

# Misurazione computerizzata dei parametri lattodinamografici

G. Zeppa, R. Ambrosoli

Estratto da *Il Latte*, 13, 723-725, 1988  
© Copyright Casa Editrice Tecniche Nuove  
Via *Ciro Menotti*, 14 - 20129 Milano

# Misurazione computerizzata dei parametri lattodinamografici

G. Zeppa, R. Ambrosoli

Istituto di Microbiologia ed Industrie agrarie Università di Torino

## Riassunto

Gli Autori riferiscono della possibilità di migliorare la precisione e la rapidità di misura dei parametri lattodinamografici ( $r$ ,  $k_{20}$ ,  $a_{30}$ ), per mezzo di un programma computerizzato che prevede l'uso di un personal computer abbinato ad una tavoletta grafica.

## Summary

**Computerized measure of lactodynamographic parameters** - The authors discuss the possibility of improving consistency and speed in the measure of lactodynamographic parameters, by means of a computerized program implemented in a personal computer joint to a digitizer.

Il controllo lattodinamografico è entrato ormai da oltre un decennio nel novero delle analisi cui il latte viene usualmente sottoposto, sia allo scopo di verificarne routinariamente l'attitudine tecnologica, sia per studiarne la coagulazione nell'ambito di ricerche scientifiche di vario tipo. Tale controllo, come è noto, consente di registrare l'evoluzione reologica di un latte sottoposto all'azione di un determinato agente coagulante, fornendo una rappresentazione grafica del fenomeno. Per l'espressione quantitativa di questo si fa ricorso all'accertamento di indici caratteristici (tempo di coagulazione,  $r$ , in minuti; velocità di consolidamento del coagulo,  $k_{20}$ , in minuti; consistenza del coagulo dopo 30 minuti primi,  $a_{30}$ , in millimetri) che corrispondono a misurazioni convenzionali rilevate direttamente sul tracciato lattodinamografico [1, 2] (fig. 1). L'esecuzione manuale di tali misure, mediante strumenti da disegno, come normalmente avviene, nonché la successiva trasformazione di alcune di queste in minuti, pur essendo operazioni assai semplici, richiedono un tempo unitariamente modesto ma non irrilevante, che, se ripetuto per un numero cospicuo di grafici può diventare assai oneroso. Questa eventualità è tutt'altro che rara, specie nel caso di ricerche volte a caratterizzare il latte a fini tecnologici [3, 4] e/o zootecnici [5, 6, 7], dove è necessario sottoporre ad analisi moltissimi campioni di

latte individuali. L'esattezza delle misure, inoltre, risulta condizionata dalla precisione dell'operatore, a scapito della riproducibilità delle misure stesse e quindi dell'attendibilità delle conclusioni da esse tratte. Ancora, è possibile imbattersi in latti i cui coaguli hanno elevata velocità di consolidamento (caso frequente nel latte ovino) e forniscono tracciati che raggiungono l'ampiezza massima (60 mm e più) [8, 9] in 3-4 minuti primi, pari ad intervalli di appena 6-8 mm, con con-

seguinte difficoltà di misurazione, soprattutto ai fini dell'apprezzamento di eventuali differenze tra latti diversi. Una sia pur parziale soluzione a siffatti problemi sembra essere offerta dall'attuale sviluppo della tecnologia degli elaboratori, cui è possibile ricorrere per automatizzare le operazioni di misura e calcolo, si da migliorare la riproducibilità dei risultati e abbreviare il tempo complessivamente necessario. Nella presente nota si dà conto della messa a pun-

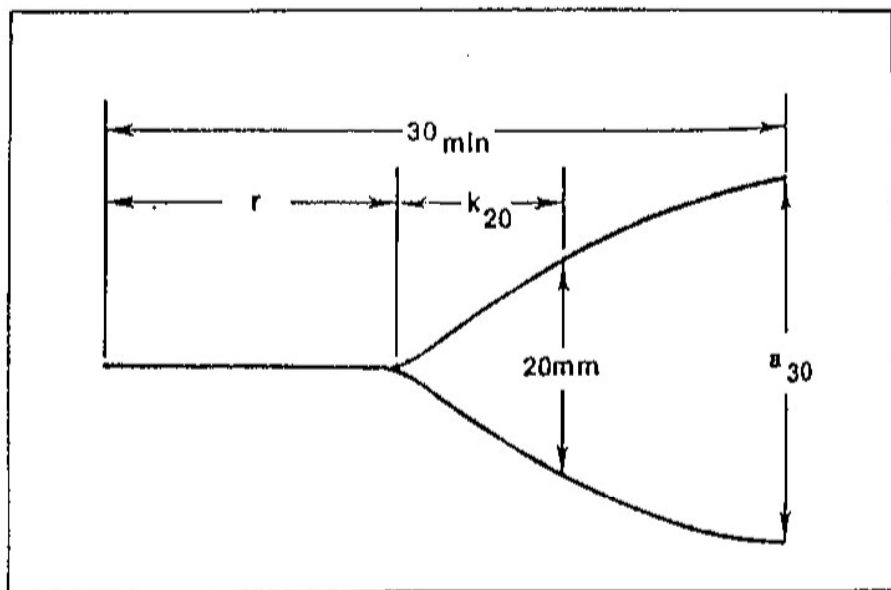


Fig. 1 - Parametri lattodinamografici.

to di un programma per l'esecuzione computerizzata della misura dei parametri lattodinamografici.

## Materiali e metodi

### Programma

Per ottenere la trasformazione numerica di un tracciato lattodinamografico, è necessario individuare la posizione dei punti che lo costituiscono mediante un sistema cartesiano e trasferire detta posizione ad un elaboratore. A tal fine, è stata utilizzata una tavoletta grafica GRAPHTEC KD4030B per mezzo della quale è possibile, unendo la trasmissione continua delle coordinate al movimento del sistema di puntamento, ottenere la trasformazione del lattodinamogramma in una serie continua di punti ciascuno dei quali è individuato da coordinate cartesiane.

Vista l'impossibilità di allineare agli assi propri della tavoletta i tracciati lattodinamografici, è indispensabile la rotazione e contemporanea traslazione degli assi cartesiani, ottenuta utilizzando due punti allineati lungo una retta ideale parallela all'asse di simmetria dei tracciati stessi. Poiché nel caso dei lattodinamografi tipo Formagraph, che eseguono l'analisi di più latti contemporaneamente, è risultata frequente la mancanza di parallelismo tra i diversi tracciati presenti sul medesimo foglio, l'individuazione ed il calcolo delle rette di parallelismo viene effettuato per ogni tracciato utilizzando due punti posti lungo il tratto rettilineo del tracciato stesso. In questo modo, nel nuovo sistema di assi cartesiani l'origine coincide con il punto iniziale del tracciato lattodinamografico, mentre l'asse x coincide con l'asse di simmetria del tracciato stesso. Il programma, in linguaggio Basic, oltre alla tavoletta grafica di cui sopra, gestisce un personal computer IBM System/2 mod. 50 (fig. 2), e risulta costituito da alcune routine introduttive aventi lo scopo di spiegare all'operatore l'utilizzo del programma stesso, da una routine per la gestione degli input da tavoletta, da una routine per la presentazione su video dei risultati ed infine da una routine per la stampa di questi ultimi.

Dopo le routine introduttive, l'operatore deve fornire alla routine di calcolo i due punti necessari per la traslazione e la rotazione del sistema di assi, una sigla per il riconoscimento del tracciato ed infine il tracciato vero e proprio, evidenziando in modo opportuno i punti iniziale e finale della curva.

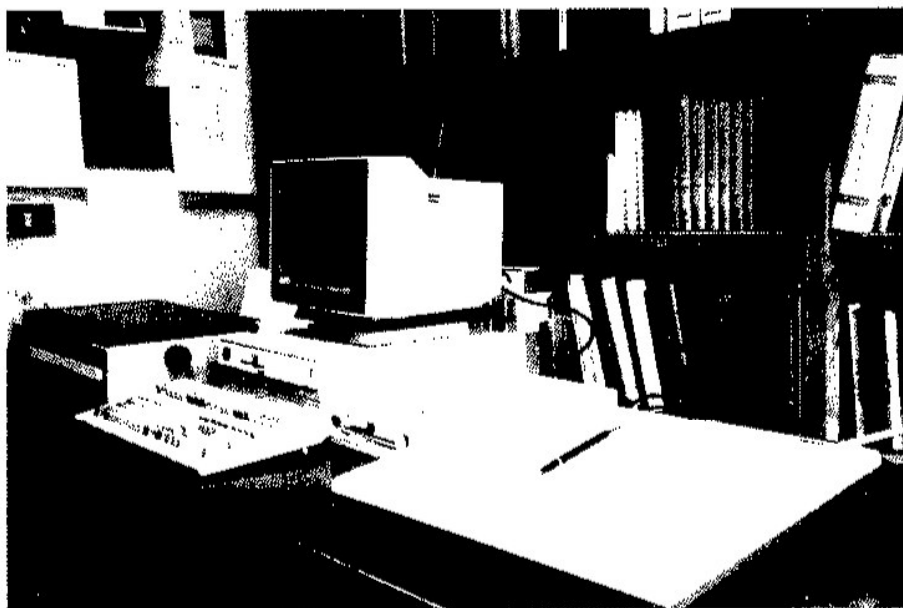


Fig. 2 - Il sistema utilizzato si compone di una tavoletta digitale collegata ad un PC IBM System/2.

Accanto ai parametri più tradizionali ( $r$ ,  $k20$ ,  $a30$ ) è stato inserito anche l'indice  $k10$  (velocità di apprendimento della cagliata, in minuti, valutata su di uno *span* di 10 mm) per i latti a coagulo poco consistente, come il latte caprino [10], nonché il punto di massima ampiezza del tracciato, per i latti a coagulo particolarmente consistente che raggiungono la massima ampiezza prima dei 30 minuti primi necessari per la determinazione dell' $a30$ .

Tutti i valori determinati vengono presentati su video e, se l'operatore lo ritiene utile, vengono stampati. Al fine di rendere il programma flessibile e di facile utilizzo, non è stata prevista né la stampa automatica dei dati né il rilancio automatico del programma stesso. Come sistema di puntamento è stato utilizzato il puntatore a stilo in sostituzione al puntatore a croce fornito di serie in quanto non soggetto ad errori di parallasse e di più ergonomico utilizzo. L'operatore deve con l'ausilio del puntatore seguire il tracciato lattodinamografico dall'inizio del tratto rettilineo lungo uno dei due bracci del diapason, fino al termine dello stesso.

### Analisi statistiche

I tracciati lattodinamografici relativi ad una serie di controlli eseguiti su latte ovino e bovino sono stati misurati sia con il metodo tradizionale che con quello computerizzato ed i risultati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi statistica, determinando il coefficiente di correlazione ed il coefficiente di regressione.

Ciascun tracciato è stato inoltre ripetutamente misurato con il metodo computerizzato, calcolando successivamente il coefficiente di variazione medio dei dati risultanti al fine di valutare la ripetibilità del metodo stesso.

È stato altresì valutato il tempo medio necessario all'esecuzione di una misurazione completa (cioè, fino all'acquisizione dei risultati definitivi) sia con il metodo tradizionale che con il metodo computerizzato.

## Risultati e discussione

In tab. 1 sono riportati i risultati del confronto statistico tra i due metodi. Come è agevole verificare, il coefficiente di correlazione ( $r$ ) è sempre molto elevato mentre il coefficiente di regressione ( $b$ ) indica una buona concordanza tra i due metodi. In tab. 2 sono riportati i risultati del controllo della riproducibilità. Il coefficiente di variazione medio risulta accettabilmente contenuto per tutti gli indici, con la sola eccezione di quello relativo al  $k20$  che supera di poco il 10%. Ciò sembra indicare una certa difficoltà, da parte dell'operatore, a seguire con il puntatore il percorso del tracciato, soprattutto immediatamente dopo il punto di flesso che segna il passaggio dall'andamento rettilineo del lattodinamogramma (tempo di coagulazione) a quello curvilineo (formazione del coagulo e apprendimento del medesimo).

Il tempo medio per l'esecuzione di una misurazione completa con il metodo tradizionale è risultato assai variabile a se-

# LATTE

## PARAMETRI LATTODINAMOGRAFICI

Tab. 1 - Parametri lattodinamografici misurati con il metodo tradizionale ed il metodo computerizzato.

Campioni	r		k20		a30	
	Trad.	Comp.	Trad.	Comp.	Trad.	Comp.
1	18'	18'54''	7'30''	8'25''	27	25
2	18'	18'28''	7'30''	8'13''	27	27
3	19'30''	19'54''	7'30''	7'35''	25	25
4	21'30''	21'26''	7'30''	8' 2''	23	24
5	21'30''	22'23''	7'30''	7'58''	23	24
6	23'	22'46''	2'30''	2'31''	46	48
7	15'	14'52''	6'	6'29''	37	37
8	15'	15'28''	6'	6' 8''	38	37
9	14'	15' 1''	5'	5'43''	43	43
10	15'	15'45''	4'30''	4'58''	46	45
11	14'30''	15' 8''	4'30''	4'30''	46	45
12	14'30''	15'24''	1'	1'30''	52	52
13	10'	9'52''	1'	1'24''	52	50
14	10'	9'45''	2'	2'30''	62	64
15	12'30''	12'19''	3'45''	3'30''	49	50
16	16'30''	16'49''	2'15''	3'29''	58	57
17	18'	18'23''	2'30''	2'29''	46	48
18	23'	22'36''	2'30''	2'34''	46	48
<b>r</b>	0.9927		0.9894		0.9941	
<b>b ± Sb * t<sub>0.05</sub></b>	0.9927 ± 0.064		0.9650 ± 0.075		0.9785 ± 0.057	

Tab. 2 - Riproducibilità della misurazione computerizzata.

cv (%)	Parametri lattodinamografici			
	r	k20	a30	amax
	1.74	10.69	3.62	1.76

conda dell'operatore, essendo influenzato sia dall'abilità manuale di questi che dalla sua attitudine al calcolo rapido. È comunque sempre superiore al minuto primo per singolo lattodinamogramma, e può arrivare anche a due minuti nel caso di tracciati che richiedono il controllo del punto di massima apertura, in

quanto si «richiudono» prima del termine dell'analisi. Col metodo computerizzato, invece, i tempi medi di esecuzione risentono meno delle doti dei singoli operatori e delle difficoltà presentate dai diversi tracciati, oscillando costantemente tra i 30 ed i 40 minuti secondi.

### Conclusioni

Nel complesso, il programma in esame sembra sufficientemente adatto a rendere più agevoli e più precise le operazioni di misura dei tracciati lattodinamografici, fornendo risultati accettabilmente riproducibili in tempi nettamente più favorevoli che con il metodo tradizionale. Un'ulteriore riduzione di questi tempi può essere ottenuta compilando il programma o ricorrendo all'utilizzo di un coprocessore matematico. □

### Bibliografia

- [1] ZANNONI M., ANNIBALDI S. (1981) - Standardization of the renneting ability of milk by Formagraph - I, *Sci. Tecn. Lattiero-casearia*, 32, 79-94.
- [2] MCMAHON D.J., BROWN R.J. (1982): Evaluation of Formagraph for comparing rennet solution, *J. Dairy Sci.*, 65, 1639-1642.
- [3] ZANNONI M., MONGARDI M., ANNIBALDI S. (1981) - Standardization of the renneting ability of milk by Formagraph - Note II: Data processing, *Sci. Tecn. Lattiero-casearia*, 32, 153-164.
- [4] CASTAGNETTI G.B., CHIAVARI C., LOSI G. (1984) - Caratteristiche chimico-fisiche ed attitudine tecnologica del latte di razze caprine ad elevata potenzialità produttiva, *Sci. Tecn. Lattiero-casearia*, 35, 109-132.
- [5] MARIANI P., PECORARI M., FOSSA E. (1982) - Le caratteristiche di coagulazione del latte in rapporto allo stadio di lattazione ed ai livelli di produzione, *Sci. Tecn. Lattiero-casearia*, 33, 409-422.
- [6] PECORARI M., FOSSA E., AVANZINI G., MARIANI P. (1984) - Il latte a coagulazione anomala: composizione chimica, acidimetrica e osservazioni sul profilo metabolico delle vacche, *Sci. Tecn. Lattiero-casearia*, 35, 263-278.
- [7] MARIANI P., MEAZZA M., RESMINI P., PAGANI M.A., PECORARI M., FOSSA E. (1986) - Osservazioni sui tipi di beta-caseina e caratteristiche di coagulazione del latte, *L'industria del latte*, 22, 35-58.
- [8] CHIOFALO L., MICARI P., PAPPALARDO G. (1986) - Prove elastodinamiche sul latte di pecore siciliane e attitudine alla coagulazione. Primi risultati, *Atti SISVET*, 572-577.
- [9] UBERTALLE A., AMBROSOLI R. (1983) - Difformità di coagulazione in latte di pecore allattanti oppure munte, *Industrie alimentari*, 22, 925-928.
- [10] AMBROSOLI R., DI STASIO L., MAZZOCCO P. (1988) - Content of alfa-s1 casein and coagulation properties in goat milk, *J. Dairy Sci.*, 71, 24-28. □