

QUALITÀ DEL LATTE

# La media geometrica per la sicurezza alimentare

di **Giuseppe Bolzoni**

Centro di Referenza Nazionale Qualità Latte Bovino - IZLSER - Brescia  
 crn.qualita.latte@izsler.it - www.izsler.it

*Matematica e allevamento della bovina da latte possono sembrare mondi decisamente lontani ed estranei. Eppure, almeno in un'occasione, per comprendere e rispettare le norme relative alla qualità del latte, l'allevatore dovrebbe interessarsi anche di matematica e statistica. È il caso della media geometrica: indicatore utilizzato con i parametri carica batterica e cellule somatiche per la valutazione di conformità igienico-sanitaria rispetto ai requisiti previsti per la commercializzazione del latte.*

A dire la verità non si tratta di una novità: già nelle norme comunitarie degli anni '90 (ad esempio la Direttiva CE 46 del 92) si prevedeva che, per questi due parametri, il giudizio non fosse ottenuto da un singolo dato bensì da una serie di campionamenti periodici. La ragione di questo "strano" sistema di valutazione è molto semplice: tutte e due questi parametri possono presentare occasionali e brevi rialzi rispetto all'andamento tipico di un'azienda e, inoltre, il superamento del limite fisso, legale, non rappresenta di per sé un rischio diretto e immediato per la salute del consumatore. D'altra parte la produzione costante di latte al di fuori di questi limiti è un indicatore che il prodotto di quell'allevamento presenta una maggior probabilità di veicolare alle successive fasi di trasformazione della filiera dei microrganismi patogeni o loro tossine. Questi ultimi possono infatti derivare da forme di mastite (indicatore le cellule somatiche) o da contaminazioni di origine ambientale (indicatore carica batterica) ed arrivare direttamente al consumatore (ad esempio con i prodotti a base di latte crudo) oppure produrre tossine (che possono permanere anche in

prodotti a latte pastorizzato) o ancora, andare a contaminare strumenti ed ambienti di produzione del caseificio e quindi poi i prodotti finiti. In generale quindi la loro presenza in elevata quantità nel latte, aumenta la probabilità di situazioni indesiderate lungo la filiera produttiva.

Si tratta dunque di un tipico "indicatore statistico di maggior rischio"; cosa ben diversa da un vero e proprio pericolo immediato e diretto quale potrebbe essere, ad esempio, il riscontro di tossina botulinica in un lotto di produzione di conserve, che richiederebbe l'immediato ritiro del prodotto dal commercio e le relative comunicazioni informative. In altri termini, la finalità primaria del controllo periodico di carica batterica e cellule somatiche, più che la verifica sul latte prodotto in una determinata giornata, è quella di valutare l'azienda di produzione nel suo complesso e quindi di comprendere se è in grado di garantire nel tempo la produzione di alimenti ragionevolmente (probabilità) sicuri in termini di igiene di produzione e conservazione del latte, ed ancora di salute e benessere delle mammelle/bovine.

Se questa è la finalità prioritaria, si comprende di conseguenza per-



ché la normativa definisca un limite di conformità espresso come "media" e non come "valore singolo". Tutti ricordiamo che a scuola si veniva giudicati (in pagella) con la media dei voti e non sulla base di un singolo compito in classe: un 4 in un'occasione sfortunata, poteva essere recuperato (mediato) con un 7 e due 6 nelle occasioni successive ( $4+6+6+7=23$ ;  $23 : 4 =$  media 5,75, salvi!). La stessa cosa, espressa in termini un poco più statistici, suona più o meno così: la media rappresenta in modo sintetico la distribuzione dei numeri da cui viene calcolata ed è quindi un indicatore sintetico e rappresentativo di un insieme di dati numerici. Ciò torna molto utile quando invece che su 4 o 5

dati si debba ragionare su centinaia o migliaia di numeri. Ma il ricorso alla media permette anche di farsi un'idea dell'andamento di una serie di numeri (ad esempio, appunto, il valore di contaminazione batterica nel latte prodotto in un periodo di mesi con una serie di campionamenti). La media quindi, con un solo numero semplice da gestire, riassume un insieme di informazioni e, in particolare, quando relativa a un periodo di tempo, ci dice qualcosa sul *trend*, cioè la tendenza, l'andamento, di una determinata condizione: in miglioramento, stabile o in peggioramento. Ma se è tutto così semplice perché allora complicarci la vita con la media "geometrica mobile"? (vedi tabella 1).

**Armonica, ponderale, troncata, aritmetica e geometrica...**

In matematica esistono in effetti **diverse medie**: armonica, ponderale, troncata, aritmetica e geometrica. Ognuna serve a fornire informazioni su un insieme di numeri e ognuna risulta più adatta a specifiche caratteristiche dei numeri da cui è calcolata. Quella geometrica, in particolare, è quella più adatta quando l'insieme di numeri presenta elevata variabilità (la carica batterica ad esempio può variare da poche migliaia a parecchi milioni). I valori di grasso e proteine in un allevamento tendono ad avere un andamento quasi continuo e comunque regolare tra giorni/settimane/mesi con una tipica distribuzione a campana rovesciata nel corso di un anno. Il valore di carica batterica e di cellule somatiche può invece presentare enormi rialzi (più raramente crolli) anche di brevissima durata, spesso anche relativi a un solo giorno o campione. L'allevamento che presenti, ad esempio, una carica batterica costantemente compresa

tra 20-50.000 UFC/ml per un intero anno può, sorprendentemente, fornire una carica batterica di 2-4 milioni in occasione di un campionamento (es. per un black-out prolungato da eventi atmosferici, con mancata refrigerazione del latte nel tank, oppure per un occasionale errore di prelievo). La media geometrica è lo strumento matematico più idoneo a fare "pesare" meno i valori estremi rispetto a quelli più riuniti intorno al valore medio. Per una comprensione immediata supponiamo che in un allevamento gli ultimi otto campionamenti abbiano fornito i seguenti risultati : 20.000; 5.000; 3.500.000; 28.000; 15.000; 5.000; 21.000; 8.000:

- la media aritmetica di questa stalla sarebbe **450.250**;
  - la media geometrica della stessa stalla, nello stesso periodo è invece **24.347**.
- Nel primo caso quindi ab-

bondantemente superiore al limite normativo, nel secondo invece una stalla perfettamente in grado di produrre latte igienicamente conforme, malgrado un occasionale problema. Facile comprendere quale delle due ci "spieghi" meglio quali sono le caratteristiche del latte prodotto nell'arco dei mesi in cui si sono eseguiti gli 8 campionamenti di controllo.

**Come si calcola la media geometrica**

La media geometrica non si può calcolare a mano (forse Archimede ci sarebbe riuscito!) ma richiede l'utilizzo di una delle seguenti formule, ambedue piuttosto complicate:

- calcolare la radice *ennesima* della somma dei valori, oppure,
- eseguire la sommatoria dei logaritmi naturali dei valori

$$\mu_g = \sqrt[N]{\prod_{i=1}^N x_i}$$

ossia

$$\mu_g = \sqrt[N]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \dots x_N}$$

$$\mu_g = EXP \left[ \frac{\sum_{i=1}^N \ln X_i}{N} \right]$$

WWW.OKPEDIA.IT

**Tabella 1**

REGOLAMENTO CE 853/2004 ALLEGATO III-Sezione IX-Capitolo 1	TENORE IN GERMI A 30 °C Media geometrica mobile, calcolata su un periodo di due mesi, con almeno due prelievi al mese	CELLULE SOMATICHE Media geometrica mobile, calcolata su un periodo di tre mesi, con almeno un prelievo al mese, (a meno che l'autorità competente non specifichi una metodologia diversa per tenere conto delle variazioni stagionali dei livelli di produzione)
LATTE CRUDO DI VACCA	≤ 100.000	≤ 400.000
LATTE CRUDO ALTRE SPECIE	≤ 1.500.000	Non Previsto
LATTE CRUDO ALTRE SPECIE- se destinato a prodotti latte crudo	≤ 500.000	Non Previsto
PIANO LATTE REGIONE LOMBARDIA		
LATTE CRUDO DESTINATO A VENDITA DIRETTA	< 25.000 (50.000 altre specie)	< 300.000

**Tabella 2**

Data Campioni	20/2	15/3	25/3	14/4	22/4	5/5	18/5	02/6	30/6
Esito CBT	800.000	5.000	20.000	1.800.000	12.000	15.000	15.000	44.000	5000
MG Mobile	//	//	43.088	109.544	31.776	50.453	39.585	46.346	14.915
<i>Media ponderale x maggiorazioni = 31.977</i>									

ZAC

dividendola per il numero di valori e ricavando poi l'antilogaritmo...

Fortunatamente, anche senza calcolatrici scientifiche, è oggi possibile fare questi calcoli in meno di un secondo utilizzando la funzione "formula" nei fogli di calcolo del computer (Excel, Microsoft). Quindi più importante che saperla calcolare è saperla interpretare.

#### Come si interpreta la media geometrica

Il valore di media geometrica (vedi tabella 2) viene ricalcolato a ogni nuovo campionamento: è questo il significato del termine "mobile" indicato dalla norma citata in precedenza. Il calcolo viene applicato sul gruppo di risultati ottenuti nei campioni precedenti, retrocedendo di 2 mesi per la carica batterica e di 3 mesi per le cellule somatiche. Nei software di calcolo ciò viene di solito tradotto in 60 o 61 giorni precedenti quello del nuovo campione, o 90-91 giorni, rispettivamente per CBT e Cellule. Il valore di media geometrica andrebbe quindi, sempre e soltanto, paragonato con quello di media geometrica del campione precedente: è questo il confronto che ci dice se le cose stanno migliorando, peggiorando o sono stabili.

L'errore più comune è invece quello di confrontarlo con il risultato del nuovo campione; e allora ci si può trovare di fronte alla strana situazione in cui le cellule dell'ultimo campione si sono abbassate ma la media geometrica invece si è alzata! Non è un errore di calcolo, è una conseguenza della composizione del gruppo di risultati dei mesi precedenti, che cambia a ogni nuovo campionamento. In altre parole, a ogni nuovo campione escono dal conteggio della media geometrica i risultati dei campioni eseguiti più di 61 o 91 giorni prima. Se esce un valore molto alto la media geometrica si abbassa anche se di poco, ma se esce un valore basso la media geometrica si alzerà, anche se il nuovo campione è risultato molto basso. Il tutto risponde

sempre e comunque alla finalità che abbiamo richiamato in precedenza: avere una informazione su come sta andando il parametro nell'ultimo periodo.

Altro errore frequente è quello di confrontare il valore di media geometrica di un campione a fine trimestre, con quello ottenuto nel calcolo delle maggiorazioni per i Premi/Penalità previsti dal Pagamento Latte Qualità. Se il parametro appare costante nel corso del trimestre, le due medie tendono ad essere simili ma se, ad esempio, il primo campione del trimestre fosse stato molto alto potremmo osservare differenze, in alcuni casi anche significative, tra media trimestrale e la media geometrica mobile calcolata con l'ultimo campione.

#### Come si applica la media geometrica

Quello che più importa a tutti gli addetti ai lavori è però che da questo numero deriva poi la conformità o non conformità alla commercializzazione del latte. Senza entrare nei dettagli applicativi per ragioni di spazio, ci limitiamo qui a ricordare i seguenti punti fondamentali: in caso di superamento del limite normativo di media geometrica si apre un periodo di "osservazione" durante il quale la commercializzazione del latte è permessa senza alcun vincolo. Soltanto al termine di questo periodo, se il valore di media

geometrica persiste al di sopra del limite normativo, si applicano restrizioni alla commercializzazione. In tutti e due i casi si conferma pertanto che il superamento del valore limite per un singolo campione, ma anche come valore di media geometrica, non è gestito come condizione di pericolo immediato. Gli interventi correttivi da mettere in atto in azienda consentono (in tempi brevi per la carica batterica e un po' più lunghi per le cellule somatiche), di rientrare nei limiti, dapprima con il risultato del singolo campione e poi, progressivamente, con quello della media geometrica. Soltanto dopo l'esaurimento del periodo di osservazione, con il blocco della commercializzazione, diventa essenziale che anche un singolo campione (eventualmente prelevato dall'Autorità Sanitaria) risulti entro il limite di conformità, in attesa di accumulare campioni e tempi per poter ricalcolare la nuova media geometrica secondo le condizioni previste dalla normativa stessa. In altre parole il valore di media geometrica serve a osservare e valutare il trend di applicazione delle buone prassi di produzione e conservazione igienica del latte e di sanità degli animali, sia nel corso della normale attività produttiva sia nelle fasi di attenzione o di applicazione di interventi correttivi in risoluzione di Non Conformità sia infine, a seguito di eventuali sospensioni di commercializzazione.

#### Conclusione

Forse alla luce delle considerazioni precedenti, risulta più semplice comprendere questa "strana alchimia statistica" e il perché nel settore della produzione primaria del latte ci si è indirizzati verso questo sistema di valutazione.

Val la pena di sottolineare che anche quando nelle norme si definiscono limiti fissi e diretti, come nel caso di alcuni contaminanti chimico-ambientali, i problemi non mancano (incertezza di misura e variabilità di campionamento, ad esempio).

Ma nel caso specifico dei parametri igienico-sanitari del latte, la scelta fatta risponde a concetti ben noti e pienamente rispondenti ai principi di sicurezza alimentare da una parte e di gestione della qualità del latte dall'altra.

Conoscendo le specificità di questi parametri analitici, tradizionali indicatori di qualità del latte, la normativa è stata infatti adeguatamente costruita (anche grazie al ricorso alla media geometrica) in modo da disporre di un efficace indicatore indiretto della salubrità del latte e degli alimenti che da esso derivano da utilizzare attraverso la periodica, ripetuta e costante applicazione dei programmi di autocontrollo o, dove realizzato, del sistema di pagamento del latte in base alla qualità. •

