UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE
E AMBIENTALI - PRODUZIONE,
TERRITORIO, AGROENERGIA

DiSAA

Relazione finale delle analisi svolte nell'ambito della convenzione stipulata con l'Associazione Nazionale Allevatori Bovini Razza Grigio Alpina per il progetto DUALBREEDING "Le razze bovine a duplice attitudine: un modello alternativo di zootecnia eco-sostenibile" – PSRN Programma di Sviluppo Rurale Nazionale 2014/2020 – Sostegno per la conservazione, l'uso e lo sviluppo sostenibili delle risorse genetiche in agricoltura – attività di caratterizzazione delle risorse genetiche animali di interesse zootecnico e salvaguardia della biodiversità –

AZIONE 7 con l'esecuzione delle attività dal titolo:

"Rilevamento di nuovi caratteri di resistenza alla mastite – Rilevamento del parametro di conducibilità elettrica del latte"

(Resp. scientifico prof. Alberto Tamburini) - Scadenza contratto 30/06/2023*.

1 febbraio 2024

prof. Alberto Tamburini

Alberto Tamburini
Universita' degli
Studi di Milano
25.07.2024
14:31:36
GMT+01:00

** La scadenza naturale del contratto al 30/06/2023 è stata prorogata al 31/01/2024*

Rilevamento di nuovi caratteri di resistenza alla mastite

Con il prosieguo delle attività svolte per il progetto DUALBREEDING del PSRN Programma di Sviluppo Rurale Nazionale 2014/2020, verranno presentati i nuovi risultati delle elaborazioni dei dati fino all'anno 2023.
Ogni dataset disponibile ha mostrato un anno di inizio differente e conteneva informazioni strutturate in modo differente, anche se il riferimento unico è stato il codice della singola bovina, di razza Grigio Alpina (razza 11).
In particolare sono stati elaborati i dati dei seguenti dataset:

- Controlli Funzionali, per un totale di **1.137.153 osservazioni di 46.794 bovine** tra il 2004 e il novembre 2023
- Tracciato Lactocorder, per un totale di **6.761 registrazioni**.
- Anagrafica bovine, per un totale di 39.854 soggetti
- Valori Lineari Mammella, per un totale di 22.788 soggetti

Dopo una prima pulizia dei dati si è ottenuto un file unico per ogni bovina monitorata con il Lactocorder, in modo da avere un abbinamento ad alcuni dati di confronto, ed in particolare ai risultati del controllo funzionale più vicino al rilievo con il Lactocorder e al valore medio degli indici mammella.

EFFETTO NUMERO DI PARTO

In Tabella 1 vengono mostrati i dati medi generali di tutti i controlli funzionali, e le medie divise per numero di parto delle bovine di razza Grigio Alpina. Per comodità di lettura viene riportata la media generale e la deviazione standard (DS) complessiva.
Si conferma quindi che, rispetto alla media generale, la produzione di latte continui a crescere all'aumentare del numero di lattazione fino alla quinta lattazione ed oltre, con una differenza significativa soprattutto tra prima, seconda e tutte le altre lattazioni, passando da 15,0 kg/d per le primipare a 18,4 kg/d per le bovine al quinto parto ed oltre, con una importante variabilità dei dati (DS 6,17 kg/d). Il contenuto percentuale di grasso, proteine e caseine tende a diminuire leggermente passando da primipare a pluripare, segno di un normale e fisiologico peggioramento delle capacità produttive degli animali. Al contrario le cellule somatiche (trasformate su base logaritmica in Linear Score [$]) mostrano un netto peggioramento passando da 2,13 LS per le primipare a 3,32 LS per le pluripare oltre il quarto parto, anche se è dovuto al normale peggioramento della fisiologia mammaria e ad una sempre maggiore probabilità di contrarre mastiti (ambientali o contagiose) con l'avanzare dell'età.
L'urea nel latte, che è un indicatore dell'equilibrio alimentare tra energia e proteine fermentescibili nel rumine-reticolo, mostra solo un leggero calo tra il primo e l'ultimo parto, interessante se si considera che viene utilizzato come parametro di efficienza proteica ed energetica della dieta e quindi non è direttamente imputato alla genetica.
Possiamo quindi proporre come non trascurabile un **effetto numero di parto** nell'elaborazione dei successivi dati produttivi.

Tabella 1 – produzione di latte e parametri qualitativi della razza Grigio Alpina (dati 2004-**novembre 2023**)

		Media	DS	numero di lattazione (parto)				
				1	2	3	4	5 e oltre
				288398	238227	191328	145496	273704
Latte	*kg/d*	17.1	6.17	15.0	16.9	17.8	18.2	18.4
FPCM	*kg/d*	16.73	5.78	14.92	16.6	17.4	17.73	17.74
grasso	*%*	3.81	0.64	3.87	3.82	3.81	3.79	3.73
proteine	*%*	3.46	0.40	3.50	3.48	3.46	3.44	3.40
Linear Score [$]		2.74	1.91	2.13	2.54	2.83	3.04	3.32
caseine	*%*	2.71	0.33	2.75	2.74	2.71	2.69	2.65
urea	*mg/dL*	22.8	7.89	23.9	23.0	22.5	22.3	22.1

[$] *Linear Score = log_2(cellule somatiche/12500)*

EFFETTO ANNO DI CONTROLLO

Poiché vi è un leggero ma evidente miglioramento delle performance delle bovine durante gli anni, sono stati elaborate le medie produttive e qualitative anche per singolo anno di controllo, e come evidenziato dalla tabella 2, è possibile notare un piccolo aumento per la produzione di latte tra 2004 e 2023 con rispettivamente 16,7 e 17,7 kg/d (16,5 e 17,5 kg/d di FPCM). Dal punto di vista del contenuto in proteine, grasso e caseine, non si notano evidenti differenze tra gli anni, mentre per l'Urea c'è stato un lieve miglioramento soprattutto a partire dal 2007-2008 dove si era toccato un massimo di circa 28 mg/dL, per arrivare negli ultimi 10 anni ad una media sotto i 22 mg/dL, segno di una maggiore attenzione alle problematiche alimentari anche per gli allevatori di Grigio Alpine.

EFFETTO MESE DI CONTROLLO

Tra i mesi di controllo dell'anno (tabella 3), è abbastanza evidente un calo produttivo nei mesi tra luglio e novembre, che si ripercuote parzialmente sull'andamento del grasso, delle proteine e delle caseine soprattutto tra maggio e settembre. Il Linear Score tende a salire tra maggio e settembre (valore massimo tra le medie mensili) per poi scendere nei mesi successivi.

EFFETTO STADIO DI LATTAZIONE

Durante la lattazione (tabella 4) i valori medi della produzione di latte per tutte le bovine sono aumentati passando da 22,4 kg/d nei primi 50 giorni, a 11,7 kg/d dopo 250 giorni di lattazione (21,2 e 12,4 kg/d per FPCM rispettivamente. Al contrario grasso, proteine, caseine sono aumentati all'aumentare dei giorni di lattazione, per un piccolo probabile effetto di diluizione nel latte. Anche in questo caso il Linear Score tende ad aumentare all'aumentare dello stadio di lattazione, segno di maggiori probabilità di contrarre infezioni mastitiche e di un peggioramento della fisiologia mammaria.
Verrà quindi inserito per molte successive elaborazioni **l'effetto stadio di lattazione** sui valori quantitativi e qualitativi (come il Linear Score).

DATI LACTOCORDER

Per quanto riguarda i dati provenienti dalle registrazioni con il Lactocorder, in tabella 5 sono mostrati i risultati medi complessivi delle caratteristiche e dei parametri delle curve di emissione, che vengono registrati dallo strumento, effettuando misurazioni individuali per ogni singola mungitura.
In particolare, il latte prodotto a mungitura (pari a 10,1 ± 2,86 kg/mungitura) è risultato superiore alla metà del latte medio dei controlli funzionali, probabilmente perché influenzato dal tipo di scelta delle bovine su cui effettuare la registrazione con il Lactocrder.
Mediamente la mungitura è durata 7,61 ± 2,05 minuti, con un flusso medio di 1,68 ± 0,50 kg/min ed un flusso massimo di 2,33 ± 0,76 kg/min. I risultati medi sono interessanti perché un flusso massimo molto elevato è generalmente indicatore di una selezione molto spinta, mentre i valori riscontrati sono intermedi e sufficientemente alti per mantenere un buon livello di emissione e sufficientemente bassi per evitare problemi sanitari alla mammella come il contenuto elevato in cellule somatiche. Come paragone possiamo menzionare che tra le non molte misurazioni di flusso pubblicate per la razza Frisona e per la razza Bruna, i flussi sono risultati più elevati, sia per il flusso medio (pari a 2,5 e 2,1 kg/min rispettivamente) sia per il flusso massimo (pari a 4,0 e 3,2 kg/min rispettivamente).
La fase ascendente della curva di emissione (denominata "tan") è apparsa abbastanza breve (0,43 minuti), la fase di plateau ("tpl") è stata mediamente lunga 3,31 minuti (pari al 53,3 % del tempo della emissione principale), mentre la fase decrescente ("tab") è risultata piuttosto lunga e pari in media a 2,33 ± 1,34 minuti.
Il Lactocorder è in grado di utilizzare queste misurazioni per stimare la presenza o meno di curve normali oppure "bimodali", quindi con difetti di emissione che permettono di scaricare il latte cisternale iniziale prima che arrivi quello alveolare, che viene considerato un'anomalia non desiderabile. In genere la bimodalità è influenzata da una scarsa stimolazione durante la fase di preparazione della mammella. Nei valori medi è risultata molto bassa e pari a circa l'11 % delle registrazioni effettuate, con una certa variabilità (visto che la DS è risultata pari al 31%). L'entrata d'aria durante la mungitura ("le"), che è assolutamente da evitare, è risultato un evento ancora più raro, ed è stata registrata per circa il 2,1 % delle mungiture.
I valori di conducibilità elettrica al picco massimo sono stati mediamente pari a 6,38 mS/cm, con valori nella norma e che non destano preoccupazione.

Commentiamo qui i risultati della correlazione semplice (tabella 6) tra i parametri principali derivati dai Lacotocorder, le misurazioni lineari della mammella e dei capezzoli, e i valori più importanti per la produzione quali quantitativa di latte (EVM, FPCM, grasso e proteine). Utilizzeremo poi i principali parametri evidenziati per le analisi multivariate come la Factor Analysis (tabella 9) e la PCA (figure 4° e 4b).
Evidenziati in rosso nella tabella 6 sono mostrati i principali indici di correlazione che mostrano valori buoni (superiori a 0,3) tra il parametro di produzione di latte a mungitura (mgg), il flusso massimo (hmf) e i tempi di mungitura (tmgg), oltre ad alcuni indici di valutazione della mammella. Mentre risultano negativi rispetto ai giorni di lattazione (DIM) e al numero di parto, come già evidenziato per i dati dei controlli funzionali.
Il flusso massimo (hmf) ha indice di correlazione negativo con il tempo al plateau di emissione (tpl), condizionando quindi la forma della curva di emissione: più il flusso è elevato più si abbassa il tempo del plateau e il tempo di mungitura totale.
Il tempo di discesa del flusso (tab) dopo il plateau è correlato positivamente con il tempo totale di mungitura (r=0,47) che porta a sottolineare come prolungare la fase di discesa della emissione fa aumentare eccessivamente il tempo totale di mungitura. Mentre il tempo di discesa del flusso è negativamente correlato con il tempo di plateau sul totale della fase principale (r=-0,62) e anche in questo caso influisce sulla forma della curva di emissione.
Alcune relazioni positive tra gli indici lineari mammella e capezzoli erano attesi.
L'anno di parto o di controllo non ha avuto nessuna relazione con i dati misurati dal Lactocorder, mostrando quindi piccole variazioni tra gli anni.

Tabella 2 – andamento produzione di latte e qualità negli anni di controllo (dati 2004-**novembre 2023**)

		2004	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
		43159	45493	46688	46928	47977	62601	69048	67821	66154	60403
Latte	*kg/d*	16.7	16.9	17.1	16.8	16.3	16.2	16.8	16.9	16.8	16.8
FPCM	*kg/d*	16.5	16.6	16.6	16.4	15.8	15.7	16.4	16.4	16.5	16.4
grasso	*%*	3.87	3.83	3.78	3.79	3.74	3.76	3.81	3.77	3.8	3.79
proteine	*%*	3.44	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	3.46	3.45	3.46	3.45
Linear Score		2.55	2.78	2.92	2.90	2.86	2.82	2.78	2.77	2.73	2.71
caseine	*%*	3.06	2.68	2.68	2.69	2.70	2.67	2.69	2.71	2.72	2.70
urea	*mg/dL*	21.5	23.0	23.2	27.4	28.1	26.3	23.3	22.4	22.7	21.5

		2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
		61919	61724	62481	62390	62234	60046	53522	58684	54462	43396
Latte	*kg/d*	16.8	16.8	17.1	17.4	17.8	17.7	17.7	17.8	17.7	17.7
FPCM	*kg/d*	16.5	16.4	16.8	17.1	17.5	17.3	17.3	17.6	17.4	17.3
grasso	*%*	3.81	3.78	3.83	3.81	3.82	3.81	3.82	3.88	3.83	3.81
proteine	*%*	3.44	3.44	3.48	3.49	3.48	3.46	3.47	3.47	3.43	3.43
Linear Score		2.72	2.72	2.70	2.63	2.66	2.68	2.68	2.70	2.71	2.80
caseine	*%*	2.69	2.68	2.70	2.74	2.73	2.72	2.75	2.74	2.70	2.71
urea	*mg/dL*	20.4	22.3	23.8	23.4	23.4	23.0	22.4	21.1	21.1	21.4

Tabella 3 – andamento produzione di latte e qualità per mese di controllo (dati 2004-**novembre 2023**)

		mese dell'anno											
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
		106226	96933	104852	104929	112078	96779	87291	69597	80189	92419	91262	94598
Latte	*kg/d*	17.3	17.5	17.5	17.4	17.3	17.2	17.0	17.1	16.5	16.5	16.6	17.0
FPCM	*kg/d*	17.1	17.2	17.1	17.0	16.9	16.8	16.4	16.6	16.2	16.2	16.3	16.8
grasso	*%*	3.86	3.83	3.82	3.8	3.79	3.78	3.73	3.75	3.78	3.79	3.84	3.87
proteine	*%*	3.48	3.45	3.45	3.43	3.44	3.42	3.41	3.43	3.49	3.49	3.49	3.49
Linear Score		2.56	2.57	2.58	2.64	2.72	2.87	2.99	2.94	3.07	2.86	2.64	2.58
caseine	*%*	2.73	2.72	2.70	2.69	2.69	2.68	2.67	2.68	2.73	2.74	2.73	2.74
urea	*mg/dL*	22.4	22.2	22.3	22.8	23.1	22.4	22.6	23.1	24.9	23.5	22.4	22.5

Tabella 4 – andamento produzione di latte e qualità per stadio di lattazione (dati 2004- **novembre 2023**)

		Stadio di lattazione					
		1- <50 d	**2- 50-100 d**	**3- 100-150 d**	**4- 150-200 d**	**5- 200-250 d**	**6- >250 d**
		180499	198980	192609	182134	165972	216959
Latte	*kg/d*	22.4	20.4	18.1	16.2	14.3	11.7
FPCM	*kg/d*	21.2	19.2	17.5	16.0	14.5	12.4
grasso	*%*	3.63	3.60	3.68	3.79	3.93	4.16
proteine	*%*	3.19	3.21	3.36	3.48	3.62	3.84
Linear Score		2.12	2.18	2.56	2.86	3.14	3.51
caseine	*%*	2.48	2.50	2.63	2.72	2.85	3.03
urea	*mg/dL*	20.7	22.4	23.2	23.5	23.5	23.4

Figura 1 – andamento della produzione di latte e di FPCM per mese dell'anno (dati 2004-**novembre 2023**)

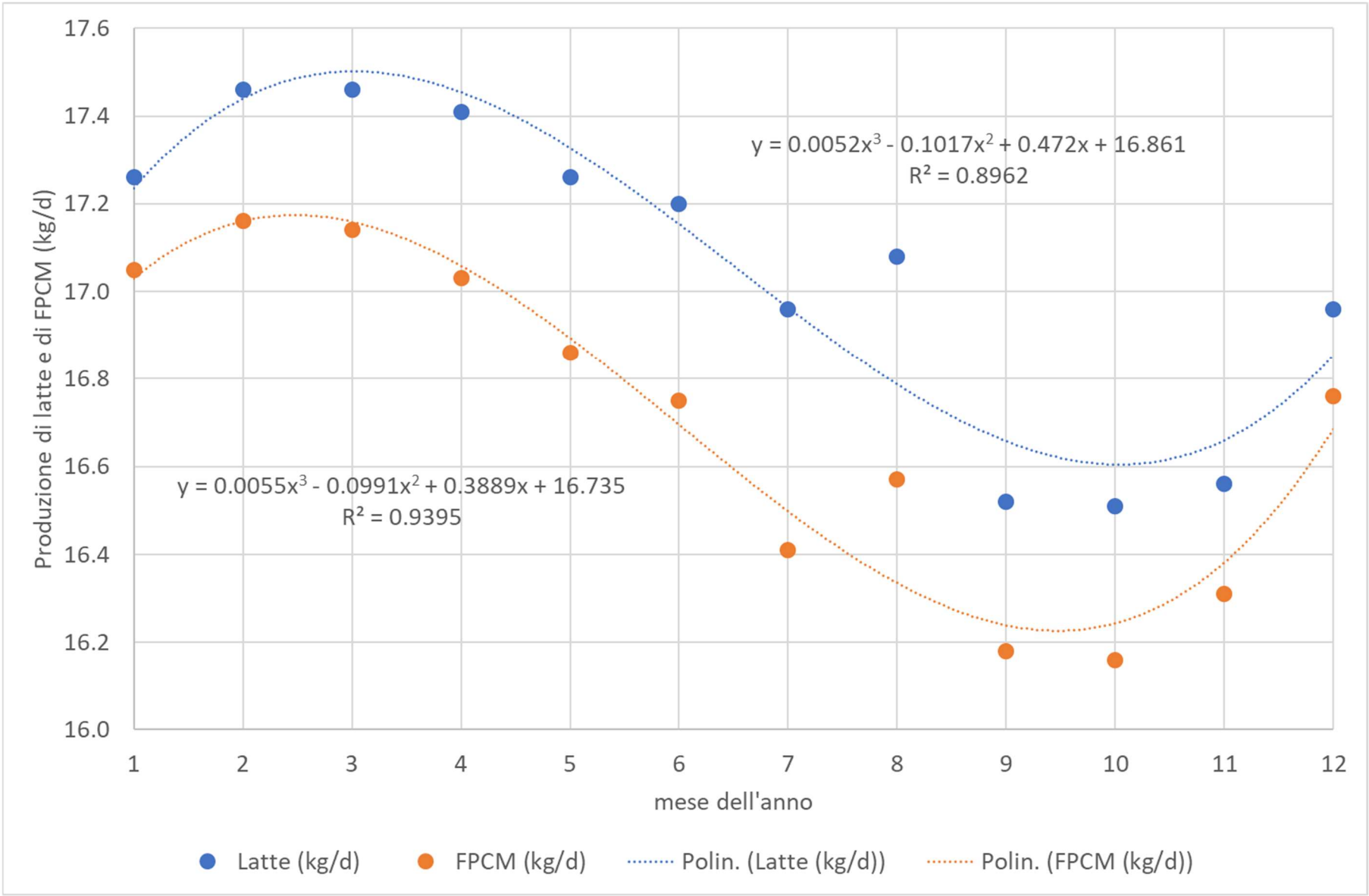


Tabella 5 – parametri delle registrazioni con Lactocorder (il nome del parametro è stato volutamente riportato nella prima colonna, per chi conosce il sistema di misurazione con Lactocorder) dati 2004-2023, **n=6761**

Parametro misurato			**MEDIA**	**DS**	**CV %**	**minimo**	**massimo**
mgg	kg latte totali munti	*kg/munta*	**10.1**	2.9	28.4	0.01	26.0
mg2	kg latte primi 2 minuti	*kg*	**3.91**	1.38	35.2	0.68	11.18
mg3	kg latte primi 3 minuti	*kg*	**5.87**	1.89	32.2	1.06	16.17
mg2per100	kg latte primi 2 minuti/kg totali (%)	*%*	**40.6**	14.8	36.5	8.8	98.1
mg3per100	kg latte primi 3 minuti/kg totali (%)	*%*	**60.4**	18.0	29.8	15.0	99.9
hmf	flusso massimo - kg/min	*kg/min*	**2.33**	0.76	32.8	0.55	9.04
dhmg	flusso medio - kg/min	*kg/min*	**1.68**	0.50	29.9	0.44	4.47
tmgg	durata mungitura totale	*min*	**7.61**	2.05	27.0	0.51	24.1
ts500	tempo di stimolazione	*min*	**0.36**	0.20	56.0	0.05	7.79
tmhg	durata della fase principale	*min*	**6.06**	1.95	32.2	1.77	17.8
tan	durata fase ascendente	*min*	**0.43**	0.33	77.2	0.05	2.57
tpl	durata della fase di plateau	*min*	**3.31**	1.74	52.6	0.05	12.1
tab	durata della fase decrescente	*min*	**2.33**	1.34	57.6	0.05	16.2
ptpl	durata della fase di plateau % della fase principale	*%*	**53.3**	19.3	36.2	0.40	98.8
bimo	bimodalità		**0.11**	0.31	291	0	1
le	entrata aria		**0.021**	0.15	632	0	1
elhmf	conducibilità elettrica al flusso massimo	*mS/cm*	**6.09**	0.69	11.4	3.54	9.56
elmax	conducibilità elettrica massima	*mS/cm*	**6.38**	0.75	11.8	4.61	10.2

Tabella 6 – correlazione semplice (Pearson) tra i parametri principali delle misurazioni con i Lactocorder, le misurazioni lineari e i dati produttivi

	mgg	hmf	tan	tpl	tab	tmgg	ptpl	bimo	dim	mam_attac_ant_forza	mam_attacco_ant_lung	mam_attacco_post_alt	mam_attacco_post_larg	mam_legamento	mam_profondita	mam_simmetria	cap_posizione_dietro	cap_posizione_lato	cap_dimensione	KGLtEVM	grasso	proteine	caseine	urea	Linear_score	FPCM
hmf	0.44																									
tan	0.17	0.38																								
tpl	0.21	-0.60	-0.38																							
tab	0.28	-0.01	0.00	-0.16																						
tmgg	0.37	-0.44	-0.15	0.64	0.47																					
ptpl	-0.02	-0.50	-0.43	0.79	-0.62	0.19																				
bimo	0.06	0.12	0.53	-0.15	0.02	-0.04	-0.20																			
dim	-0.33	-0.08	-0.02	-0.17	-0.08	-0.16	-0.07	0.03																		
mam_attac_ant_forza	0.18	0.12	0.07	0.03	0.00	0.01	0.00	0.03	-0.03																	
mam_attacco_ant_lung	0.29	0.15	0.06	0.05	0.06	0.10	0.00	0.03	-0.02	0.51																
mam_attacco_post_alt	0.28	0.16	0.06	0.03	0.05	0.07	-0.01	0.01	-0.03	0.36	0.40															
mam_attacco_post_larg	0.25	0.15	0.05	0.02	0.05	0.06	-0.02	-0.01	-0.01	0.15	0.17	0.38														
mam_legamento	0.14	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.05	0.39	0.24	0.33	0.17													
mam_profondita	-0.08	0.01	0.00	-0.04	-0.06	-0.10	0.00	0.02	-0.04	0.45	0.12	0.16	-0.15	0.39												
mam_simmetria	0.05	0.06	0.02	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	-0.02	-0.01	-0.01	-0.06	0.00	0.75	0.08	-0.15											
cap_posizizone_dietro	0.07	0.04	0.01	0.02	-0.02	0.01	0.02	0.01	-0.05	0.22	0.21	0.16	-0.03	0.19	0.21	-0.11										
cap_posizione_lato	0.00	0.00	-0.02	0.00	-0.01	-0.01	0.01	-0.02	0.02	-0.07	-0.14	-0.12	0.63	-0.02	-0.18	0.80	-0.17									
cap_dimensione	-0.09	-0.04	-0.02	0.00	0.00	0.01	-0.01	-0.02	0.04	-0.16	-0.16	-0.07	-0.10	-0.10	-0.16	-0.12	-0.20	-0.02								
KGLtEVM	0.03	0.01	-0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.10	0.03	-0.04	0.10	-0.03	0.09	0.00							
grasso	-0.01	0.05	0.03	-0.07	0.00	-0.07	-0.06	0.03	0.09	0.05	0.06	0.01	0.04	0.02	0.04	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.05						
proteine	-0.13	-0.06	-0.04	-0.03	-0.03	-0.05	-0.01	0.00	0.24	0.03	0.02	-0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.01	0.02	0.03	-0.04	0.31					
caseine	-0.12	-0.05	-0.03	-0.03	-0.02	-0.05	-0.01	0.00	0.23	0.04	0.03	0.00	0.04	0.02	0.04	0.02	0.01	0.02	0.03	-0.05	0.34	0.97				
urea	-0.10	-0.06	-0.02	0.00	-0.05	-0.04	0.03	0.00	0.07	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.04	-0.01	-0.03	0.01	-0.02	0.04	0.09	0.10	0.10	0.07			
Linear_score	-0.04	0.14	0.06	-0.18	0.02	-0.11	-0.15	0.03	0.11	-0.03	-0.02	-0.01	0.03	-0.04	-0.04	0.04	-0.01	0.02	0.05	-0.13	0.14	0.18	0.17	-0.04		
FPCM	0.70	0.35	0.13	0.12	0.18	0.23	-0.03	0.05	-0.25	0.14	0.24	0.21	0.20	0.12	-0.04	0.05	0.07	-0.02	-0.09	0.00	0.22	-0.13	-0.14	-0.13	-0.07	
parto	0.35	0.27	0.08	-0.05	0.11	0.05	-0.10	0.04	-0.08	0.12	0.07	0.11	0.18	0.11	0.08	0.16	0.05	0.10	-0.09	-0.29	0.05	0.00	0.00	-0.21	0.23	0.38

Se valutiamo i dati registrati dal Lactocorder, raggruppati per livello produttivo medio delle bovine monitorate (Tabella 7), si può evidenziare come all'aumentare del livello produttivo diminuisca molto, come da attendersi, la percentuale di latte emessa nei primi 2 (dal 50% al 35% circa del totale prodotto) oppure nei primi 3 minuti (dal 71% al 55% circa del totale prodotto). Il flusso massimo è risultato più elevato all'aumentare della produzione di latte per mungitura, passando da 2,0 kg/min per le bovine con meno 8 kg a munta a 2,79 kg/min per le bovine con più di 11 kg a munta. Ovviamente si presenta analogo andamento anche per il flusso medio che è passato da 1,44 a 2,01 kg/min. Analogo trend possiamo evidenziare anche per il tempo di mungitura e il tempo della fase principale in funzione dell'aumento del livello produttivo.
La fase ascendente è rimasta abbastanza costante come valore medio tra i diversi livelli produttivi, mentre sono aumentati sia il tempo di plateau (in modo abbastanza prevedibile, poiché la produzione di latte per mugitura è aumentata), sia il tempo della fase decrescente (in modo meno ovvio), anche se la velocità di discesa del flusso appare molto simile tra i diversi livelli produttivi.
Le differenze tra i 3 andamenti evidenziano come il livello produttivo possa influire sulla forma della curva di emissione, anche se il tempo al plateau (in percentuale rispetto al tempo delle 3 fasi principali) è apparso molto simile (circa il 53%) per i 3 gruppi di livello produttivo.
La bimodalità è risultata solo leggermente più elevata nel gruppo di animali più produttivi, a conferma che la preparazione alla mungitura sembra sia andata molto bene per le bovine monitorate, con bassi valori di curve di emissione anomale.

Tabella 7 – parametri di emissione del latte per livello produttivo delle bovine monitorate

		<8 kg/munta	**8-11 kg/munta**	**>11 kg/munta**
kg latte totali munti	*kg/munta*	6.83	9.47	13.50
kg latte primi 2 minuti/kg totali (%)	*%*	49.7	39.8	35.2
kg latte primi 3 minuti/kg totali (%)	*%*	71.0	59.8	53.5
flusso massimo - kg/min	*kg/min*	2.00	2.23	2.79
flusso medio - kg/min	*kg/min*	1.44	1.62	2.01
durata mungitura totale	*min*	6.50	7.55	8.35
durata fase ascendente	*min*	0.37	0.40	0.51
durata della fase di plateau	*min*	2.69	3.35	3.66
durata della fase decrescente	*min*	1.87	2.29	2.72
durata della fase di plateau % della fase principale	*%*	52.5	54.1	52.3
bimodalità	*0/1*	0.10	0.10	0.14
conducibilità elettrica massima	*mS/cm*	6.33	6.36	6.41

Anche in funzione dello stadio di lattazione delle bovine al momento della registrazione con i Lactocorder è stato possibile analizzare l'andamento dei parametri principali (tabella 8).
E' risultato evidente come la produzione di latte per munta sia diminuita al progredire della lattazione, con valori più elevati nel primo mese di lattazione (12,6 kg/mungitura) e più bassi dopo 4 mesi di lattazione (8,7 kg). Analogamente i flussi massimi e i flussi medi sono risultati in diminuzione soprattutto per il passaggio dal primo al secondo mese di lattazione, mentre successivamente si sono stabilizzati su valori pari a circa 2,2 kg/min per il flusso massimo e a circa 1,6 kg/min per il flusso medio.
Il tempo di mungitura è calato soprattutto dopo 60 giorni di lattazione, ed è diminuito di circa 1 minuto passando dal primo mese a più di 4 mesi di lattazione. Infine la bimodalità e la conducibilità elettrica non sono variate nell'arco della lattazione.
Quindi anche per questi dati risulta importante l'effetto **STADIO DI LATTAZIONE**.

Tabella 8 – parametri di emissione del latte per stadio di lattazione delle bovine monitorate

		0-30 d	31-60 d	61-90 d	91-120 d	>120 d
kg latte totali munti	*kg/munta*	12.6	10.7	9.8	9.2	8.7
kg latte primi 2 minuti/kg totali (%)	*%*	37.7	36.5	39.1	43.0	47.4
kg latte primi 3 minuti/kg totali (%)	*%*	56.9	55.5	58.7	63.3	68.0
flusso massimo - kg/min	*kg/min*	2.75	2.30	2.23	2.24	2.23
flusso medio - kg/min	*kg/min*	1.96	1.69	1.62	1.62	1.65
durata mungitura totale	*min*	7.93	7.94	7.66	7.30	6.98
durata fase ascendente	*min*	0.50	0.41	0.42	0.39	0.44
durata della fase di plateau	*min*	3.42	3.72	3.45	3.11	2.69
durata della fase decrescente	*min*	2.59	2.37	2.29	2.27	2.19
durata della fase di plateau % della fase principale	*%*	51.5	56.3	55.0	52.9	49.1
bimodalità	*0/1*	0.12	0.09	0.13	0.10	0.13
conducibilità elettrica al picco	*mS/cm*	6.34	6.40	6.42	6.37	6.32

ANALISI MULTIVARIATE

Poiché la correlazione tra i singoli parametri delle curve di emissione e dei controlli funzionali non ha portato a risultati molto chiari, per studiare meglio le relazioni tra tutti questi parametri più significativi, sono state quindi condotte Analisi delle Componenti Principali (*Factor Analysis* e *Principal Component Analysis*).
In figura 4a (che mostra le relazioni tra la prima e la seconda componente principale) possiamo evidenziare come i parametri relativi alla produzione di latte (quella per mungitura, mgg,e FPCM) sia in relazione positiva con gli indici lineari mammella e capezzoli, ma anche con la conducibilità elettrica, tutti racchiusi nel quadrante in alto a destra della figura 4a.
La produzione di latte appare negativamente correlata con i parametri qualitativi (proteine e Linear Score, presenti nel quadrante in basso a destra) e anche con il flusso massimo (hmf) e la bimodalità. Sempre negativa appare la relazione tra la produzione di latte e il tempo di mungitura totale (tmgg) e il tempo al plateau di flusso (tpl e ptpl) raggruppati nel quadrante in alto a sinistra). Questi tempi totali (tmgg) e al plateau (tpl) sono anche negativamente correlati con il flusso massimo (hmf) e con il tempo di ascesa della curva di emissione (tan).

Figura 4a – analisi delle relazioni tra la prima e la seconda componente principale

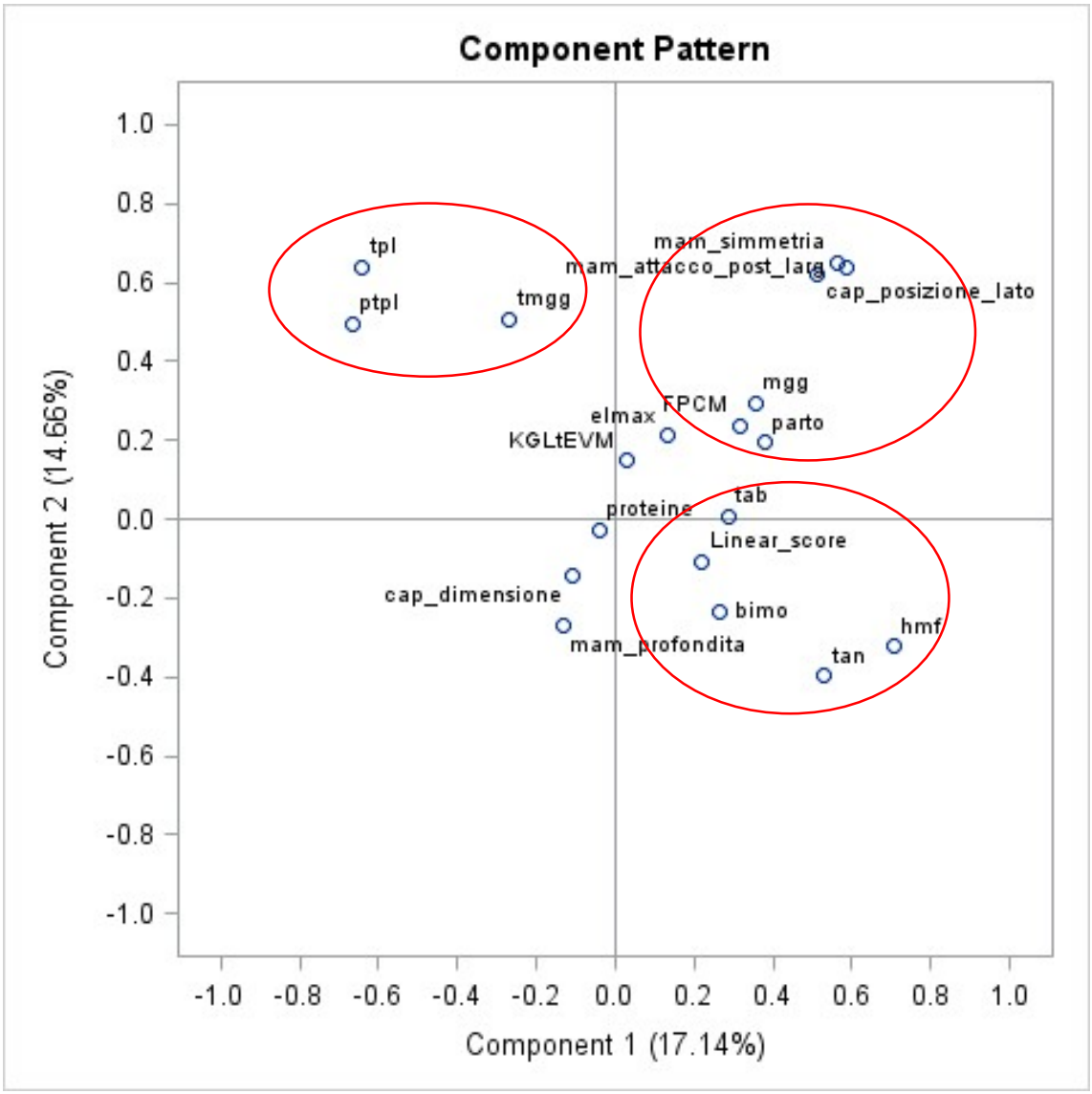
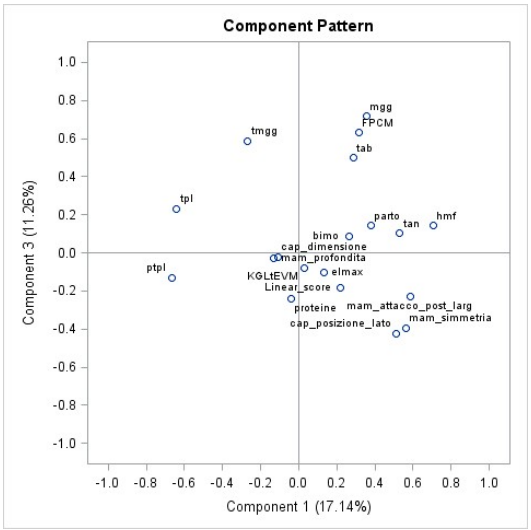
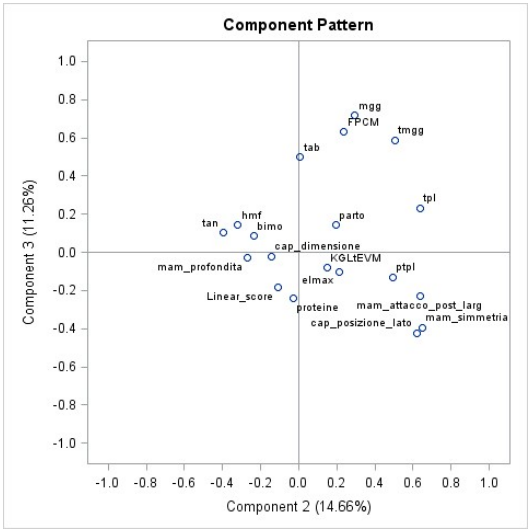


Figura 4b – analisi delle relazioni tra la prima e la terza e tra la seconda e la terza componente principale





A partire dai risultati della analisi delle componenti principali, mediante *Factor Analysis* è stato possibile identificare come il campione delle bovine monitorate siano divisibili in funzione di 5 gruppi di fattori (tabella 9).
In particolare possiamo sottolineare come il primo fattore (che copre il 17,1 % della variabilità) sia legato principalmente al flusso massimo e alle caratteristiche delle curve di emissione (tra cui la durata della fase ascendente e del plateau). Il secondo fattore (che spiega il 14,7 % della variabilità) è legato al potenziale genetico e agli indici mammella e capezzoli. Il terzo fattore (che spiega l'11,3 % della variabilità) è legato alla produzione di latte (mgg e FPCM), mentre il quarto e il quinto fattore sono meno influenti e sono legati rispettivamente alla fase discendente della curva di emissione e ai parametri qualitativi del latte (proteine e Linear Score), oltre che al numero di lattazioni.

Tabella 9 – Factor Analysis e raggruppamenti

	Factor1 ***FLUSSO MASSIMO E TIPO MAMMELLA***	**Factor2** ***CURVA DI EMISSIONE E TIPO MAMMELLA***	**Factor3** ***PRODUZIONE LATTE***	**Factor4** ***FASE DECRESCENTE***	**Factor5** ***EVM Linear Score e NUMERO PARTO***
variabilità %	*17.1*	*14.7*	*11.3*	*8.1*	*7.8*
kg latte totali munti	0.36	0.30	**0.72**	0.22	-0.02
flusso massimo - kg/min	**0.71**	-0.32	0.15	0.31	-0.04
durata fase ascendente	**0.53**	-0.40	0.10	0.18	-0.28
durata della fase di plateau	**-0.64**	**0.64**	0.23	0.17	0.00
durata della fase decrescente	0.28	0.01	**0.50**	**-0.75**	0.16
durata mungitura totale	-0.27	0.50	**0.59**	-0.36	0.06
durata della fase di plateau % della fase principale	**-0.67**	**0.49**	-0.13	**0.49**	-0.04
mam_attacco_post_larg	**0.58**	**0.64**	-0.23	-0.01	-0.07
mam_simmetria	**0.56**	**0.65**	-0.40	-0.05	-0.07
cap_posizione_lato	**0.51**	**0.62**	-0.42	-0.09	-0.06
cap_dimensione	-0.11	-0.14	-0.02	-0.19	0.07
KGLtEVM	0.03	0.15	-0.08	-0.22	**-0.61**
proteine %	-0.04	-0.03	-0.24	-0.10	**0.34**
Linear Score	0.22	-0.11	-0.18	-0.01	**0.63**
FPCM	0.32	0.24	**0.63**	0.35	-0.07
numero di parto	0.38	0.20	0.14	0.32	**0.60**

MODELLI DI RELAZIONE TRA CELLULE SOMATICHE E FATTORI INFLUENTI

Per modellizzare gli effetti di alcuni fattori fissi e covarianti, anche per una previsione sul contenuto in cellule somatiche del latte, è stata effettuata un'analisi della varianza (utilizzando un modello misto) di cui in tabella 10 proponiamo il modello calcolato su tutti i dati.
In particolare, in relazione al contenuto di cellule somatiche del latte (trasformate in Linear Score) il **numero di lattazione** e lo **stadio di lattazione** delle bovine sono tra i fattori fissi principali. Tra le covariate derivate dai risultati delle misurazioni con il Lactocorder sono risultate più significative la **produzione di latte a mungitura (mgg), il flusso massimo (hmf), la conducibilità al picco ed il tempo di plateau**.
Il contenuto proteico del latte (%) e **la produzione di latte corretto FPCM** (che si possono derivare dai controlli funzionali), la **profondità della mammella e la dimensione capezzolo** (che si possono ottenere dagli archivi della associazione di razza) sono tra gli effetti covarianti più importanti.

Il modello conferma che all'aumentare del numero di parto può aumentare il contenuto in cellule somatiche (Linear Score), mentre all'aumentare del livello produttivo (mgg e FPCM) può diminuire il contenuto di cellule somatiche nel latte.
Inoltre per un aumento di un punto percentuale di proteine del latte, le cellule somatiche aumentano di 0,8953 punti di Linear Score e per ogni aumento di un kg/min di flusso massimo le cellule somatiche aumentano di 0,32 punti di Linear Score. Infine tra i parametri delle emissioni di latte, all'aumento di 1 mS/cm di conducibilità elettrica al picco le cellule somatiche aumentano di 0,13 punti di Linear Score.

FATTORI AZIENDALI

Sono stati raccolti 537 questionari aziendali per indagare su caratteristiche della gestione della stalla con particolare riguardo agli impianti di mungitura.
La stalla fissa è rappresentata per il 94% delle aziende, di cui la metà ha un impianto con lattodotto e secchio, e l'altra metà ha lattodotto con tubo latte. Il rimanente 6% delle stalle ha una sala di mungitura. Il 63% delle aziende ha un solo mungitore e il 37% ne ha 2 o 3 a disposizione.
Il 49% delle aziende fa il cambio delle guaine a circa 12 mesi di distanza, mentre un 40% fa il cambio a circa 24 mesi di distanza.
Per quanto riguarda la routine di mungitura il 54% delle aziende non fanno né pre-dipping né post-dipping, ed il 40% delle aziende fa sia pre- che post-dipping.

E' risultato quindi interessante indagare sulle performance di queste aziende in funzione delle scelte aziendali.
Per quanto riguarda la **tipologia di impianto di mungitura** (tabella 11) è stata evidenziato un aumento della produzione media di latte (anche FPCM ed EVM) passando dal lattodotto a secchio, alle aziende con sale di mungitura. Queste ultime mostrano un livello di Linear Score leggermente più elevato degli altri sistemi di mungitura. Per gli altri parametri non si evidenziano differenze importanti tra i sistemi di mungitura.
Per quanto riguarda la **routine di mungitura** (tabella 12) non si notano evidenti differenze tra i parametri principali, per le aziende che non fanno non fanno né pre-dipping né post-dipping, e le aziende che fanno sia pre- che post-dipping. Risultano leggermente migliori le aziende che fanno pre-dipping (SI) ma non fanno post-dipping, con circa 1 kg/d di latte in più, con valori di EVM leggermente superiori e di Linear Score leggermente più bassi.
Questi risultati non devono far pensare che il post-dipping sia inutile, ma dimostrano che chi è consapevole di non avere ancora elevate performance produttive e qualitative è indotto a migliorare ogni sua azione in allevamento, tra cui anche la necessità di effettuare il post-dipping.
Anche per il tempo che intercorre tra un **cambio di guaine** e quello successivo (tabella 13), non si sono evidenziate differenze importanti tra i parametri principali, per le aziende che effettuano il cambio guaine fino a 15 mesi, oppure successivamente i 15 mesi, anche se hanno una produzione di latte leggermente più elevata ed una qualità del latte leggermente migliore. Gli allevamenti che fanno il cambio guaine dopo i 15 mesi di vita sono anche i più rappresentativi, se consideriamo che sono il 31% del totale delle aziende se sono anche quelle che non effettuano né pre- né post-dipping.

Tabella 10 – modello previsionale del Linear Score in funzione di diversi parametri fissi (parto e stadio di lattazione

Intercetta +	parto +		stadio di lattazione +	mgg +	hmf +	conducibilità al picco +	tempo di plateau +	profondità della mammella +	dimensione capezzolo +	proteine % +	FPCM
0.469669348				**-0.0460**	**0.3240**	**0.1321**	**-0.00565**	**-0.1499**	**0.08897**	**0.8953**	**-0.04374**
parto 1	**-1.44213**	0-30 d	**-0.15647**								
parto 2	**-1.19826**	31-60 d	**-0.24789**								
parto 3	**-0.74015**	61-90 d	**-0.17055**								
parto 4	**-0.16683**	91-120 d	**-0.10786**								
parto 5	**0**	>120 d	**0**								

Tabella 11 - medie dei parametri principali per tipologia di mungitura

		Sistema di mungitura		
		Lattodotto con secchio	**Lattodotto con tubo latte**	**Sala di mungitura**
Latte	*kg/d*	19.9	21.2	21.9
FPCM	*kg/d*	19.0	20.5	21.2
EVM	*kg*	14276	15299	15164
grasso	*%*	3.72	3.71	3.67
proteine	*%*	3.25	3.33	3.41
Linear Score		1.77	1.79	2.22
kg latte totali munti	*kg/munta*	9.9	10.4	10.7
flusso massimo - kg/min	*kg/min*	2.54	2.31	2.49
conducibilità elettrica al picco	*mS/cm*	6.39	6.34	6.28
durata fase ascendente	*min*	0.47	0.42	0.45
durata della fase di plateau	*min*	2.91	3.45	3.20
durata della fase decrescente	*min*	2.24	2.39	2.36
durata mungitura totale	*min*	7.14	7.79	7.41
durata della fase di plateau % della fase principale	*%*	50.3	54.2	51.2
bimodalità	*0/1*	0.13	0.11	0.12
mam_attacco_post_larg		5.15	5.19	5.19
mam_profondita		5.74	5.64	5.50
mam_simmetria		4.25	4.17	4.31
cap_posizione_lato		4.56	4.47	4.62
cap_dimensione		4.62	4.59	4.60
parto	*n*	2.12	2.11	2.21

Tabella 12 – medie dei parametri principali per aziende che fanno o non fanno pre-dipping e post-dipping

		Pre o postdipping		
		NO	SI	SI e post-dipping
Latte	*kg/d*	21.0	21.9	20.9
FPCM	*kg/d*	20.2	21.0	20.1
EVM	*kg*	15213	15476	14859
grasso	*%*	3.71	3.70	3.72
proteine	*%*	3.30	3.28	3.34
Linear Score		1.74	1.75	1.91
kg latte totali munti	*kg/munta*	10.2	10.5	10.4
flusso massimo - kg/min	*kg/min*	2.41	2.43	2.34
conducibilità elettrica al picco	*mS/cm*	6.37	6.23	6.34
durata fase ascendente	*min*	0.44	0.43	0.43
durata della fase di plateau	*min*	3.26	3.35	3.37
durata della fase decrescente	*min*	2.33	2.32	2.38
durata mungitura totale	*min*	7.53	7.63	7.70
durata della fase di plateau % della fase principale	*%*	52.8	53.8	53.3
bimodalità	*0/1*	0.11	0.12	0.12
mam_attacco_post_larg		5.26	5.10	5.12
mam_profondita		5.70	5.64	5.60
mam_simmetria		4.24	4.14	4.17
cap_posizione_lato		4.53	4.50	4.47
cap_dimensione		4.62	4.61	4.57
parto	*n*	2.17	2.19	2.07

Tabella 13 – medie dei parametri principali per aziende che cambiano le guaine entro i 15 mesi o dopo i 15 mesi di vita

		Cambio guaine	
		<=15 mesi	>15 mesi
Latte	*kg/d*	21.4	20.3
FPCM	*kg/d*	20.7	19.5
EVM	*kg*	15007	15213
grasso	*%*	3.73	3.68
proteine	*%*	3.32	3.30
Linear Score		1.83	1.81
kg latte totali munti	*kg/munta*	10.6	9.9
flusso massimo - kg/min	*kg/min*	2.41	2.32
conducibilità elettrica al picco	*mS/cm*	6.34	6.36
durata fase ascendente	*min*	0.44	0.42
durata della fase di plateau	*min*	3.35	3.26
durata della fase decrescente	*min*	2.39	2.30
durata mungitura totale	*min*	7.69	7.51
durata della fase di plateau % della fase principale	*%*	53.0	53.2
bimodalità	*0/1*	0.12	0.11
mam_attacco_post_larg		5.25	5.07
mam_profondita		5.64	5.67
mam_simmetria		4.19	4.20
cap_posizione_lato		4.48	4.54
cap_dimensione		4.59	4.62
parto	*n*	2.16	2.06