti ed anche se è presumibile che la quota di sieroproteine di questo latte sia limitata, è evidente che la quantità di caseina che arriva in lavorazione sarà decisamente inferiore a quella dei latte 2 e 3; malgrado ciò, grazie al premio per il basso valore in cellule somatiche, risulta essere penalizzato in misura molto simile ai latti 2 e 3, con un bilancio finale decisamente più favorevole.
4. Per arrivare alla situazione "commercialmente assurda", del latte 6 che, pur essendo grosso modo paragonabile al Latte 3, riceve un premio consistente e chiude con un bilancio assolutamente positivo. I Latti 3 e 6 rappresentano gli estremi massimo e minimo del risultato di bilancio, quando invece sono i due latti più "simili" qualitativamente di tutto il gruppo.

**Bilancio conclusivo** - Si potrebbero moltiplicare gli esempi che dimostrano che l'attuale sistema, pur non essendo in generale a vantaggio di una delle due parti produttrice/acquirente, determina sperequazioni tra allevatori penalizzando eccessivamente alcuni, penalizzando troppo poco altri o premiando meno di quanto meriterebbero altri ancora.

L'utilizzo delle caseine non farebbe scomparire totalmente questo tipo di errori di

valutazioni, ma sicuramente ridurrebbe in modo estremamente significativo le eventuali “ingiustizie” con valutazioni più rispondenti alla reale qualità del prodotto da una parte e al “rendimento” che il prodotto fornisce a chi lo utilizza in caseificio.

Oltre alla presenza di proteine di origine infiammatorie, esiste un altro elemento di discussione sul “valore” caseario del parametro proteine. Di fronte ad elevati valori di proteine, e magari a rese di caseificio non proprio esaltanti, sorge il sospetto di eccessi di urea nel latte. L'**urea** è un costituente metabolico normalmente presente nel latte che si presenta con valori elevati in caso di squilibrio alimentare quali, ad esempio, eccessi proteici nella dieta. È un parametro tendenzialmente elevato nelle bovine ad alta produzione, ma soprattutto, contiene azoto e quindi, in linea teorica va ad aumentare il valore delle **Sostanze Azotate** del latte. Il dubbio che eccessi di urea, a causa di squilibri alimentari o di aggiunte fraudolente, possa incrementare il titolo proteico del latte è scientificamente giustificabile. In effetti il tenore in sostanze azotate viene ad essere modificato in caso di eccessi di urea. È però da sottolineare il fatto che la valutazione del parametro “proteine” eseguita con le strumentazioni all’infrarosso, attualmente in uso in tutti i laboratori dedicati al pagamento qualità, risentono in modo molto marginale della presenza di molecole di urea; ciò è dimostrato, oltre che da alcune prove sperimentali eseguite nel nostro laboratorio (dati non pubblicati) anche dai dati presentati nei Grafici n° 19 e 20 che, come detto, sembrano indicare, almeno ad una prima analisi, lievi variazioni della quantità di urea sui valori di proteine e caseine e quindi sull’indice di caseina che passa dal 76,43% al 76,25 % al variare del contenuto di urea da < di 20 a 30 mg/100 ml. Valori superiori a tale limite sembrano invece influenzare maggiormente la variazione dell’indice di caseina anche se non sembrano essere particolarmente eclatanti.

In sintesi dunque i vantaggi dell’utilizzo del parametro caseine non si limitano a quello, comunque importantissimo, di avere una qualità del latte più collegata alla resa casearia, ma comprendono anche quello di realizzare un sistema di premi e penalità più equilibrato e corretto, in una parola più “giusto” e, di conseguenza, economicamente più efficace.

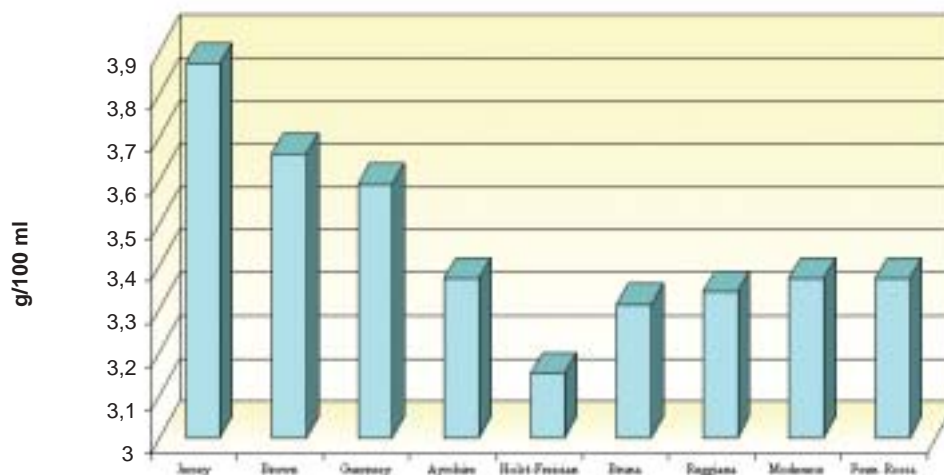
Esistono svantaggi nell’introduzione del parametro caseine nel sistema di pagamento del latte in base alla qualità ?

La risposta non può essere che affermativa, è infatti ovvio che, in questo tipo di decisioni le cose non sono mai tutte nere o tutte bianche; a fronte dei vantaggi finora elencati è giusto ricordare quindi anche alcuni problemi che si dovranno affrontare in caso di utilizzo di questo parametro per il pagamento differenziato:

**1 – Miglioramento del parametro** - Nell’allevamento in cui si evidenziasse un basso valore di caseine, l’intervento migliorativo dovrebbe essere affrontato con soluzioni a breve periodo per una rapido ma parziale miglioramento, ma l’obiettivo non potrebbe essere pienamente realizzato se non in tempi piuttosto lunghi. A differenza di altri parametri, il contenuto di caseine del latte può essere modulato con interventi tecnico-gestionali mirati al management ed in particolare alla sanità della mammella, ma soltanto scelte di selezione genetica degli animali possono modificare in modo radicale il livello di indice di caseina del latte prodotto in un allevamento. L’introduzione di nuovi animali, magari di razza diversa, può comunque aiutare a migliorare il parametro nel periodo di attesa.

**2- Dati di riferimento** - L’utilizzo del parametro in una Tabella che definisca le fasce qualitative e i relativi premi e penalità, presuppone la conoscenza, perlomeno, dei dati

**GRAFICO 14:** Contenuto proteico medio del latte di alcune razze bovine



**Fonte dati:** Mariani P. et al 1987

medi del latte conferito a ciascun caseificio. Considerato che, soltanto da poco più di due anni è possibile determinare le caseine su grandi numeri di campioni, è evidente che le informazioni sono ancora ridotte. La definizione delle fasce di premio e di penalità potrebbe quindi risultare, a fine anno, sbilanciata dalla parte dei produttori (premi eccessivi) o degli acquirenti trasformatori (penalità eccessive); è questo il motivo principale per cui in molti casi, i caseifici d'accordo con i propri conferenti, pur richiedendo la determinazione della caseina, hanno atteso a modificare le modalità di realizzazione delle tabelle per il pagamento differenziato, così da disporre perlomeno di una base informativa annuale sulla quale fare valutazioni preventive.

**3- Incentivo economico** - Dalle prime prove di simulazione eseguite, sembra che la sostituzione delle proteine con le caseine ridurrebbe la differenza economica tra il latte peggiore e quello migliore; la cosiddetta “forbice” del pagamento qualità subirebbe cioè una leggera chiusura, con riduzione delle differenze tra premi e penalità. Ciò è dovuto, essenzialmente, alla minore variabilità delle caseine rispetto alle proteine sia, in generale, nel corso dell'anno nel medesimo allevamento, sia in particolare tra allevamento ed allevamento. L'inconveniente è comunque superabile o realizzando più fasce con premio/penalità crescente o, più semplicemente, riservando al parametro caseina un valore di premio/penalità più elevato di quello previsto per le proteine.

Il mantenimento di una “forbice” larga, anzi se possibile un suo progressivo allargamento, è infatti una condizione essenziale per il mantenimento e lo sviluppo del pagamento differenziato; soltanto se esiste un reale stimolo economico a investire nel miglioramento della gestione aziendale e, dall'altra parte, un disincentivo ad accettare passivamente le conseguenze della scarsa qualità del proprio prodotto, è possibile che il pagamento differenziato si avvicini ai propri obiettivi: migliorare la qualità del latte. Non si tratta “della quadratura del cerchio” bensì del fatto che un sistema che migliora la propria efficienza interna, diventa matematicamente più redditizio, per tutta la filiera, nel momento in cui i prodotti finali arrivano alla fine della filiera commerciale.

# Fattori di variabilità del contenuto di caseina del latte

## RAZZA E VARIABILITÀ GENETICA

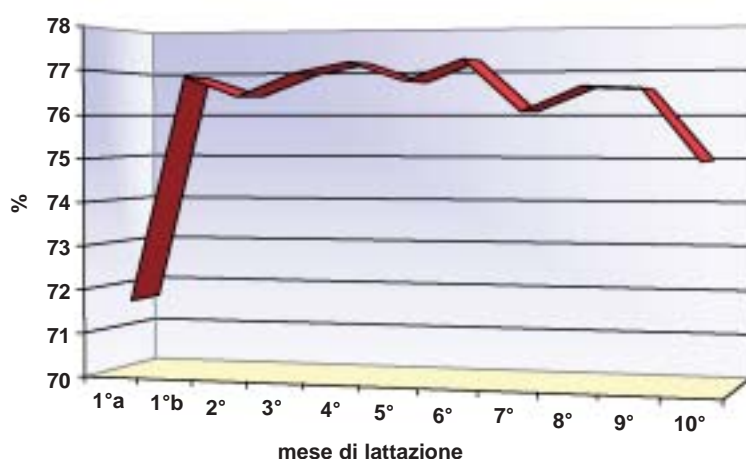
Ogni razza bovina è caratterizzata dal produrre latte con un diverso contenuto proteico medio; il latte delle vacche di razza Jersey è, ad esempio, mediamente più ricco in proteina totale ed in caseina rispetto a quello della Holstein, anche se la produzione totale di caseina, durante la lattazione, rimane a favore di quest'ultima perché produce maggiori

quantità di latte.

Variazioni del contenuto di caseina sono state osservate anche tra le diverse razze italiane, anche se complessivamente le differenze non sono risultate significative. L'indice di caseina più elevato fra le razze allevate in Italia è quello della Modenese (79%), il più basso è quello della Frisona (76,9%), mentre le altre razze hanno un indice di caseina intermedio (Grafico 14). I dati riportati si riferiscono ad indagini condotte sperimentalmente su numeri relativamente ridotti di animali e in condizioni di allevamento particolari in quanto differenti dalle attuali condizioni di allevamento della vacche da latte ad alta produzione

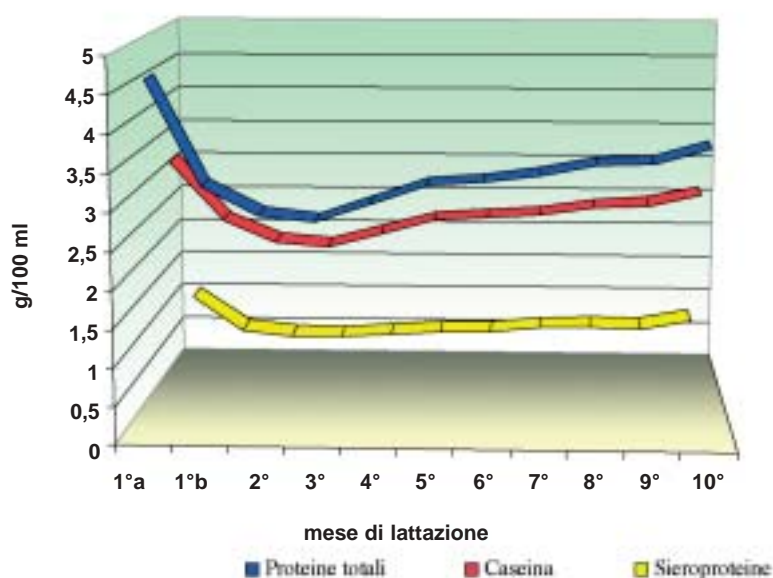
Proporzionalmente il contenuto delle singole frazioni caseini-

**GRAFICO 15:** Variazioni dell'indice di caseina durante la lattazione



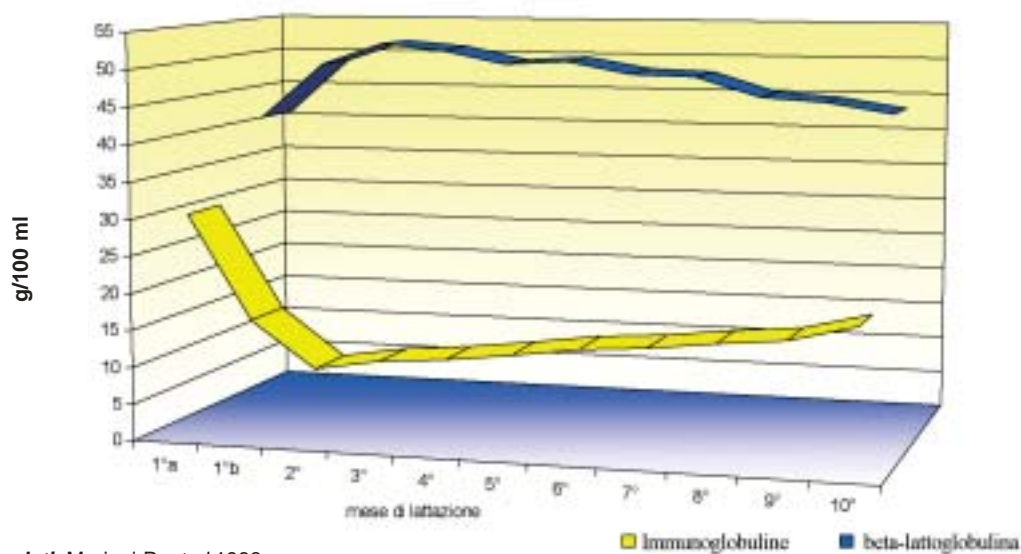
Fonte dati: Mariani P. et al 1983

**GRAFICO 16:** Variazione del contenuto in proteine totali, caseina e sieroproteine durante la lattazione



Fonte dati: Mariani P. et al 1983

**GRAFICO 17:** Variazioni del contenuto di immunoglobuline ed in beta-lattoglobulina durante la lattazione



Fonte dati: Mariani P. et al 1983

che rimane pressochè costante nel latte di quasi tutte le razze, ad eccezione del latte delle vacche di razza Jersey che risulta lievemente più ricco di  $\kappa$ -caseina rispetto alla Frisona (Mariani et al.1987).

La sintesi della  **$\kappa$ -caseina** è regolata da due geni autosomici codominanti: A e B. Le vacche con genotipo BB sintetizzano una maggiore quantità di caseina ed una minore quantità di  $\beta$ -Lattoglobulina rispetto alle vacche con genotipo AA (Rozzi et al. 1989). Il latte  $\kappa$ -caseina B ha caratteristiche tecnologiche migliori del latte  $\kappa$ -caseina A: un tempo di coagulazione inferiore, migliore consistenza della cagliata, un quadro micellare più uniforme e con micelle di piccole dimensioni, minori quantità di acido citrico, maggiore contenuto in caseina ed un indice di caseina più elevato. Le vacche con genotipo AB producono latte con caratteristiche intermedie fra i due tipi di latte (Mariani et al. 1992).

La **frazione  $\alpha_{s1}$  delle caseine** è codificata da un gene (CSN1S1) che può presentare una mutazione che ne riduce la quantità sintetizzata. Nelle vacche portatrici di questa mutazione è stato osservato un aumento delle porzioni delle altre frazioni caseiniche, soprattutto della  $\kappa$  ed un effetto negativo sul contenuto di proteine totali e di caseina nel latte. La riduzione del contenuto di  $\alpha_{s1}$  e la modificazione dei rapporti quantitativi tra le altre frazioni caseiniche causa influenze positive sulle proprietà tecnologiche del latte, quali la riduzione del tempo di coagulazione e l'aumento di consistenza della cagliata. Questa mutazione si ritrova con frequenza molto bassa in alcune razze bovine italiane: Bruna, Podolica, Modicana, Sarda, Pezzata Rossa e Reggiana (Davoli et al 2000).

Esiste anche un altro gene in grado di influenzare l'indice di caseina: il gene che determina la sintesi della **lattoglobulina**, presente nella popolazione bovina in due varianti A e B. Il latte prodotto da individui con genotipo BB avrebbe una resa in formaggio maggiore del 2% rispetto al latte prodotto da individui con genotipo A, attribuibile sostanzialmente alla maggior quantità di caseina ed alla minor quantità di lattoglobulina sintetizzata per unità di latte prodotto (Mariani et al.1995, Mariani et el 1979, Couteau Y. et al 1986).

## LATTAZIONE

Nel corso della lattazione si verificano variazioni dei contenuti chimico-fisici del latte dovute a diversi fattori tra i quali le variazioni ormonali, i fabbisogni nutritivi del feto e le modificazioni fisiologiche della ghiandola mammaria; tali variazioni si riscontrano anche per le componenti proteiche in generale e delle caseine in particolare con differenze significative tanto nella quantità che nell'indice di caseina.

La variazione di quest'ultimo parametro indica che al variare fisiologico del contenuto proteico del latte durante la lattazione non corrisponde una uguale variazione delle caseine e quindi che la sintesi caseinica non è direttamente proporzionale a quella proteica (grafico 15, 16 e 17).

All'inizio della lattazione l'**indice di caseina** presenta il valore più basso (contenuto in caseine basso e in proteine totali alto), in quanto la prima decade della lattazione è caratterizzata dalla secrezione colostrale ricca di immunoglobuline e sieroproteine ma povera in caseine, dalla seconda decade in poi si ha una rapida crescita dell'indice, che raggiunge il valore massimo già nella seconda-terza decade, e salvo piccolissime variazioni, si mantiene quasi costante fino all'ottavo mese dopodiché si assiste ad una riduzione progressiva. Il latte di fine lattazione presenta una **quantità in caseina** più elevato rispetto a quello delle vacche che si trovano all'inizio della lattazione (2,81 vs 2,32), contiene più cellule somatiche ed ha un indice di caseina più basso (Malacarne *et al.* 2001), in quanto l'aumento relativo del contenuto di caseina (+21,5%) è lievemente inferiore rispet-

**TABELLA N° 7:**  
**Variazione della composizione del latte in corso di mastite**  
(Fonte dati: Corradini *et al* 1995, Raguet 1992)

COMPONENTE	VARIAZIONE	ENTITÀ
Sieroalbumina	Aumenta	130%
Immunoglobuline	Aumentano	260%
Caseine	Diminuiscono	19%
$\alpha_{s1}$ -caseina	Diminuisce	30-35%
$\beta$ -caseina	Diminuisce	35-40%
$\kappa$ -caseina	Aumenta	10%
Lattoalbumine	Diminuiscono	20%
Lattoglobuline	Diminuiscono	10%
Proteine totali	Aumentano	-
Lattosio	Aumentano	15%
Grasso totale	Diminuisce	-
AGL ematici	Aumentano	-
Fosforo	Diminuisce	15-20%
Proteasi e lipasi	Aumentano	-
Calcio	Diminuisce	2-5%
Cloro, Sodio e Potassio	Aumentano	-
Proteoso peptoni	Aumentano	-
Vitamine	Diminuiscono	-

to a quello della proteina grezza (+27,7%) dovuto all'incremento, in quest'ultimo periodo del ciclo produttivo, del contenuto di sieroproteine di origine ematica (Mariani 1985).

Il latte delle vacche a fine lattazione tende inoltre ad avere una più elevata quantità di  $\gamma$ -caseine (frazioni proteiche di origine proteolitica), anche se l'entità di questo aumento è estremamente variabile e può oscillare dall'1% circa fino al 6-7% (dal 3-4% all'inizio della lattazione fino al 10% al termine della lattazione; Lebars *et al.* 1989).

Per quanto riguarda le frazioni  $\alpha_{s2}$  e  $\beta$ -caseina si osservano contenuti maggiori nel latte all'inizio della lattazione, mentre non variano nel corso della lattazione le proporzioni riguardanti la  $\alpha_{s1}$ .

La minore presenza di frazioni caseiniche ricche di fosforo ( $\alpha_{s2}$  e  $\beta$ ), alla fine della lattazione, ha come conseguenza ripercussioni negative sulla capacità di sineresi e sulla qualità della cagliata.

In conclusione quindi i rapporti fra le varie frazioni caseiniche durante la lattazione si modificano in misura limitata, ma anche piccole variazioni influiscono notevolmente sulla dimensione delle micelle e sulla conseguente consistenza del coagulo. Infatti, una variazione dell'1% di k-caseina sulla caseina totale si traduce in una modificazione del 20% del diametro medio delle micelle. (Barry *et al.* 1980).

Con il progredire del numero delle lattazioni viene segnalata una diminuzione del contenuto di caseina (Mariani *et al.* 1985) mentre l'influenza del numero di lattazioni sull'indice di caseina non sembra essere statisticamente significativa e non mostra un andamento uniforme.

Su queste variazioni ci sono comunque pareri contrastanti: secondo alcuni Autori, l'indice di caseina diminuirebbe solo in vacche di età molto avanzata, mentre secondo altri calerebbe nella seconda e terza lattazione per poi rimanere costante.

La diminuzione dell'indice di caseina, col progredire delle lattazioni sarebbe in ogni caso dovuta al cambiamento delle performance secretorie della mammella e alla modificata permeabilità del tessuto mammario, al suo invecchiamento fisiologico ed agli esiti di processi infiammatori, clinici o subclinici, che hanno interessato la mammella nelle precedenti lattazioni.

## STATO DI SALUTE DELLA MAMMELLA

Lo stato di salute della mammella influenza in modo determinante le caratteristiche qualitative del latte. Nel corso dei processi mastitici si determinano infatti alterazioni rilevanti caratterizzate, tra l'altro, da abbassamento del contenuto in caseina, incremento del numero di cellule somatiche, pH elevato ed alterato bilancio elettrolitico (vedi Tabella n° 7).

Nella **mastite** si instaura un circolo vizioso dovuto da una parte allo stato di infiammazione che altera le caratteristiche del latte e dall'altra all'aumento di attività delle proteasi batteriche (sostanze enzimatiche prodotte dai batteri responsabili dell'infezione) che causano distruzione cellulare e maggiore desquamazione epiteliale alterando quindi i tessuti ghiandolari. Le alterazioni sono particolarmente intense nel corso delle **mastiti cliniche**, ma in questi casi, di norma, il secreto mammario non va a far parte del latte con-



segnato dall'allevamento e quindi l'effetto sulla trasformazione del latte è meno rilevante; si consideri anche a questo proposito che, salvo rare eccezioni, le forme di mastite clinica interessano contemporaneamente un numero limitato di bovine all'interno dell'allevamento e, di conseguenza, l'effetto sulle caratteristiche complessive del latte di massa vengono mitigate dalla diluizione con il latte normale (nel caso di mancata separazione del latte mastitico).

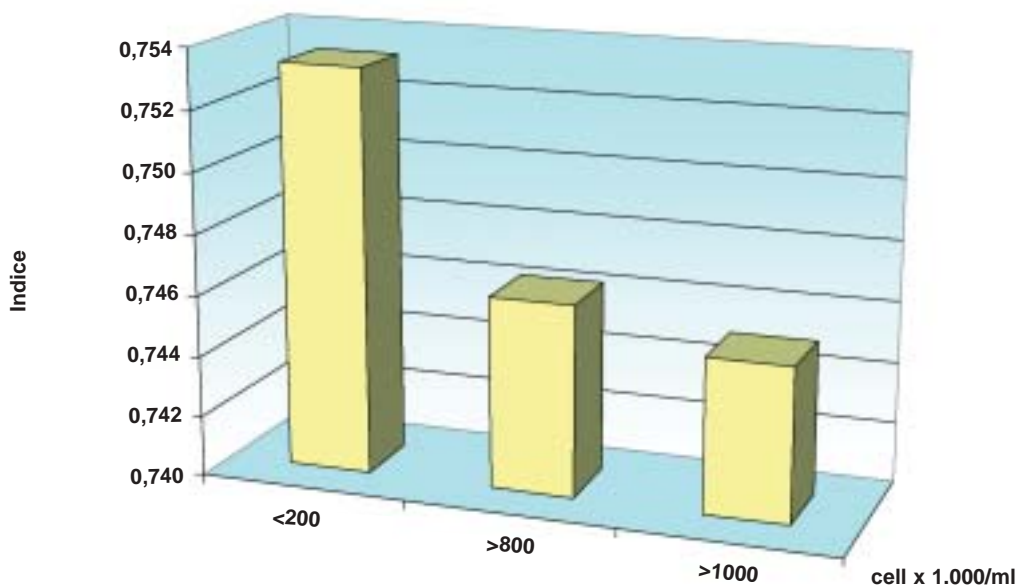
Quando invece in allevamento si presenta il problema delle forme di **mastite subclinica**, le alterazioni del latte incidono fortemente sul prodotto consegnato; sia perché le forme subcliniche interessano in genere una quota rilevante delle bovine di un allevamento sia perché l'individuazione delle bovine interessate da queste forme patologiche è meno facile e, di conseguenza, diventa più probabile che il loro latte venga erroneamente consegnato insieme a quello delle vacche sane.

In condizioni di buono stato di salute la ghiandola mammaria produce "in proprio" circa il 95% delle proteine del latte, mentre il restante 5% deriva dal sangue per filtrazione; in corso di mastite la quantità complessiva delle proteine contenute nel latte rimane più o meno inalterata, ma il rapporto fra componente proteica filtrata e sintetizzata si

**TABELLA N° 8:**  
**Rapporto fra indice di caseina e cellule somatiche**

CELLULE SOMATICHE x ml	INDICE DI CASEINA	CONTEGGIO DATI (campioni latte di massa)
< 200.000	0,753	24.933
>800.000	0,746	5.928
>1.000.000	0,745	2.939

**GRAFICO 18:** Rapporto fra indice di caseina e cellule somatiche



modifica in modo cospicuo, in quanto passano nel latte maggiori quantità di componenti derivate dal sangue per effetto della maggiore permeabilità vasale e per la rottura delle “tight junction” tra le cellule dell’epitelio ghiandolare.

Nella ghiandola mammaria in stato di salute infatti, le immunoglobuline (proteine di derivazione ematica con funzione di difesa, definite “anticorpi”) sono trasportate attivamente attraverso l’epitelio dei vasi sanguinei al latte; mentre in corso di infiammazione le immunoglobuline (soprattutto le IgG<sub>1</sub> e IgG<sub>2</sub>) attraversano passivamente l’epitelio a causa della parziale perdita di continuità fra gli elementi cellulari e alla maggiore vasodilatazione causati dal fenomeno infiammatorio in atto.

In sintesi dunque, le alterazioni più rilevanti del latte sono rappresentate da:

aumento delle proteine di origine ematica (**lattoglobuline e lattoalbumine**) con corrispondente riduzione relativa della frazione caseinica;

squilibrio elettrolitico con prevalenza di **ioni Cloro e Sodio** rispetto agli ioni Calcio e Magnesio che sono determinanti per la formazione del paracaseinato di calcio a partire dalla caseina (reazione fondamentale per la formazione della cagliata);

incremento della componente cellulare costituita prevalentemente da **polimorfocleati** neutrofili (globuli bianchi) con conseguente arricchimento di enzimi proteolitici particolarmente attivi nella “distruzione” delle proteine del latte anche nelle fasi di conservazione e trasformazione (questi enzimi rimangono attivi anche dopo i trattamenti termici del latte e sono, ad esempio, tra i maggiori responsabili delle alterazioni del latte U.H.T. determinandone una significativa riduzione dei tempi di conservazione).

È importante sottolineare anche che l’attività proteolitica, è svolta principalmente dalla **plasmina** derivata dal plasminogeno responsabile della scissione della caseina in proteoso-peptoni; questa sorta di “distruzione” della caseina, nei lattii mastitici, inizia in mammella ancora prima della mungitura e continua durante lo stoccaggio del latte anche se conservato a temperatura di refrigerazione (Ali *et al.* 1980). La plasmina esplica la sua azione proteolitica essenzialmente sulla  $\beta$ -caseina, la  $\alpha_{s1}$  e la  $\alpha_{s2}$  sono intaccate in minor misura; mentre la k-caseina, la  $\alpha$ -lattoalbumina e la  $\beta$ -lattoglobulina non sono lisate.

I prodotti di degradazione della caseina (in particolare della  $\beta$ -caseina) non prendono parte alla caseificazione, ma costituiscono un ottimo substrato per la crescita di vari microrganismi in grado di contrastare, come accennato, l’attività dei lattofermenti essenziali ad un corretto processo di caseificazione (Considine T. *et al* 2002).

L’insieme delle alterazioni del latte causata dai processi mastitici determina, in caseificio, una riduzione delle rese, una peggior attitudine alla coagulazione che risulta lenta, ritardata e fornisce cagliate fiacche e poco consistenti, presenza di aree molli ed umide nelle forme in corso di stagionatura dovute ad accumuli di cellule somatiche e a incompleto spurgo del siero ed infine, rende difficoltosa l’opera della flora lattica che è invece essenziale per una corretta maturazione dei formaggi e per lo sviluppo delle loro caratteristiche organolettiche.

Tornando alla caseina è importante sottolineare che la riduzione dell’indice di caseina in corso di processi mastitici è decisamente più rilevante di quello che è possibile attribuire agli altri fattori di variabilità già citati (razza, lattazione, alimentazione e clima).

Questa correlazione fra stato di salute mammario (definito attraverso il numero di cellule somatiche) ed indice di caseina è documentata da diversi Autori che esprimono l’entità della variazione con valori differenti a seconda delle condizioni sperimentali, ad esempio a seconda del valore di cellule somatiche considerato come indicatore di masti-

te, oppure dal fatto che si siano presi in considerazione campioni di latte di singola bovina o di massa aziendale.

Ad esempio, in alcuni studi effettuati nella provincia di Parma, condotti su gruppi di dieci vacche ciascuno di razza Frisona, con latte caratterizzato da conte cellulari fra 500.000 e 1.000.000, si è osservato un abbassamento medio dell'indice di caseina di quattro unità percentuali; con valori di cellule somatiche superiori al milione la riduzione dell'indice scendeva fino a valori inferiori al 70% (Mariani *et al.* 1985).

Altri Autori hanno evidenziato un decremento significativo dell'indice di caseina già con valori di cellule somatiche nel latte di massa superiore alle 200.000 cell./ml; il rapporto fra caseina e proteine vere diminuirebbe, infatti, dello 0,6% con conte cellulari fra 200.000 e 400.000 e del 1,6% con valori superiori a 400.000 (Ballou *et al.* 1995, Auld *et al.* 1996, Ng-Kwai-Hang *et al.* 1984).

Anche nella nostra esperienza le osservazioni condotte sul latte di massa degli allevamenti lombardi nel corso del 2002, hanno evidenziato una relazione tra l'indice di caseina ed il valore delle **cellule somatiche** con un'evidente riduzione del primo al crescere del secondo; nella Tabella n° 8 e nel Grafico n° 18 risulta infatti evidente che l'indice di caseina nelle aziende con chiari problemi di sanità mammaria (valori di cellule somatiche superiori a 800.000) il rapporto tra caseine e proteine è diverso da quello che si osserva nelle aziende in cui il basso valore di cellule (inferiore a 200.000) testimonia il buono stato di funzionalità mammaria e di salute della bovina.

## ALIMENTAZIONE

Il contenuto in proteine nel latte è notoriamente influenzato soprattutto da fattori genetici, ma esiste un discreto margine di variabilità legato a fattori gestionali ed ambientali, tra i quali il più importante è certamente l'alimentazione.

La sintesi delle proteine del latte è un processo che richiede da parte della ghiandola mammaria un notevole dispendio energetico, per questo l'incremento della frazione azotata del latte si ottiene, soprattutto, mediante la somministrazione di razioni alimentari correttamente bilanciate nel rapporto proteine/carboidrati in funzione dei fabbisogni energetici della bovina. Numerose sono le sperimentazioni che hanno messo in evidenza (anche se non sempre con risultati chiari e decisivi) che l'incremento del **tenore proteico** della razione alimentare è in grado di determinare un positivo effetto sul tasso proteico del latte soltanto nel caso di razioni carenti rispetto ai fabbisogni delle bovine, ovviamente calcolati in funzione del livello produttivo. In diete equilibrate e sufficienti a soddisfare i fabbisogni alimentari della vacca aumentare la quota azotata della razione, determina in linea generale solamente un incremento dell'azoto non proteico del latte (Coulon *et al.* 1998), e quindi non determina effetti significativi sulla resa casearia. È stato ad esempio calcolato che con un supplemento di 10 g di proteina grezza per kg di sostanza secca, oltre il fabbisogno, si osserva un aumento di urea di 4 mg/100 ml, mentre non si evidenziano cambiamenti significativi nel contenuto di proteine del latte (Remond *et al.* 1985). È del resto noto che l'eccesso di sostanze azotate non è scevro da inconvenienti nei confronti dell'attività riproduttiva delle bovine, oltre che delle caratteristiche tecnologiche del latte.

GRAFICO 19: Rapporto fra quantità di caseina, proteina ed urea

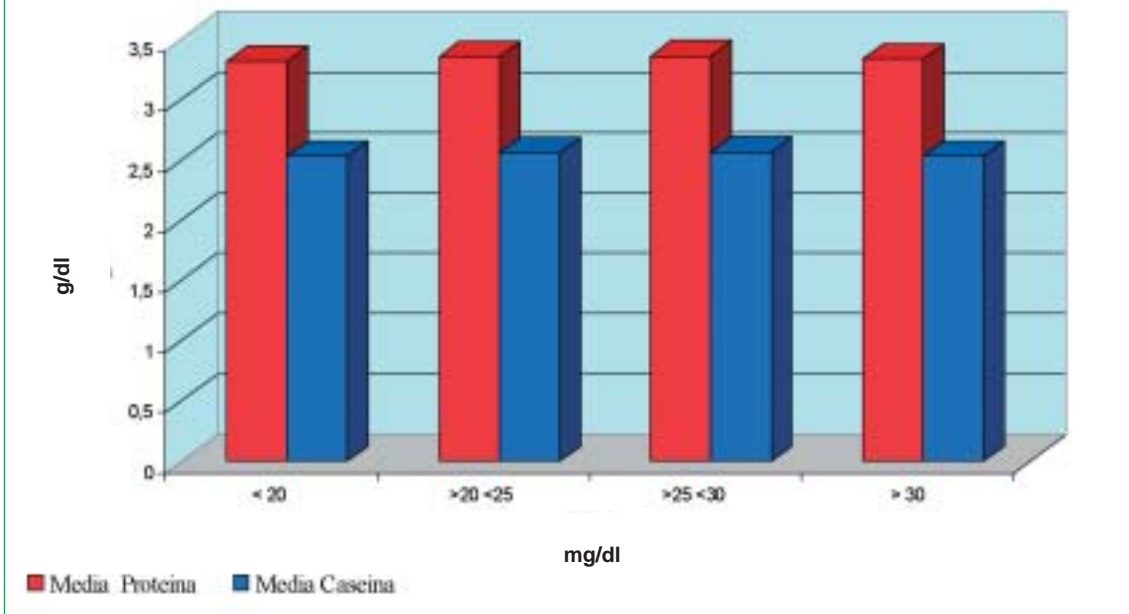
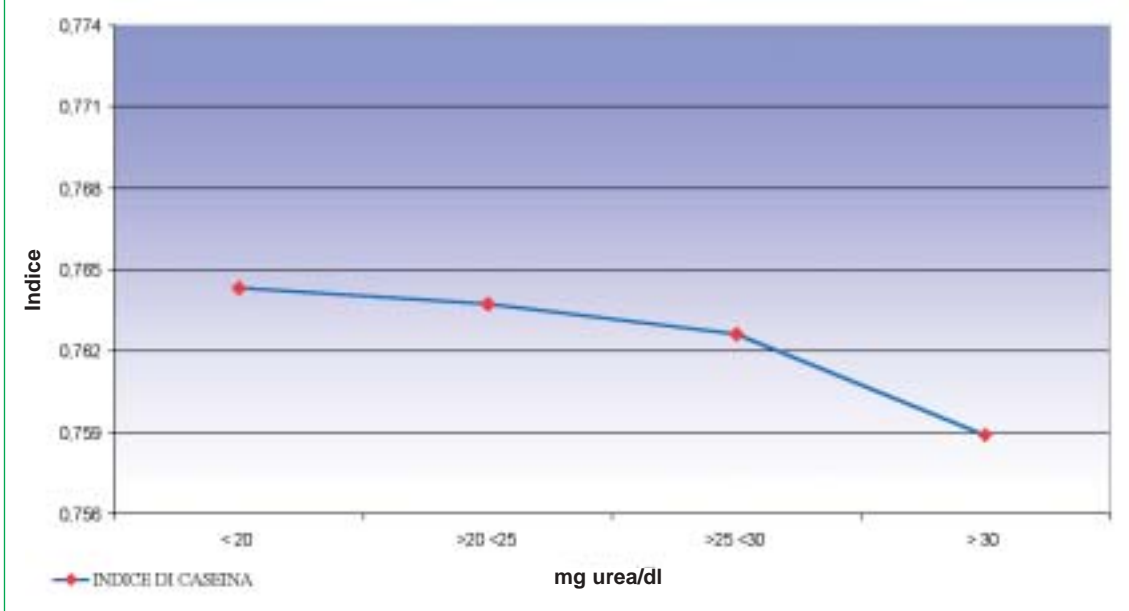


GRAFICO 20: Rapporto fra indice di caseina ed urea



Nel moderno allevamento “intensivo” della Frisone è però sempre più difficile fornire razioni equilibrate e sufficienti a soddisfare gli ormai gli elevatissimi **fabbisogni energetici**, come dimostrato anche dagli effetti ottenuti con il ricorso a grassi di origine animale o vegetale, che pur aumentando significativamente l’apporto energetico della razione, possono addirittura ridurre il tasso proteico del latte (Mordenti *et al.* 1986).

Più che alla quantità di sostanze azotate della razione, ci si deve dunque sempre più riferire al “tipo di sostanze azotate” introdotte con l’alimentazione, ed in particolare

all'utilizzo di **proteine by-passanti** e alla composizione aminoacidica della razione. Nel primo caso si tratta di fornire alle bovine sostanze azotate (proteine, aminoacidi) che superano la fase metabolica ruminale e si rendono quindi disponibili per i processi digestivi intestinali; seguendo quindi vie metaboliche diversificate è possibile ottenere un aumento complessivo delle sostanze proteiche "gestite" dall'organismo, senza incorrere nelle negative conseguenze dell'eccesso proteico a livello ruminale. Per quanto riguarda invece la composizione in aminoacidi della razione, ci si deve riferire al concetto di "**aminoacido limitante**" e cioè a quei composti (lisina, metionina in particolare) che vengono utilizzati dall'organismo (ed in particolare nella vacca da latte, dalla mammella per la produzione di caseina) in quantità molto vicina o addirittura uguale alla quantità assorbita attraverso la digestione. La quantità di questi aminoacidi presenti nella razione è quindi determinante in modo più o meno diretto, sulla quantità di caseina prodotta. Gli aminoacidi normalmente considerati limitanti nella bovina da latte sono, in ordine di importanza: la metionina, l'istidina, la lisina, la fenilalanina e il triptofano

Anche per questo, è importante che l'apporto proteico della razione sia fornito da fonti diversificate (con pool aminoacidico ampio e diversificato) in modo da aumentare le "probabilità" di assicurare un sufficiente apporto di aminoacidi limitanti differenziato rispetto a quello che si origina dalle fermentazioni batteriche ruminale, che costituiscono comunque le fondamenta su cui si poggia la produzione del latte e delle caseine in particolare.

Per il contenuto di caseine del latte, le sperimentazioni realizzate hanno fornito risultati estremamente variabili e spesso non conclusivi (ciò in parte vale per tutte le sperimentazioni che riguardano gli effetti della razione sulle produzioni, considerati i numerosissimi fattori che possono interferire sui risultati, ed in parte è invece addebitabile specificatamente alla determinazione analitica delle caseine che non consentiva indagine su larga scala e molto protratte nel tempo). A titolo di esempio si può citare un'esperienza francese (Coulon *et al.* 1998) nella quale la supplementazione di azoto nella razione non determinerebbe alcun effetto significativo sull'indice di caseina. La stessa cosa si osserverebbe nel caso di utilizzo di lisina e/o metionina in forma rumino protetta o di farine di soia e di pesce: mentre si ottengono positivi effetti sulla quantità di latte prodotto e sulla quantità totale di proteina prodotta nella lattazione, l'indice di caseina non presenta variazioni significative (Coulon *et al.* 1998, Colin *et al.* 1995). Non mancano infine osservazioni relative a cali della produzione latte a seguito di supplementazioni con metionina in forma protetta (Socha *et al.* 1994).

Interessanti, anche se non pienamente conclusive, sono le sperimentazioni relative al positivo effetto che l'alimentazione **Unifeed**, potrebbe avere sulla quantità di caseina prodotta dalla mammella; ciò rientra comunque nei positivi effetti che la miglior attività fermentativa ruminale e la maggior energia disponibile, ottenibili con l'unifeed, determinano in generale su tutto il metabolismo della bovina ad alta produzione.

**Caseina ed urea** - Per quanto riguarda i dati raccolti dal nostro Laboratorio in questo primo anno di determinazione della caseina sul latte di massa, tenuto conto dei limiti insiti nell'accorpamento di una grande mole di dati tra di loro non omogenei (campioni di latte di massa della maggior parte degli allevamenti della Lombardia) oltre agli aspetti generali delle variazioni stagionali cui si è accennato in precedenza, sembra interessante

la valutazione del rapporto tra quantità di caseina ed indice di caseina da una parte e contenuto di **urea** dall'altra. La determinazione dell'urea nel latte (di singola bovina, ma anche di massa) è infatti uno degli indicatori per la valutazione delle condizioni metaboliche delle bovine nelle diverse fasi della lattazione e soprattutto per la “verifica pratica” delle valutazioni teoriche sulla composizione della razione, sull'equilibrio energia/proteine, sulla copertura dei fabbisogni ecc. ecc.

I dati esposti nei Grafici 19 e 20 sembrano indicare che i valori medi di proteine e caseine non si differenziano in funzione della quantità di urea del latte (livello basso, medio, alto) e quindi che molte delle preoccupazioni relative agli eccessi o agli squilibri alimentari che altererebbero i risultati delle valutazioni qualitative del latte sembrano eccessive.

Il valore dell'indice di caseina ottenuto dagli stessi dati, sembra però mostrare una tendenza alla riduzione mano a mano che il valore di urea cresce; questo andamento appare quantitativamente molto limitato e quindi non contraddice, in generale, quanto emerge dal grafico precedente, ma è sufficiente per tenere aperta la discussione, estremamente attuale, sugli effetti negativi che le spinte produttive e gli squilibri alimentari determinerebbero sulle rese casearie. Considerata la rilevanza, anche economica di questi argomenti, è indispensabile sottolineare che le valutazioni precedenti costituiscono semplicemente una fonte iniziale di informazioni ed uno spunto per studi più particolareggiati e finalizzati ad eventuali modifiche per il sistema di pagamento in base alla qualità del prossimo futuro.

## **FATTORI CLIMATICI E TIPO DI ALLEVAMENTO**

Le variazioni della composizione del latte nei diversi periodi dell'anno sono conosciute dai casari sicuramente da molti secoli e proprio per questo la produzione di formaggio è stata, da sempre, “arte” legata al territorio e all'esperienza del casaro quando non addirittura a segreti e “fiuto” gelosamente custoditi. La progressiva industrializzazione della produzione casearia ha sicuramente ridotto l'importanza di questi fattori sulla resa quanti/qualitativa del processo produttivo, ma perlomeno nella produzione dei formaggi a lunga stagionatura, l'intervento decisionale del casaro continua ad essere, ogni giorno ed in più fasi, uno degli elementi essenziali, difficilmente sostituibili da automatismi o computer. Questa evoluzione verso prodotti più standardizzati nell'arco di tutto l'anno è originata anche dai cambiamenti intervenuti nel modo di allevare le vacche da latte.

Abbiamo già accennato all'evoluzione delle tecniche di somministrazione degli alimenti (mangimi concentrati e unifeed), alle quali si sono aggiunti nel tempo, la riduzione o cessazione del pascolo e della somministrazione di erba verde, la diffusione della stabulazione libera, la “regolazione” del microclima nelle stalle tramite ventilatori o aperture regolabili, la gestione dei cicli riproduttivi delle bovine e molte altre innovazioni che hanno consentito di ridurre le influenze dei fattori macro e microclimatici sulla produzione quali-quantitativa del latte.

Tuttavia ancora oggi tutti i parametri qualitativi del latte mostrano un caratteristico andamento nel corso dell'anno sia per la quantità con cui sono presenti che per la loro composizione (ad esempio acidi grassi della molecola lipidica). Ciò dipende dal fatto che i cambiamenti dei parametri ambientali esercitano ancora sul metabolismo della bovina

un effetto rilevante (ciò è particolarmente vero per le alte temperature e per il fotoperiodo), ma a questi fattori vanno aggiunti, soprattutto per le elevate produzioni, quelli definiti “microclimatici”, vale a dire le condizioni di temperatura, umidità, ventilazione, illuminazione dell’ambiente interno della singola stalla e delle diverse aree dell’allevamento (corsia di alimentazione, zona riposo, paddocks ecc. ecc.).

La comparazione delle produzioni ottenute in condizioni ambientali e di allevamento più disparate è infatti oggetto di molti studi e porta ad interessanti conclusioni riguardo alla produzione di latte e alle sue caratteristiche di composizione.

La **stabulazione libera** in stalle all’aperto induce un aumento del 7% della produzione di latte e un miglioramento della sua composizione in termini di proteine e grasso rispetto alla stabulazione libera in stalle chiuse, in quanto migliorano le condizioni degli animali, c’è maggiore ingestione di sostanza secca e vi è un minore effetto negativo dell’umidità; inoltre le vacche tenute all’aperto durante i mesi estivi più caldi hanno un calo di produzione minore delle vacche allevate in stalle chiuse. La produzione di latte e la sua composizione in grasso e proteina diminuisce progressivamente quando la temperatura ambientale supera i venti gradi, questo effetto è aggravato in condizioni di umidità elevata.

Un altro fattore importante per la produzione di latte è il **fotoperiodo** (rapporto tra ore di luce ed ore di buio nell’arco della giornata), che influenza l’aumento dell’ingestione di sostanza secca, la maggiore concentrazione ematica di prolattina e la proliferazione delle cellule epiteliali della ghiandola mammaria. Le vacche che partoriscono in autunno e che si trovano quindi in corrispondenza della primavera fra il centesimo e duecentesimo giorno lattazione risentono maggiormente degli effetti positivi del fotoperiodo per quanto riguarda la produzione di latte, ma c’è un rapporto inversamente proporzionale fra ore di luce e titolo proteico e caseinico del latte (Casati *et al* 1998, Bonato *et al* 1987).

Per quanto riguarda in particolare la variazione del contenuto e dell’indice di caseina si riconoscono due tipi di cause fondamentali:

- **mastiti cliniche o subcliniche**, che in genere presentano maggior frequenza a causa dell’incremento della flora batterica ambientale causato dalle alte temperature, con conseguente aumento delle sieroproteine di origine infiammatoria a discapito della componente caseinica.
- **riduzione dell’appetito** con minor ingestione di sostanza secca e fibra, e squilibri nelle fermentazioni ruminali, causati dalla condizione ambientale sfavorevole per le bovine in particolare per quelle ad elevata produzione, con conseguente riduzione della energie disponibile per la sintesi di grasso e caseina da parte della mammella.

L’insieme delle caratteristiche dell’allevamento, delle modalità di gestione, il tipo di animali presenti oltre ovviamente ai fattori climatici, sono tutti elementi che possono influenzare l’entità delle variazioni qualitative rendendole più o meno evidenti. Nelle aziende di piccole dimensioni, ad esempio, le variazioni della composizione del latte sono in genere molto più evidenti che nei grandi allevamenti.

A titolo di esempio si può citare il lavoro svolto da Summer *et al.* 1998, nel quale l’indice di caseina, in stalle con meno di 25 capi in lattazione, risultava significativamente inferiore rispetto a quello delle stalle di maggiori dimensioni (76,37% vs 77,84%), con anche un maggior livello medio di cellule somatiche (370.000 vs 271.000) .

Questo tipo di osservazioni, e le numerose altre reperibili in letteratura, sono di norma collegabili al fatto che, a parità di condizioni climatiche, nelle aziende di grandi dimensioni si hanno, di norma, migliori condizioni microambientali, maggior attenzione agli equilibri nutrizionali e bovine in grado di fornire migliori performances produttive.

## **DETERMINAZIONE ANALITICA DELLA CASEINA**

- Le metodiche disponibili per la determinazione della caseina sono :
- metodo Kjeldahl
- metodo dell' Amido nero
- spettrofotometria nel medio infrarosso
- spettrofotometria nel medio infrarosso a trasformata di Fourier (FTIR)
- cromatografia liquida
- Vengono di seguito sinteticamente descritti gli aspetti caratterizzanti di ciascun metodo.

### *METODO KJELDAHL*

Il metodo Kjeldahl rileva tutte le sostanze azotate presenti nel latte o parti di esso ed è il metodo di riferimento. Il campione viene mineralizzato con acido solforico ed in presenza di un catalizzatore l'azoto organico viene convertito in ammoniaca, quest'ultima viene liberata grazie all'aggiunta di soda caustica e distillata in una soluzione di acido borico.

Questa soluzione contenente l'azoto viene titolata con una soluzione acida; l'azoto così ottenuto viene convertito in proteine mediante un **coefficiente di conversione** fisso che per il latte è 6,38.

In questo modo si rilevano le varie componenti proteiche del latte: a seconda della componente che si vuol determinare si utilizza latte in toto o variamente trattato per separare ed identificare la frazione azotata voluta.

Per ogni campione si eseguono due determinazioni:

- la prima sul latte tal quale per ottenere **l'azoto totale** presente,
- la seconda sul siero, dopo precipitazione e filtrazione della caseina, per ottenere **l'azoto non caseinico**.

Per differenza tra i dati ottenuti dalla due determinazioni si ottiene il **valore di caseina**.

Tale metodo non si presta all'analisi di un numero elevato di campioni in quanto richiede notevole manualità e lunghi tempi di esecuzione.

### *METODO DELL'AMIDO NERO*

La determinazione della caseina attraverso questa metodica si basa sulla formazione di un complesso insolubile tra proteine e colorante (amido nero) ottenuto con l'aggiunta di una soluzione in eccesso di amido nero a pH 2,4 alla matrice in esame opportunamente trattata. Il contenuto in proteine o sieroproteine viene successivamente misurato per via colorimetrica.

Anche in questo caso la determinazione della caseina è diretta ma come per il metodo Kjeldahl richiede un notevole impegno di manodopera che lo rendono non applicabile ad un numero di campioni elevato.



## SPETTROFOTOMETRIA NEL MEDIO INFRAROSSO

La tecnologia all'infrarosso, sviluppata nell'ultimo decennio dalle principali aziende produttrici di apparecchiature di analisi per il latte, è ormai universalmente diffusa in quanto permette determinazioni multicomponenti (grasso, proteine, lattosio, residuo secco) su un numero elevato di campioni. Tale tecnologia è infatti affidabile dal punto di vista tecnico e facilmente automatizzabile. Si basa sull'assorbimento dell'energia emessa da un raggio infrarosso (IR) a specifiche lunghezze d'onda da parte dei trigliceridi per il grasso, da parte dei legami peptidici tra gli aminoacidi nelle molecole proteiche e da parte dei gruppi idrossilici (OH) nelle molecole di lattosio.

L'apparecchiatura opera attraverso la trasmissione di energia all'infrarosso a lunghezze d'onda fisse, generate da due filtri di interferenza per ogni componente misurato.

L'analisi del latte condotta con questa tecnologia non permette di per se la determinazione delle caseine se non moltiplicando il dato di proteine per un coefficiente fisso (es: 0,76) come già accennato precedentemente.

D'altra parte questi strumenti sono stati anche utilizzati per dedurre, in modo statisticamente accettabile, il valore delle caseine, partendo da confronti con il metodo di riferimento (Kjeldahl).

Soltanto con l'ultima generazione di queste attrezzature (medio infrarosso a trasformata di Fourier -**FTIR**-) si può però effettivamente parlare dell'analisi del titolo di caseine in ogni singolo campione di latte eseguita quotidianamente in numero elevato.

Il sistema FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) si basa sull'utilizzo di un interferometro che per scansione analizza l'interferogramma del campione in esame.

Il raggio all'infrarosso proveniente dall'interferometro, contenente tutte le lunghezze d'onda tra i 2 e i 10  $\mu\text{m}$ , è focalizzato, attraverso un sistema di specchi mobili e fissi, nella celletta che contiene il campione da analizzare. La celletta è composta di due vetri di diamante che fanno passare il fascio luminoso senza causare il minimo assorbimento. La quantità di luce non assorbita dal campione contenuto nella celletta in funzione delle lunghezze d'onda caratteristiche di ciascun componente sottoposto a misura, raggiunge il detector e viene tradotta in una quantità proporzionale dell'analita da determinare.

La possibilità di quantificare la caseina è essenzialmente dovuta alla diversa composizione fra la caseina e le sieroproteine in termini di fosforo (maggiormente presente nella caseina e quasi assente nelle sieroproteine) e di aminoacidi solforati (cistina e cisteina che al contrario sono presenti quasi esclusivamente nelle sieroproteine). Questo provoca una differenza nell'assorbimento energetico che permette allo strumento di discriminare le diverse frazioni proteiche del latte.

Lo strumento viene ovviamente tarato sottoponendo all'esame campioni di latte il cui contenuto in caseine è stato determinato con il metodo di riferimento.

## CROMATOGRAFIA LIQUIDA

Il metodo è in grado di separare e quantificare le proteine del latte:  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$ ,  $\kappa$ -caseina,  $\alpha$ -lattoalbumina,  $\beta$ -lattoglobulina A e B.

L'identificazione delle proteine viene fatta calcolando l'area del picco e la derivata dello spettro. La prima dipende dalla presenza di aminoacidi aromatici fenilalanina, tirosina e triptofano nella struttura della caseina e delle sieroproteine, che danno un assorbimento di una lunghezza d'onda di 250 nm

Il cromatogramma permette di ottenere la separazione e la quantificazione delle proteine del latte attraverso l'uso di fattori di calcolo statistico come:

- il tempo di ritenzione
- l'area del picco
- la derivata dello spettro UV visibile.

Questo metodo è in grado di separare e quantificare le maggiori proteine del latte e quindi particolarmente utile per l'identificazione del latte di specie diverse anche in prodotti trasformati (ricerca di latte bovino in mozzarella di bufala) ma non è applicabile in attività routinarie su grandi numeri di campioni.

## Conclusioni

Il comparto lattiero-caseario nel corso dell'ultimo decennio ha visto il prezzo del latte salire di circa l' 11,5% (dati Assolatte 2003) attestandosi ad uno dei livelli più elevati in ambito europeo secondo solo alla Grecia. In un mercato globale la differenza di prezzo deve trovare sostanza in parametri oggettivi. La qualità misurata è sicuramente uno di questi; in ambito qualitativo i miglioramenti dell'ultimo decennio sono da ascrivere sostanzialmente all'ambito igienico-sanitario. La carica batterica totale si è ridotta di oltre il 60% passando da 225.000 ufc/ml nel 1993, con punte estive di 276.000 ufc/ml, a 70.000 ufc/ml del 2003 con punte massime estive di 85.000 ufc/ml; il numero di cellule somatiche medio degli allevamenti lombardi è passato da 486.000 cell/ml a 353.000 cell/ml con una riduzione di oltre il 27%. Dal punto di vista merceologico si è assistito invece ad un andamento altalenante del contenuto di grasso che da un 3,82 g/100 ml del '93 è arrivato al 2002 a 3,83 g/100 ml passando attraverso annate con valori di alcuni centesimi inferiori al 3,80. Questo andamento certamente non migliorativo del contenuto di grasso nel latte è dovuto non tanto ad adeguamenti qualitativi richiesti dal mercato ma piuttosto ad adeguamenti di tipo economico. Produrre latte con elevato contenuto di grasso è antieconomico per l'allevatore e l'industria non è disposta compensare economicamente lo sforzo produttivo. Differente è invece l'evoluzione del parametro proteine. Dal 1993 ad oggi grazie al miglioramento genetico, gestionale e sanitario della mandria il latte lombardo è passato da un contenuto di 3,25 gr/100 ml nel 1993 a 3,35 gr/100 ml nel 2003. Ciò è accaduto anche grazie al fatto che l'incremento proteico del latte significava maggiori rese e quindi l'industria di trasformazione era disposta a pagare i maggiori costi per la maggiore qualità. Negli ultimi anni però questo incremento ha riaperto la discussione circa la congruità del compenso pagato all'allevatore a fronte del reale incremento delle rese aziendali. L'esempio dell'evoluzione del grasso e delle proteine, fortemente influenzato dall'aspetto economico, non può non far riflettere sul futuro del pagamento latte qualità basato sugli attuali parametri. L'introduzione del parametro caseine nel sistema del pagamento del latte in base alla qualità, può rappresentare un'occasione, un primo approccio attraverso un parametro misurabile per poter aprire il confronto tra mondo agricolo e industria finalizzato alla concentrazione dei reciproci sforzi economici verso una qualità condivisa e correttamente retribuita che possa incidere in modo costruttivo sulla variazione del prezzo del latte basato sulla qualità. Premi e penalità sulle caseine

premieranno l'allevatore o l'industria? Tutto dipende da come e quanto si vorrà cogliere l'occasione di introdurre qualcosa di nuovo nella valutazione del latte. Sicuramente premierà la qualità, soprattutto quella qualità orientata alla produzione di formaggi tipici, tradizionali e non che rappresentano un punto di forza del settore lattiero caseario nazionale. L'Italia oggi esporta molti più formaggi e ne importa molti meno rispetto a dieci anni fa anche e soprattutto nei confronti della Francia generalmente ma erroneamente considerata la "madre dei formaggi". L'investimento del comparto agricolo nel miglioramento genetico delle mandrie ha portato ad avere un latte eccezionale dal punto di vista caseario al quale si è andata aggiungendo, nella nostra regione, una qualità igienico-sanitaria ormai quasi completamente conforme ai requisiti comunitari. La tecnologia mette oggi a nostra disposizione strumenti in grado di misurare in modo sempre più preciso e definito la qualità del latte. Così come nel 1988 l'introduzione del sistema di pagamento differenziato del latte in base alla qualità ha rappresentato una svolta nel modo di produrre, vendere e comprare il latte, l'introduzione oggi di nuovi parametri di valutazione della materia prima rappresenta l'opportunità per continuare quel miglioramento che può permettere tanto all'allevatore quanto all'industria di mantenere i propri ruoli nell'equilibrio economico del comparto lattiero caseario.



## Bibliografia

- ALI E. ALI *et al.* (1980): *Influence of elevated somatic cell count on casein distribution and chesse making*. Journal of Dairy Research. 47, 393-400.
- AULDIST M. J. *et al.* (1996): *Effect of somatic cell count and stage of lactation on raw milk composition and yeld and quality of Cheddar cheese*. Journal of Dairy Research. 63, 269-280.
- BALLOU L.U. *et al.* (1995): *Factors affecting herd milk composition and milk plasmin at four levels of somatic cell counts*. Journal of Dairy Science. 78, 2186-2195.
- BARRY J.G. *et al.* (1980): *Casein compositional studies. I. The composition of casein from freisian herd milks*. Journal of Dairy Research. 47, 71-82.
- BOLZONI G., VARISCO G., MARCOLINI A., CORNOLDI M., FEDERICI A. 2003: *Le caseine per la valorizzazione casearia del latte nel pagamento in base alla qualità: un aggiornamento*. Latte 28 (7) 42-45 (2003).
- BOLZONI G., VARISCO G., MARCOLINI A., CORNOLDI M., RABAIOLI C.: 2003: *Le caseine per la valorizzazione casearia del latte nel pagamento in base alla qualità*. Latte 28 (2) 70-76 (2003).
- BONATO P., DISEGNA L. SPOLAOR D. (1987): *Effetto di razza ed ambiente sulle caratteristiche chimiche dei latti*. Scie. Tecn. Latt. Cas. 38-4.
- CALAMARI L., MARIANI P., (1994): *Effects of the hot environmetal conditions on the main milk Cheesemaking propietes*. Zoot. Nutr. Anim.
- CASATI M.R., CAPPÀ V., CALAMARI L., CALEGARI F., FOLLI G. (1998): *Influenza delle stagioni sulla produzione e su talune caratteristiche del latte bovino*. Scie. Tecn. Latt. Cas. 49-1.
- CHOUTEAU Y.,DENIEUL F. (1986): *Influence du polymorphisme genetique de deux proteines du lait de vache (b-Lactoglobuline, k-caseine) sur sa composition et son l'aptitude fromagere*. École Superieure d'Agriculture d'Angers. 1-94.
- COLIN-SCHOELLEN O. *et al.* (1995): *Interactions of ruminally protected methionine and lysine with protein source or energy level in the diets of cows*. Journal of Dairy Science. 78, 2807-2818.
- CONSIDINE T., MCSWEENEY P.L.H., KELLY A.L. (2002): *The effect of lysosomal proteinases on the rennet coagulation properties of skim milk*. Milchwissenschaft 57 (8) 2002.
- CORRADINI C. (1995): *Chimica e tecnologia del latte* ed. Tecniche Nuove Milano.
- COULON J.B. (1994): *Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caracteristiques technologiques*. Rec.Med. Vet. 170;367-374.
- COULON J.B. *et al.* (1998): *Factors contributing to variation in the proportion of the casein in cows' milk true protein: a review of recent INRA experiments*. Journal of Dairy Research. 65, 375-387.
- COULON J.B. *et al.* (2001): *Effect of potential and level of feeding on milk protein composition*. Journal of Dairy Research. 68, 569-577.
- DAVOLI R. *et al* (2000): *Effetti della variante CSN1S1<sup>G</sup> del gene della caseina  $\alpha_{s1}$  sul valore riproduttivo per le caratteristiche quanti-qualitative del latte di bovine di razza bruna*. Scie. Tecn. Latt. Cas. 51, 4, 199-209.
- LEBARS D., GRPON J-C. (1989) J. Dairy Res., 56 817-821

- MALACARNE M. *et al.* (2001): *Ripartizione percentuale delle caseine di inizio e di fine lattazione in vacche razza frisona italiana*. Scie. Tecn. Latt. Cas. 52, 3, 185-193.
- MARIANI P. *et al.* (1983): *I costituenti azotati del latte bovino in rapporto allo stadio della lattazione*. Zoot. Nutr. Anim. 9, 125-135.
- MARIANI P. *et al.* (1995): *Effetti dell'allele a-Cn-G sulla ripartizione percentuale delle caseine  $s_{1}, a_{s2}, b$  e  $k$  in vacche di razza bruna*. Ind. Latte. 31, 4, 3-13
- MARIANI P. *et al.* (1985): *Osservazioni sull'indice di caseina del latte di vacche frisone*. Scie. Tecn. Latt. Cas. 36, 191-209.
- MARIANI P. *et al.* (1987): *Fattori genetici alla caseificazione e resa del latte in formaggio*. Scie. Tecn. Latt. Cas. 38, 4, 286-326
- MARIANI P. *et al.* (1991): *Il ruolo delle varianti genetiche della k-caseina nella produzione del formaggio*. Scie. Tec. Latt. Cas. 42, 4, 255-285.
- MARIANI P., MORINI D., LOSI G., CASTAGNETTI G.B., FOSSA E., RUSSO V., (1979): *Ripartizione delle frazioni azotate del latte in vacche caratterizzate da genotipo diverso nel locus della lattoglobulina*. Scie. Tecn. Latt. Cas., 30,153.
- MORDENTI A. *et al.* (1986): *Alimentazione delle bovine e proteine nel latte*. Scie. Tecn. Latt. Cas. 37, 3, 222-247.
- NG-KWAI-HANG K.F. *et al.* (1984): *Variability of test-day milk production and composition and relation of somatic cell counts with and compositional changes of bovine Milk*. Journal of Dairy Science. 67, 361-366.
- PHELAN J.A., O'KEEFFE A.M., KEOGH M.K., KELLY P.M. (1982) : *Studies of milk composition and its relationship to processing criteria. I. Seasonal changes in the composition of Irish milk*. Ir. J. Fd. Technol. 6:1-11
- RAUGUET Y.(1992): *Le processus inflammatoire en pathologie mammaire: application medicale du choc endotoxinique, prevention medicale des mammites: alternatives actuelles et approche prospective*. G.T.V. 92,1, B-413.
- REMOND B. (1985): *Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache, 2. Taux proteique: facteur generaux*. Bull. Tecn. C.R.Z.V. Theix, INRA. 62, 53-67.
- ROZZI P. *et al.* (1989): *Effetto delle varianti di k-caseina e b-lattoglobulina sugli indici genetici produttivi di bovine di razza frisona*. Scie. Tecn. Latt. Cas. 40, 6, 411-422.
- SALVADORI DEL PRATO OTTAVIO (1998): *Trattato di tecnologia casearia* Edagricole
- SOCHA M.T. *et al.* (1994): *Determining methionine requirements of dairy cows during peak lactation by postpartumally infusing incremental amounts of methionine*. Journal of Dairy Science 72 (suppl. 1) 93.
- SUMMER A. *et al.* (1998): *Variazioni stagionali dell'indice di caseina in latti di massa di singoli allevamenti bovini di razza frisona*. Atti della Società Italiana di Buiatria Vol. XXX.
- SUMMER A. *et al.* (2002): *Casein number variability and distribution of the differences between calculated casein (crude protein x 0.77) and Kjeldahl casein in 696 herd milk sample*. Milchwissenschaft. 57, 5, 253-255.



Finito di stampare  
nel mese di aprile 2004  
da Artigianelli SpA



Sezione Tipolitografia Queriniana, Brescia