

Cogollo del Cengio 14 luglio 2026

Studio PCA (Principal Component Analysis) su componenti strutturali del latte prodotto in Litovel nel 2025, prelevato in stalle che originano la produzione Brazzale, analizzato dai laboratori BSC.

Fernando Gabriele Giorgio Tateo^a, Monica Bononi^b, Piercristiano Brazzale^c,
Elena Cumerlato^d, Francesco Bonetto^d.

Brazzale Science - Nutrition & Food Research Center – Zanè (Vi)

(^a) Ordinario di Scienze e Tecnologie Alimentari – UniMi – BSC

(^b) Associato di Scienze e Tecnologie Alimentari – UniMi – BSC

(^c) *Brazzale Spa – Vice-Presidente Brazzale Science Center*

(^d) Collaboratore di ricerca – BSC

PCA eseguita su dati biochimici ottenuti nel 2025 da campioni di latte prelevati nel 2025.

Analisi delle Componenti Principali (PCA)

Tecnica statistica che permette di semplificare grandi dataset contenenti molte variabili, riducendo la dimensionalità dei dati, mantenendo comunque inalterata la maggior parte dell'informazione presente. La PCA condensa le numerose variabili analizzate in pochi "indicatori chiave", denominati "Componenti Principali" (PC), che rappresentano le direzioni lungo le quali i dati mostrano la maggiore variabilità.

- **PC1** rappresenta la direzione di massima variabilità del dataset.
- **PC2** rappresenta la seconda direzione di massima variabilità, indipendente dalla prima.
- **PC3** rappresenta la terza direzione di massima variabilità, indipendente dalle prime due.

Questo permette di:

- **Visualizzare i dati:** le tabelle numeriche vengono tradotte in grafici bidimensionali.
- **Identificare raggruppamenti (Cluster):** diventa possibile osservare se i campioni analizzati provenienti da stalle diverse tendono a somigliarsi tra loro, posizionandosi vicini nel grafico, quindi formando dei raggruppamenti.
- **Evidenziare le differenze:** la PCA mette in luce quali specifiche componenti influenzano maggiormente la diversità del latte in base alla sua origine.

In sintesi, questo approccio permette di passare da una visione frammentata dei singoli dati biochimici a una visione d'insieme che identifica chiaramente le impronte digitali del latte analizzato e dei diversi fornitori.

PCA in funzione della stalla di origine del latte.

Nei grafici più oltre riportati i campioni sono stati classificati in funzione della stalla di origine del latte, utilizzando come variabili discriminanti gli acidi grassi, i trigliceridi, l'acidità, la percentuale di grasso e di cloruri.

Lo **Score Plot** (dove ogni punto rappresenta la posizione di un campione nello spazio PCA) permette di visualizzare la distribuzione dei singoli campioni nello spazio bidimensionale delle componenti principali (Figure 1, 3, 5, pag. 3-5). Campioni vicini tra loro presentano caratteristiche di composizione simili, mentre campioni distanti indicano profili biochimici differenti.

Il **Loading Plot** permette di visualizzare quali variabili (rappresentate come vettori o frecce) guidano maggiormente la separazione dei campioni nello spazio PCA (Figure 2, 4, 6, pag. 3-5).

La lunghezza e la direzione delle frecce indicano:

- il grado di influenza della variabile sulle componenti principali;
- la correlazione della variabile con la direzione PC1, PC2 o PC3.

Variabili con vettori più lunghi contribuiscono maggiormente alla separazione dei campioni.

Variabili orientate nella stessa direzione esprimono una correlazione positiva.

Variabili orientate in direzioni opposte esprimono una correlazione negativa.

Variabili tra loro perpendicolari indicano una correlazione debole o assente.

Ogni asse del grafico è accompagnato da una percentuale, definita **varianza spiegata**. Questo valore indica quanta parte delle informazioni totali contenute nei dati originali la PCA è riuscita a sintetizzare in quell'asse. Per valori di **varianza spiegata cumulativa** superiori al 30% l'analisi complessiva può essere considerata come indicativa, mentre per valori superiori al 50% può essere considerata come macro-rappresentativa.

Varianza spiegata:

PC1: 29.86%

PC2: 11.17%

PC3: 9.99%



Varianza spiegata cumulativa:

PC1: 29.86%

PC1 + PC2: 41.02%

PC1 + PC2 + PC3: 51.01%

Brazzale S.p.A.

Sede legale ed amministrativa: Via Pasubio, 2 - 36010 ZANE' (VI) - Italia
Tel. +39 0445 313900 e-mail: info@brazzale.com
Partita IVA, Codice Fiscale e Registro Imprese di Vicenza n. 00160480240
R.E.A. 111881/Vicenza - Capitale Sociale € 3.900.000,00 interamente versato
Società soggetta alla direzione e coordinamento di Florentis S.r.l. - Thiene (VI) - Italia

Brazzale SCIENCE CENTER

Via Pasubio, 2 - 36010 ZANE' (VI) - Italia
e-mail: brazzalesc@brazzale.com
sito: www.brazzalesc.com
Laboratori di Ricerche Analitiche "Dr. Tino Brazzale"
Via Sant'Antonio, 2 - 36010 Cogollo del Cengio (VI) - Italia



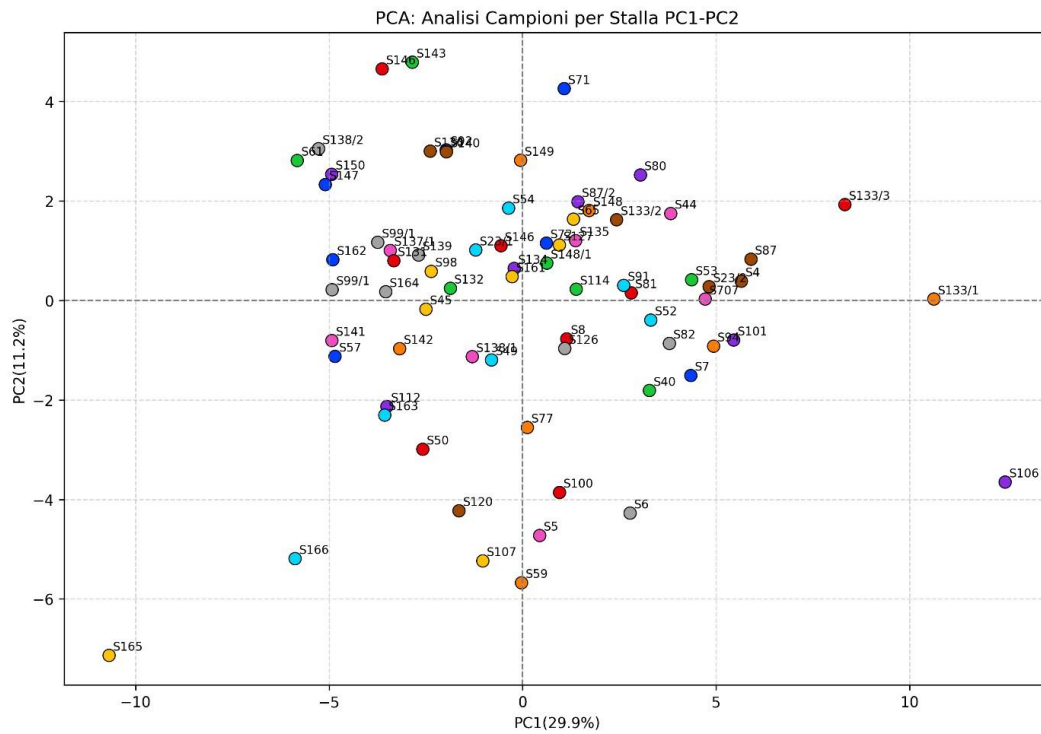


Figura 1: Score Plot nello spazio PCA: PC1-PC2

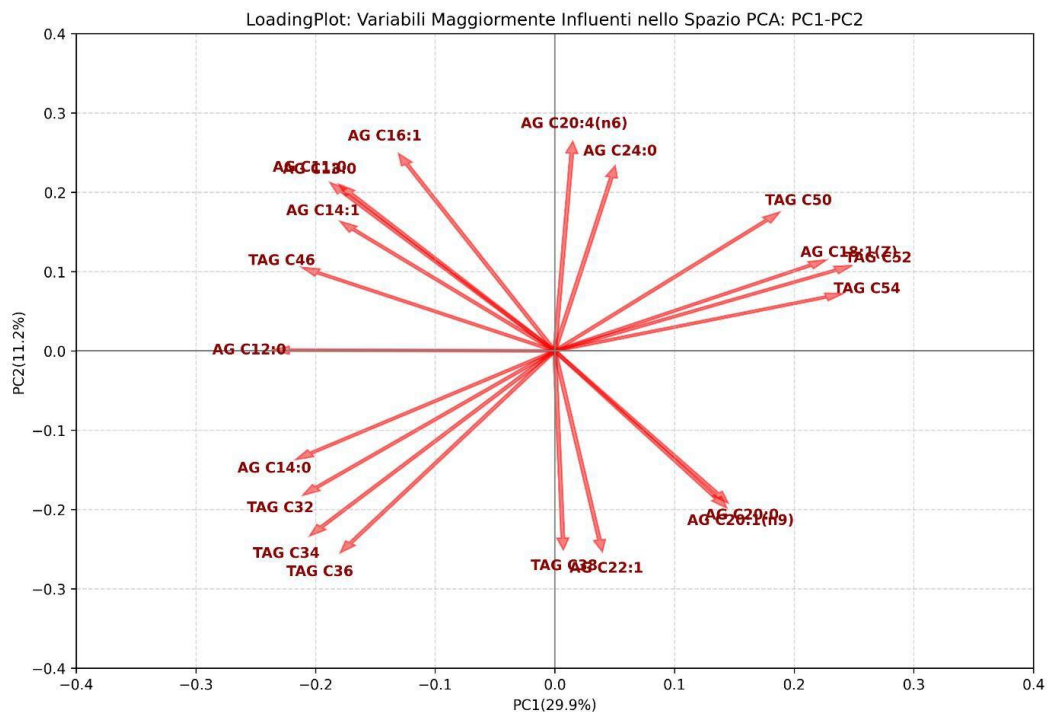
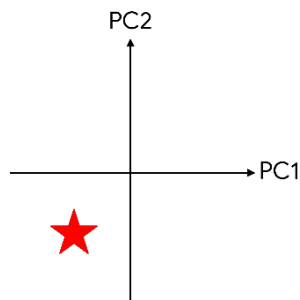


Figura 2: Loading Plot nello spazio PCA: PC1-PC2

Osservazioni sui risultati:

1. Identità "Stalla Tradizionale"

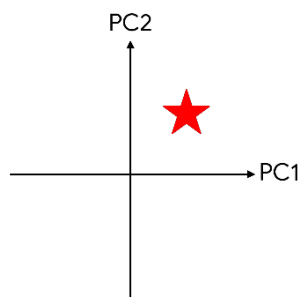
Dove si trova nei grafici: PC1 Negativo (Sinistra) e PC2 Negativo (Basso) (Figura 1).



- **Caratteristiche biochimiche:** Alti livelli di molecole corte e medie (AG C10:0, C12:0, C14:0) e trigliceridi leggeri (TAG C32, C34, C36).
- **Identità della stalla:** È un latte tradizionale, figlio di un'ottima digestione della fibra e di una forte sintesi nella ghiandola mammaria [1]. La stalla usa probabilmente molto fieno di ottima qualità e razioni bilanciate senza forzature. Il ruminante lavora al massimo.
- **Uso ideale:** Ottimo latte per la caseificazione. Questo profilo di grassi prevalentemente saturi a catena corta e media resiste meglio alla lipolisi spinta durante la stagionatura, garantendo un grasso globulare ben strutturato e prevenendo difetti di untuosità o note precoci di irrancidimento sgradevole.

2. Identità "Stalla Intensiva"

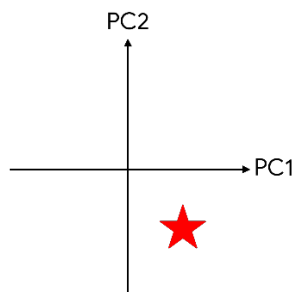
Dove si trova nei grafici: PC1 Positivo (Destra) e PC2 Positivo (Alto) (Figura 1).



- **Caratteristiche biochimiche:** Alti livelli di acido oleico (*AG C18:1(Z)*), trigliceridi a catena lunga (*TAG C52, C54, C50*), acidi grassi a catena media e lunga (*AG C16:1, C24:0, C18:2(Z), C17:1*) e omega-6 (*AG C20:4(n6), C20:3(n6)*). Carenza di acidi grassi corti.
- **Identità della stalla:** È un latte da "alta produzione". Per fare produrre molti litri alle vacche, la stalla usa probabilmente una dieta spinta ricca di concentrati, mais, insilati ed eventualmente grassi idrogenati o di integrazione. Questo eccesso di energia e grassi nella dieta inibisce parzialmente la produzione interna della mammella e si riflette direttamente nel latte [1]. L'asse PC2 positivo è trainato anche dall'omega-6, generalmente associato a profili lipidici caratteristici di diete ad elevata densità energetica [2].

3. Identità "Stalla Verde"

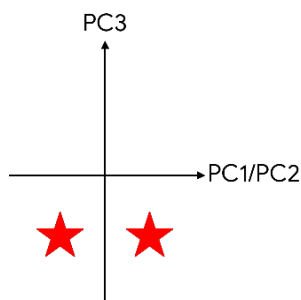
Dove si trova nei grafici: PC1 Positivo (Destra) e PC2 Negativo (Basso) (Figura 1).



- **Caratteristiche biochimiche:** Presenza di trigliceridi a catena lunga (*TAG C52, C54*), alti livelli di acido linolenico (*AG C18:3(n3) omega-3*) in associazione con *AG C20:1(n9)* e *AG C22:1*.
- **Identità della stalla:** Questa stalla ha un'identità "green". Il contenuto di omega-3 elevato insieme ai grassi a catena lunga e agli acidi grassi monoinsaturi a catena lunga indicano che le vacche mangiano erba fresca [2] o che probabilmente l'allevatore integra la dieta con fonti lipidiche di qualità [2], riducendo l'apporto di insilati di mais.

4. Identità "Stalla Benessere Ruminale"

Dove si trova nei grafici: PC3 Negativo (Basso) (Figura 3, 5).



- **Caratteristiche biochimiche:** Picchi di acidi grassi a catena dispari (*AG C15:0, C17:0, C21:0*) associati a valori superiori di acidità titolabile.
- **Identità della stalla:** Queste stalle si distinguono per l'efficienza e la stabilità della flora batterica ruminale. Gli acidi grassi a catena dispari provengono principalmente dalla biosintesi dei batteri del rumine [3]. Se una stalla si colloca verso il basso su PC3, il profilo

osservato è compatibile con una maggiore attività e stabilità della popolazione microbica ruminale [3]. La presenza in questo quadrante dell'acidità suggerisce inoltre una maggiore ricchezza in caseine e fosfati.

Bibliografia

- [1] Mele, M., Macciotta, N. P. P., Cecchinato, A., Conte, G., Schiavon, S., & Bittante, G. (2016). Multivariate factor analysis of detailed milk fatty acid profile: Effects of dairy system, feeding, herd, parity, and stage of lactation. *Journal of dairy science*, 99(12), 9820–9833. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11451>
- [2] Allothman, M., Hogan, S. A., Hennessy, D., Dillon, P., Kilcawley, K. N., O'Donovan, M., Tobin, J., Fenelon, M. A., & O'Callaghan, T. F. (2019). The "Grass-Fed" Milk Story: Understanding the Impact of Pasture Feeding on the Composition and Quality of Bovine Milk. *Foods* (Basel, Switzerland), 8(8), 350. <https://doi.org/10.3390/foods8080350>
- [3] Abdoul-Aziz, S. K. A., Zhang, Y., & Wang, J. (2021). Milk Odd and Branched Chain Fatty Acids in Dairy Cows: A Review on Dietary Factors and Its Consequences on Human Health. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(11), 3210. <https://doi.org/10.3390/ani11113210>